

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

DISSERTAÇÃO

**Caracterização Centesimal, Composição Química e
Atividade Antioxidante do Noni (*Morinda Citrifolia* L.)
Cultivado no Município de Zé Doca-MA.**

Liane Caroline Sousa Nascimento

2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO NONI (*MORINDA CITRIFOLIA* L.)
CULTIVADO NO MUNICÍPIO DE ZÉ DOCA-MA.**

Liane Caroline Sousa Nascimento

Sob a Orientação da Professora
Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa

e Co-orientação da Professora
Davina Camelo Chaves

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ
Junho de 2012

615.321
N244c
T

Nascimento, Liane Caroline Sousa, 1983-
Caracterização centesimal, composição
química e atividade antioxidante do noni
(*Morinda Citrifolia* L.) cultivado no
Município de Zé Doca-MA / Liane Caroline
Sousa Nascimento - 2012.
69 f.: il.

Orientador: Maria Ivone Martins Jacintho
Barbosa.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

Bibliografia: f. 60-69.

1. Noni (Planta) - Uso terapêutico -
Teses. 2. Noni (Planta) - Composição -
Teses. 3. Noni (Planta) - Cultivo - Zé
Doca (MA) - Teses. 4. Alimentos - Teor
vitamínico - Teses. 5. Vitamina C - Teses.
6. Antioxidantes - Teses. I. Barbosa,
Maria Ivone Martins Jacintho, 1977-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos. III.
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

LIANE CAROLINE SOUSA NASCIMENTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Tecnologia de alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____/____/____

Dsc. Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa. UFRRJ
(Orientadora)

Dsc. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur. UFRJ

Dsc. Maria Cristina Jesus Freitas. UFRJ

DEDICATÓRIA

A Deus, pela vida, saúde, por suas bênçãos e força para superar obstáculos e conseguir mais uma vitória profissional.

Aos meus pais Paraci e Celeste, pela educação, estímulo ao conhecimento e por acreditar que minha jornada não seria fácil, mas não impossível de ser alcançada, suportando a minha ausência e dando-me forças para vencer.

Às minhas irmãs Aleksandra e Vanêssa, pelo apoio, amizade, dedicação e companheirismo desde os meus primeiros passos ajudando-me a entender o significado da vida.

Aos meus sobrinhos, Marina e Arthur, pelo amor incondicional.

Meu amor por vocês é eterno!!!

AGRADECIMENTOS

Senhor, tudo é teu. Agradeço - te o dom da vida, o novo dia, o sol que me aquece, a família presente. Obrigada pelo dom da sabedoria e do discernimento que Tu me destes.

À minha orientadora Maria Ivone, pela paciência, força e apoio dado nesses anos e principalmente pelo carinho e amizade que me proporcionou nos momentos mais difíceis.

A co-orientadora, Davina Camelo, pelas suas contribuições e sugestões dadas.

Aos meus pais e irmãs pelo amor, companheirismo, incentivo, e por sempre acreditarem nos meus ideais me deixando partir em busca do meu crescimento profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao coordenador operacional do Minter, Arlan Freitas, pelo empenho e dedicação frente a essa proposta, pelo esforço e principalmente pela atenção e amizade.

Ao IFMA – campus Zé Doca, pela disponibilidade do plantio, por compreender esse momento difícil, pelas possibilidades que me foram ofertadas. E a todos os colegas pelas contribuições prestadas durante a minha ausência.

Ao mestre Apolinário que com toda a sua simplicidade mostrou sabedoria e conhecimento, que carinhosamente cuidou da área de plantio, sempre alegre e dedicado a nós dois: eu e o noni.

Aos meus amigos Graça Sousa e Anselmo Neto. À primeira pela companhia, pela amizade e lealdade. Ao segundo por sempre acreditar que eu era capaz, pelo incentivo e pela dedicação em fazer o noni crescer.

Aos professores do mestrado, pelas aulas ministradas, pelo aprendizado adquirido, em especial às professoras Tatiana Saldanha e Louise pelas contribuições dadas para realização desse trabalho.

Ao professor Armando Sabaa, pelo carinho, incentivo, por abrir as portas do laboratório para realização de algumas análises. A todo o pessoal da UFRJ que esclareceu minhas dúvidas.

Ao IFMA e a UFRRJ por essa oportunidade de ingresso no Mestrado Interinstitucional – MINTER, através do programa de pós graduação celebrado entre as duas instituições.

Aos meus tios: Zé, Flor e Henrique, e suas famílias, pelo acolhimento, pelo cuidado e pela torcida.

Aos colegas do Minter, em especial, Pastora, Adeval, Nonato, Júnior, Antonia e Marcelino, pela convivência, pelas risadas, por auxiliar nos trabalhos, pela descontração e até pelo desenvolvimento de novos métodos de secagem.

A minha prima Thâmara Sousa e às amigas: Elaine Almeida, Edysamia Lopes e Iêda Rayol por me ajudarem principalmente no início desta caminhada, pelos materiais didáticos, pelas pesquisas, pelo inglês e por todas as dúvidas esclarecidas.

Aos meus tios, à Thamires, Thalita e minha avó Neusa, por todos os ensinamentos guardados que ficarão para o resto da minha vida.

Aos meus alunos, em especial Rômulo e Leandro, pela companhia no laboratório, por estarem sempre dispostos a ajudar.

E a todos, que direta ou indiretamente me ajudaram a realizar esse sonho, e que de alguma forma não foram citados.

“Deus disse: “Produza a terra plantas, ervas que contenham semente e árvores frutíferas que deem fruto segundo a sua espécie e o fruto contenha a sua semente.” E assim foi feito. A terra produziu plantas, ervas que contêm semente segundo a sua espécie, e árvores que produzem fruto segundo a sua espécie, contendo o fruto a sua semente. E Deus viu que isso era bom”.

Gênesis 1, 11-12.

RESUMO

NASCIMENTO, Liane Caroline Sousa. **Caracterização Centesimal, Composição Química e Atividade Antioxidante do Noni (*Morinda Citrifolia* L.) Cultivado no Município de Zé Doca-MA**. 69p Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Este trabalho descreve a investigação da composição centesimal, química e atividade antioxidante de *Morinda citrifolia* L. (*Rubiaceae*), originário do sudoeste da Ásia, popularmente conhecida como noni, que vem se configurando no território brasileiro como um vegetal com grande potencial fitoterápico. O conhecimento popular tem feito com que o fruto esteja presente constantemente na dieta alimentar maranhense. No início do segundo semestre de 2010 foram plantadas mudas da espécie em duas áreas experimentais do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Zé Doca-MA, divididas por época de plantio. Após três meses do plantio na primeira área o processo de frutificação foi iniciado, sendo possível realizar as análises bromatológicas. Para composição centesimal verificou-se na polpa, semente e mistura de ambos, respectivamente: o teor de cinzas ($0,82\% \pm 0,01$; $0,60\% \pm 0,01$ e $0,79\% \pm 0,03$); a umidade ($90\% \pm 0,01$; $28,34\% \pm 0,01$; $80,64\% \pm 0,05$); proteínas ($4,2\% \pm 0,01$; $7,47\% \pm 0,06$; $4,70\% \pm 0,02$); lipídeos totais ($0,34\% \pm 0,04$; $0,79\% \pm 0,03$; $0,63\% \pm 0,07$); carboidratos ($2,68\% \pm 0,01$; $25,83\% \pm 0,02$; $13,24\% \pm 0,01$) e valor calórico ($30,58$ kcal/100g $\pm 0,02$; $140,31$ kcal/100g $\pm 0,03$; $77,43$ kcal/100g $\pm 0,03$). Verificou-se na polpa e semente os valores de fibras alimentares solúveis ($0,51 \pm 0,04$; $0,93\% \pm 0,03$) e insolúveis ($1,44 \pm 0,05$; $36,04\% \pm 0,38$). Para caracterização química verificou-se na polpa, semente e mistura de ambos: o °Brix ($8,17 \pm 0,05$; -), a acidez total ($0,54 \pm 0,02$; $0,28 \pm 0,01$; $0,62 \pm 0,02\%$) e o pH ($3,95 \pm 0,07$; $4,5 \pm 0,04$; $4,1 \pm 0,05$), a relação ATT/SS na polpa foi de $14,97 \pm 0,07$. O Teor de ácido ascórbico foi calculado pelo método Tilmans, nas frações polpa e semente ($117,33 \pm 0,01$; $24,33 \pm 0,03$), expressos em mg/100g amostra. As análises da capacidade antioxidante foram realizadas em três partes diferentes: polpa, casca e semente utilizando extrato alcoólico ($11,63 \pm 0,07$; $10,03 \pm 0,04$; $11,19 \pm 0,01$) e extrato aquoso ($7,20 \pm 0,07$; $6,98 \pm 0,07$; $7,60 \pm 0,01$), através do sequestro do radical livre DPPH, expressos em μ M de Trolox/g amostra. Foi ainda avaliada a capacidade antioxidante dos diferentes extratos, das três partes do fruto e o extrato alcoólico (98,78% na polpa; 84,76% na casca e 94,96% na semente) apresentou capacidade antioxidante bem maior que o extrato aquoso (8,08% na polpa, 5,22% na casca e 22,66% na semente) sendo o destaque dado à polpa, seguido da semente e da casca, respectivamente. Demonstrou-se que os frutos do noni cultivados no município de Zé Doca apresentaram uma rica fonte nutricional importante fato que justifica sua inserção na dieta alimentar. Cabe destacar que a polpa apresentou um elevado teor de vitamina C, e atividade antioxidante, e a semente um relevante teor de fibras insolúveis, sugerindo que esse produto pode ser inserido no mercado consumidor por ser um alimento nutritivo e com grande potencial fitoterápico.

Palavras-chave: noni. ácido ascórbico. antioxidantes.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Liane Caroline Sousa. **Centesimal Characterization, Chemical Composition and Antioxidant Activity of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Cultivated in the municipality of Zé Doca-MA.** 69p. Dissertation (M.Sc. in Science and Food Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

This paper describes the investigation of the centesimal composition, chemical and antioxidant activity of *Morinda citrifolia* L. (*Rubiaceae*), native of Southeast Asia, popularly known as noni, which has emerged in Brazil as a plant with great healing potential. The empirical knowledge of the population has meant that the fruit is constantly present in the diet of Maranhão. Early in the second half of 2010 seedlings of the species were planted in two experimental areas of the Federal Institute of Maranhão (IFMA), Campus of Zé Doca-MA, broken down by planting time. After three months of the planting in the first area the fruiting process was initiated, and it was possible to perform bromatologic analyzes. For the centesimal composition was found in pulp, seed and mixtures of both, respectively: the ash content ($0,82\% \pm 0,01$; $0,60\% \pm 0,01$ e $0,79\% \pm 0,03$), moisture ($90\% \pm 0,01$; $28,34\% \pm 0,01$; $80,64\% \pm 0,05$), proteins ($4,2\% \pm 0,01$; $7,47\% \pm 0,06$; $4,70\% \pm 0,02$), total lipids ($0,34\% \pm 0,04$; $0,79\% \pm 0,03$; $0,63\% \pm 0,07$), carbohydrates ($2,68\% \pm 0,01$; $25,83\% \pm 0,02$; $13,24\% \pm 0,01$) and calorific value ($30,58\text{kcal}/100\text{g} \pm 0,02$; $140,31\text{ kcal}/100\text{g} \pm 0,03$; $77,43\text{ kcal}/100\text{g} \pm 0,03$). It was found in the pulp and seed values soluble dietary fiber ($0,51 \pm 0,04$; $0,93\% \pm 0,03$) and insoluble ($1,44 \pm 0,05$; $36,04\% \pm 0,38$). For the chemical characterization it was found in the pulp, seed and mixtures of both: ° Brix ($8,17 \pm 0,05$; -), the total acidity ($0,54 \pm 0,02$; $0,28 \pm 0,01$; $0,62 \pm 0,02\%$) and pH ($3,95 \pm 0,07$; $4,5 \pm 0,04$; $4,1 \pm 0,05$), the relationship TA / SS pulp was $14,97 \pm 0,07$. The content of ascorbic acid was calculated by the method Tilmans, pulp and seed fractions ($117,33 \pm 0,01$; $24,33 \pm 0,03$), expressed in mg/100 g sample. The antioxidant capacity analyzes were performed in three different parts: the pulp, peel and seed using alcoholic extracts ($11,63 \pm 0,07$; $10,03 \pm 0,04$; $11,19 \pm 0,01$) and aqueous extract ($7,20 \pm 0,07$; $6,98 \pm 0,07$; $7,60 \pm 0,01$) through the sequestration of free radical DPPH, expressed in mM of Trolox / g sample. It was further evaluated the antioxidant capacity of different extracts of the three parts of the fruit and alcoholic extract (98.78% in pulp, 84.76% in peel and 94.96% in the seed) showed much higher antioxidant capacity than the aqueous extract (8.08% in the pulp, 5.22% in peel and 22.66% in the seed) and the prominence given to the pulp, followed by seed and peel, respectively. It was demonstrated that the noni fruit grown in the municipality of Zé Doca presented a rich source of nutrition important fact that justifies its inclusion in the diet. It should be noted that the pulp showed a high content of vitamin C and antioxidant activity, and seed a significant amount of insoluble fiber, suggesting that this product can be inserted in the consumer market for being a nutritious food with great herbal medicine potential.

Keywords: noni. ascorbic acid. antioxidants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Arbusto jovem de <i>Morinda citrifolia</i> L. (A); Inflorescências na formação do fruto (B).	06
Figura 2- Fases de maturação do fruto (A); Frutos em diferentes estádios em uma mesma planta (B).	07
Figura 3 - Ilustração da Atividade Antioxidante no combate aos Radicais Livres (MACERATTI, 2012).	13
Figura 4 - Estruturas Químicas de Antioxidantes sintéticos e naturais.	15
Figura 5 - Estrutura Molecular do Ácido Ascórbico (ROSA, et al, 2007).	19
Figura 6 - Esquema da reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido desidroascórbico, com a formação do radical ascorbila como composto intermediário (BUETTNER & SCHAFER, 1997).	20
Figura 7 - Localização do Município de Zé Doca no Maranhão (IBGE,2012)	27
Figura 8 - Frutos maduros no ponto ótimo das análises	29
Figura 9 - Preparo das amostras para análises: Fruto descascado (A); Polpa (B); Polpa+Semente (C); Semente para secagem e trituração (D).	30
Figura 10 – Estabilização do radical livre DPPH• (RUFINO et al., 2007).	39
Figura 11 - Gráfico de comparação da quantidade de Vitamina C, expresso em mg/100g de amostra fresca, nas polpas de diferentes frutos (CANUTO, et al, 2010; TACO, 2011).	53
Figura 12 -- Gráfico de comparação da Atividade Antioxidante expresso em μ MTrolox/g de amostra, nas polpas de diferentes frutos.	56
Figura 13 - Representação gráfica da % SRL dos diferentes extratos do fruto do noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.).	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nomes populares de <i>Morinda citrifolia</i> (MORTON, 1992; NELSON, 2003).	05
Tabela 2 - Fontes de antioxidantes na dieta (BIANCHI, et al, 1999).	14
Tabela 3 - Classificação dos antioxidantes e suas funções (BAILEY, 1996).	16
Tabela 4 - Doses Diárias Recomendadas de Vitamina C (ANVISA, 2005).	22
Tabela 5 – Alimentos Fontes de Vitamina C	23
Tabela 6 – Principais métodos utilizados na determinação da atividade antioxidante de noni e seus sub-produtos, em estudos realizados de 2005 – 2012.	25
Tabela 7 - Caracterização morfológica do fruto do noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.).	41
Tabela 8 - Composição centesimal da polpa, semente e mistura polpa + semente do noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.).	43
Tabela 9 – Comparação entre os Valores Diários (VD) recomendados pela RDC 360/2003 para parâmetro da informação nutricional de polpa de frutas comumente consumidas no Brasil.	49
Tabela 10 - Valores médios de pH, Acidez Total e Sólidos Solúveis nas partes do fruto do noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.) <i>in natura</i> .	50
Tabela 11 - Atividade Antioxidante do fruto do noni (<i>Morinda citrifolia</i> L.) frente ao radical DPPH•	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS:	3
2.1. Objetivos Gerais	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Origem e Distribuição	4
3.2. Caracterização Botânica	4
3.3. Utilização do Noni no Tratamento de Doenças	8
3.3.1. Efeitos Adversos	9
3.3.2. Proibição do Consumo	10
3.4. Composição Química e Nutricional	11
3.5. Atividade Antioxidante	12
3.5.1. Radicais Livres	12
3.5.2. Antioxidantes	14
3.5.3. Compostos Fenólicos	17
3.6. Ácido Ascórbico	17
3.6.1. Funções Biológicas	20
3.6.2. Recomendações	21
3.6.3. Principais Fontes de Vitamina C	23
3.7. Métodos de Avaliação da Atividade Antioxidante	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1. Área do Experimento	27
4.2. Obtenção das Amostras (frutos)	28
4.2.1. Caracterização Morfológica e Massa dos Fruto Colhidos	28
4.2.2. Seleção e Higienização	29
4.2.3. Separação das Partes dos Frutos	29
4.3. Determinação da Composição Centesimal	31
4.3.1. Umidade	31
4.3.2. Cinzas ou Resíduo Mineral Fixo	31

4.3.3. Proteínas (Nitrogênio Total)	32
4.3.4. Lipídeos	33
4.3.5. Carboidratos Totais	34
4.3.6. Fibras Alimentares Totais (FAT)	34
4.3.6.1. Fibras Insolúveis (FI)	34
4.3.6.2. Fibras Solúveis (FS)	35
4.3.7. Valor Calórico (VC)	35
4.3.8. Informação nutricional da polpa de noni	36
4.4. Caracterização Química e Físico-Química	36
4.4.1. pH	36
4.4.2 Acidez Total Titulável (ATT)	36
4.4.3. Sólidos Solúveis (°Brix)	37
4.4.4. Relação SS/ATT	37
4.5. Teor de Ácido Ascórbico	37
4.6 Atividade Antioxidante	38
4.6.1 Preparo dos Extratos: alcoólico e aquoso	38
4.6.2 Determinação da Atividade Antioxidante pelo método DPPH•	38
4.7. Sequestro do Radical Livre	39
4.8. Análise Estatística	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. Caracterização Morfológica dos Frutos	41
5.2. Composição Centesimal do Fruto do Noni	42
5.2.1. Informação Nutricional da Polpa Simples de Noni	46
5.3. Caracterização Química	50
5.4. Teor de Ácido Ascórbico	52
5.5. Atividade Antioxidante	54
5.6. Sequestro do Radical Livre (%SRL)	56
6. CONCLUSÕES	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

Os vegetais sempre estiveram presentes como elemento essencial na dieta alimentar e seu uso no combate a doenças acompanha o processo evolutivo da humanidade. Desde a pré-história que raízes, folhas e outras partes das plantas vêm sendo utilizadas, mesmo que empiricamente, na cura ou controle de algumas infecções, e as informações sobre seu poder curativo são passadas às gerações posteriores.

A preferência pelo uso de plantas no tratamento de doenças se deve principalmente ao fato da maioria dos frutos apresentarem propriedades medicinais. Uns são adstringentes, outros são emolientes; uns excitam as funções gástricas, outros ativam as funções intestinais; uns desintoxicam o organismo; outros suprem o organismo de vitaminas e sais minerais (NASCENTE, 2009). Portanto, o seu consumo, além de prevenir doenças, garante a promoção da saúde.

O desenvolvimento de tecnologias na área de alimentos, a demanda socioeconômica e a exigência do mercado consumidor por alimentos *in natura* levou o mundo ao avanço de pesquisas e descobertas de frutas exóticas que podem ser fonte de riquezas nutricionais e a garantia de uma vida mais saudável. Os sucos de frutas tropicais conquistam cada vez mais o mercado consumidor, sendo o Brasil um dos principais produtores. Existe grande diversidade de produtos derivados de frutos e constante inserção de novos produtos no mercado de consumo, os quais, na maioria das vezes, ainda não foram devidamente pesquisados com respeito às suas propriedades e atividades benéficas à saúde (KUSKOSKI et al., 2006).

Morinda citrifolia Linn. é um vegetal pertencente à família *Rubiaceae*, conhecido popularmente como noni. É originária do sudoeste da Ásia e seu cultivo e consumo tem se expandido rapidamente em todas as regiões brasileiras não apenas por ser uma rica fonte de nutrientes, mas principalmente devido às propriedades fitoterápicas a ele atribuídas e à sua facilidade de adaptação.

O noni é cultivado nos mais variados tipos de solos e sobrevive em *habitats* severos, caracterizados por terrenos rochosos, arenosos, solos costeiros e vulcânicos. Apesar de tolerar a saturação dos solos, cresce e produz mais adequadamente em solos bem drenados evidenciando que se adapta em solos ácidos e alcalinos (SILVA, 2010). A planta cresce entre 3 e 10 metros e apresenta copa verde composta de folhas largas, as flores são tubulares e brancas, os frutos são chamados infrutescências, e na casca é possível visualizar as rachaduras

formadas pelos ovários de cada flor. No interior de cada fruto existem centenas de sementes marrom-avermelhadas, sendo que a frutificação ocorre o ano todo.

Nos últimos anos, tem sido verificado o crescente interesse e uso popular deste pequeno arbusto, pois têm sido difundidas diversas informações sobre a sua capacidade de cura de diversas enfermidades, inclusive o câncer; alguns chegam a afirmar que o fruto alcança mais de 120 problemas de saúde que podem ser tratados, e até curados, com a planta e seus extratos (RODRIGUEZ, 2004). As frutas e as folhas desse arbusto tem um histórico de uso tanto para a alimentação como para promover a saúde (MORTON, 1992). As raízes e as cascas têm sido utilizadas como um corante para roupas; cada parte da planta tem sua utilização medicinal no tratamento de uma variedade de doenças (PALU et al., 2007).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Vendas Diretas (ABEVD) existe mais de 18.000 distribuidores dos produtos derivados do noni cadastrados no país, sendo o Brasil o quinto mercado de TAHITIAN NONI® no mundo. Além da comercialização do suco de noni também estão à venda cápsulas de extrato seco e cápsulas do pó da planta através das farmácias de manipulação e há divulgação de suas propriedades medicinais e curativas através dos meios de comunicação (MULLER, 2007). Apesar da crescente comercialização, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) levanta dúvidas sobre a finalidade e a segurança dos produtos do noni e, por isso, seu consumo fica proibido no país. Já a Comissão Europeia permite o processamento e a mistura do noni com outros frutos em produtos industrializados, tais como: doces, produtos derivados de cereais, misturas de bebidas nutricionais, sorvetes, iogurtes, pães, geleias, molhos, conservas e condimentos (WEST, et al, 2010).

Correia et al. (2011) avaliaram a composição química de noni cultivado no Ceará e reportaram médias de 91,91% de umidade, 0,63% de cinzas, 0,08% de lipídeos totais, 1,06% de proteínas, 6,32% de carboidratos e um valor energético de 30,25 kcal/100g. Já Costa (2010), avaliando frutos do Piauí, encontrou 88,36% de umidade, 0,93% de cinzas, 0,37% de lipídeos totais, 2,24% de proteínas, 8,37% de carboidratos e um valor energético de 45,77 kcal/100g.

O fruto do noni é rico em água (90%) e os principais componentes da matéria seca parecem ser sólidos solúveis, fibras dietéticas e proteínas. O teor de proteínas chega a 11,3%, os aminoácidos principais são o ácido aspártico, ácido glutâmico e isoleucina. Os minerais correspondem a 8,4% do peso seco, e são principalmente potássio, cálcio, enxofre e fósforo

(CHAN-BLANCO et al., 2006). As principais vitaminas presentes são a vitamina A e a vitamina C em grande quantidade o que justifica seu potencial antioxidante (BARROS, 2008).

A ação antioxidante é garantida também pela presença de compostos fenólicos. Há ainda ácidos graxos (linolênico e linoleico). O suco do noni é uma rica fonte de proxeronina, um alcalóide usado para revitalizar as células, através da xeronina que provoca reações no núcleo celular, fazendo com que os nutrientes sejam absorvidos mais facilmente, melhorando a capacidade dos órgãos do corpo humano.

Segundo Correia et al., (2011), o cultivo do noni é relatado nos Estados do Acre, São Paulo, Minas Gerais, Pará, Sergipe, Ceará, dentre outros. Contudo, os estudos de pesquisa desenvolvidos com essa espécie no país ainda são incipientes. Além disso, a composição química dos frutos pode variar de acordo com fatores ambientais, genéticos, distribuição geográfica e estádios de maturação. Assim, torna-se imprescindível estudar a composição do fruto cultivado em diferentes partes do Brasil.

Devido o crescente interesse na variedade nutricional do fruto, o consumo do noni é altamente elevado, não só nos países produtores, mas também nos estados Unidos, Japão e Europa (CHAN-BLANCO et al., 2006).

Por esse motivo, resolveu-se cultivar a espécie *Morinda citrifolia* L. e realizar pesquisa com os frutos, a fim de fomentar a possibilidade de inserção do produto *in natura* para o consumo na dieta alimentar, bem como, comprovar o potencial funcional, segundo cultura popular.

2. OBJETIVOS:

2.1. Objetivos Gerais

- Avaliar a composição química, a capacidade antioxidante e Teor de vitamina C do fruto de *Morinda citrifolia* (noni) cultivado no município de Zé Doca-MA.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar morfológicamente e físico, químico e físico-quimicamente o fruto do noni, no que se refere às determinações de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras solúveis e insolúveis, pH, acidez total e sólidos solúveis (°Brix);
- Quantificar o teor de Ácido Ascórbico presente no fruto do noni.
- Determinar a atividade antioxidante do fruto do noni;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Origem e Distribuição

Morinda citrifolia Linn é originária do Sudoeste da Ásia (Indonésia) e Austrália. Sua distribuição é Pantropical. Foi levada a todas as regiões do Indo-pacífico Oriental onde se inclui: Ilhas da Polinésia (inclusive o Taiti), Melanésia e a Micronésia; Indonésia, Austrália e Sudoeste da Ásia. Também se naturalizou nas margens abertas da América Central e do Sul e em muitas ilhas da Índia Ocidental, o Bahamas, Bermuda, Florida e partes da África (NELSON, 2003).

Foi somente após o percurso feito ao sul do Pacífico, Tahiti e Polinésia que sua popularidade começou a ser difundida, onde há relatos do seu consumo a mais de 2000 anos por colonizadores polinésios do Havaí, que atribuíram ao fruto o nome noni e descobriram o seu valor para fins medicinais e utilização das raízes como corantes de tecidos, iniciando assim sua distribuição em canoas durante as viagens (NELSON, 2001).

A ampla distribuição é atribuída em parte à dispersão trans-oceânica de suas sementes flutuantes, autopolinização e sua capacidade de produzir flores e frutos o ano todo, o que implica dizer que o noni provavelmente já estava presente na Micronésia antes da chegada dos ancestrais micronesianos do Sudoeste da Ásia ha mais de 3000 anos (SILVA, 2010).

3.2. Caracterização Botânica

Morinda citrifolia é uma espécie pertencente à família *Rubiaceae*, descrita primeiramente por Antoine Laurent de Jussieu, em 1789, tem seu nome derivado do gênero *Rubia* L., do latim *rubium*, relativo à tinta vermelha produzida pelas raízes de plantas desse gênero, utilizadas para tingir tecidos (CRONQUIST, 1981, apud PEREIRA, 2007). *Rubiaceae* é a quarta maior família botânica entre as angiospermas e possui distribuição cosmopolita com 550 gêneros e 9000 espécies, dessas, 2000 são encontradas no Brasil. A maior parte das rubiáceas é própria de regiões quentes, principalmente os trópicos. A família é conhecida devido a sua importância econômica do café (*Coffea arabica*), e terapêutica do noni (*Morinda citrifolia*), sendo amplamente utilizada na medicina popular e na fabricação de fitofármacos (OLIVEIRA, 2009).

A classificação taxonômica do noni proposta por Carolus Linnaeu é expressa da seguinte forma:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Gentianales

Família: *Rubiaceae*

Gênero: *Morinda*

Espécie: *citrifolia*

Nome Botânico: *Morinda citrifolia*

O nome botânico para o gênero *Morinda* foi derivado de duas palavras do latim: *Morus*, amora, e *indicus*, indiana, em referência a sua semelhança com o fruto da amoreira *Morus alba*. O nome da espécie *citrifolia* indica a semelhança de suas folhagens com algumas espécies de citrus (NELSON, 2003).

De acordo com Morton (1992) e Nelson (2003) popularmente existem várias denominações para a espécie que variam de acordo com a cultura local de cultivo (Tabela 1).

Tabela 1 - Nomes populares de *Morinda citrifolia* L.

Nome popular	Origem
Ba ji tian	China
Nono	Tahiti
Carany Wood	Austrália
Meng Kudu	Malásia
Nhau	Sudoeste da Ásia
Painkiller Tree	Caribe
Polynesian Bush Fruit	Caribe
Grand Morinda	Vietnã
Bumbo	África
Noni	Havaí

Fonte: Morton , 1992; Nelson, 2003.

Há um grau relativamente elevado de variedade genética de frutos e folhas dentro da espécie. Variedades conhecidas incluem: *Morinda citrifolia* var. *citrifolia*; *Morinda citrifolia* var. *bracteata*; *Morinda citrifolia* - cultivar Potteri (NELSON, 2003).

O vegetal é um arbusto perene que cresce entre 3-10 metros em regiões costeiras ao nível do mar e em áreas de florestas até aproximadamente 1300 metros acima do nível do mar (WANG et al., 2002). Ele é bastante conhecido por sua facilidade de tolerância ambiental, podendo crescer em solos inférteis, ácidos ou alcalinos, ou até mesmo em solos variando de muito secos a encharcados (NELSON, 2006). Seu crescimento é ereto, composto de uma ou mais hastes principais possuem lenho de coloração amarelada de onde se desprendem ramos angulares e tetragonais. Ramos secundários com nós separados de onde emergem os racimos florais e raiz pivotante onde se desprendem as raízes secundárias (ACOSTA, 2003). Os galhos jovens apresentam estrias e coloração esverdeada (Figura 1A).



(A)



(B)

Figura 1 - Arbusto jovem de *Morinda citrifolia* L. (A); Inflorescências na formação do fruto (B).

As folhas são simples, elípticas e opostas de coloração verde brilhante na face superior e opaca na inferior (WANG et al., 2002). Apresenta-se de diferentes tamanhos em um mesmo galho e quando jovens possuem largura de tamanho bem inferior quando comparada com a folha adulta que geralmente mede 7 cm no início do desenvolvimento e 25cm de largura na fase adulta.

As inflorescências apresentam-se em capítulos solitários, e às vezes em número de 2 a 3 por axila, sendo pedúnculo glabro de 1 a 3 cm de comprimento (CORREIA, 2010). As flores unem-se basalmente e apresentam corola branca e carnosa, composta de cinco lóbulos com cálice esverdeado com cinco estames com anteras enroladas em seu ápice, onde produzem o pólen. Os estigmas medem cerca de 5 mm de comprimento e recebem o pólen no interior do cálice (Figura 1 B) .

O fruto carnudo e oval apresenta-se reunido em um sincarpo e pode crescer de 4 a 12 cm de diâmetro e apresentar uma superfície irregular coberta por poligonais em forma de seções, com aparência enrugada, semi-traslúcido e variação de cor de verde para amarelo, a quase branca, no momento da colheita. A fruta madura de coloração pouco acinzentada exala um forte cheiro de ranço devido à presença de ácido butírico (DIXON et al., 1999). O fruto é climatérico e geralmente é colhido verde ou na fase amarela ou esbranquiçada, sendo ainda possível seu transporte nessas fases, o processo de maturação é acelerado e o armazenamento acontece de 1 a 2 dias até o amolecimento, nessa última fase o fruto deve ser logo processado, antes de iniciar a deterioração (Figura 2A). É possível encontrar frutas em diferentes estádios de maturidade na mesma planta (Figura 2B), ao mesmo tempo (CHAN-BLANCO, 2006).



(A)



(B)

Figura 2 - Fases de maturação do fruto (A); Frutos em diferentes estádios em uma mesma planta (B).

As sementes, cerca de 200 por fruto, medem de 3 a 10 mm de comprimento, apresentam forma triangular marrom – avermelhada e um saco de ar ligado em uma de suas extremidades, o que as tornam flutuantes. Isso poderia ser a explicação para sua ampla distribuição nas ilhas polinésias. (WANG et al., 2002).

3.3. Utilização do Noni no Tratamento de Doenças

Com relação ao processamento do fruto, experimentos realizados em laboratório utilizando o suco, extratos, ou compostos biológicos isolados, demonstraram que o noni pode conferir benefícios à saúde na forma de eliminação dos radicais livres, devido a sua propriedade antioxidante, possuem atividades anticarcinomas, atividades anti-inflamatórias, estimulam o sistema imunológico, atuam na regulação das funções celulares e do colesterol (WANG et al., 2002). O suco do noni é eficaz na prevenção de doenças relacionadas com o estilo de vida, tais como: diabetes, hipertensão e arteriosclerose, e por isso tem sido muito consumido (KAMIYA et al., 2010). Estudos indicam que sua propriedade antioxidante minimizam efeitos tóxicos produzidos pelas drogas antineoplásicas e interferem positivamente na resposta ao tratamento do câncer (SANTOS et al., 2001).

A fruta é considerada fonte de vitamina C e compostos fenólicos, responsáveis pela atividade antioxidante (CORREIA, 2010). A cumarina garante ao fruto a propriedade de atividade anticoagulante, vasodilatadora, espasmolítica e antitrombótica (IKEDA et al., 2009).

Os principais constituintes químicos encontrados nas folhas são aminoácidos, antraquinonas, glicosídeos, compostos fenólicos, resinas, ácido ursólico, com ações terapêuticas nas desordens do açúcar e formação de coágulo no sangue, queimaduras e ferimentos na pele (ELKINS, 2002 *apud* SILVA, 2010).

Nas sementes, está presente o ácido linoléico que garante a rigidez das células, coagulação do sangue e respostas antiinflamatórias às agressões exteriores (RIOS, 2009).

No controle da pressão arterial a escopoletina é um dos fitonutrientes entre os componentes do noni responsáveis em dilatar os vasos sanguíneos previamente contraídos. Isto significa que o coração não tem que trabalhar em excesso para bombear o sangue pelos vasos contraídos (estreitos) (SOLOMON, 1999). Como resultado, a pressão arterial normaliza e o coração, se desgasta e sofre menos. Acredita-se que, além de dilatar os vasos sanguíneos, a escopoletina também se junte à serotonina. Os estudos realizados com animais demonstraram que a escopoletina pode diminuir tanto a pressão arterial normal como a alta para níveis de hipotensão (pressão arterial baixa anormal). No caso do noni, entretanto, a escopoletina interage sinergicamente com outros nutracêuticos (nutrientes que atuam como agentes medicinais) trazendo a pressão arterial alta para o nível normal, mas não para um nível inferior ao normal (SOLOMON, 1999).

No Maranhão, o suco do noni tem sido utilizado devido aos benefícios fitoterápicos a ele atribuídos, mas devido o sabor desagradável, para mascarar o aroma do noni, o consumo tem sido feito associando o suco deste fruto a outros sucos ou néctares de frutas tais como: uva, laranja, maracujá, dentre outras. O fruto pode ser encontrado nos mercados e feiras em todo o estado.

3.3.1. Efeitos Adversos

Em contrapartida, há relatos de algumas reações adversas associadas consumo do noni e seus produtos. O suco pode ocasionar elevação das enzimas hepáticas (lactato desidrogenase e transaminases), diminuir o trânsito gastrointestinal (interagindo com medicações que são usadas por via oral), potencializar o efeito dos anti-inflamatórios e impedir o crescimento de novos vasos sanguíneos, devendo ser usado com cautela em pacientes com lesões e no pós-operatório. Alguns produtos de noni contêm alto teor de açúcar e de potássio, o que pode ser potencialmente prejudicial em diabéticos e doentes com comprometimento da função renal. Além disso, por conta do seu efeito antioxidante, o noni pode interagir com a radiação ionizante e os quimioterápicos, estando contraindicado em pacientes em tratamento com quimioterapia ou radioterapia.

Algumas pesquisas mostraram casos de hepatite e até casos de transplantes de fígado devido o uso indiscriminado do noni. Milloning et al. (2005) descreveram o caso de um paciente com transaminases e desidrogenases lácticas muito elevados, que admitiu ter ingerido suco de noni, por medidas profiláticas, nas três semanas antes de sentir os sintomas, biopsia de fígado confirmou a toxicidade do suco. Imediatamente o paciente suspendeu o consumo do noni e seus níveis de transaminases voltaram ao normal após um mês de sua utilização. Stadlbauer et al. (2005) relataram dois casos de toxicidade hepática associados ao consumo excessivo do suco no noni, no primeiro caso houve insuficiência hepática fulminante, sendo necessário transplante de fígado emergencial. Já no segundo caso a função hepática foi preservada após a interrupção da ingestão do suco. A relação temporal entre a ingestão do noni e a disfunção hepática confirma sua hepatotoxicidade, em ambos os casos.

Pacientes com insuficiência renal crônica, ao ingerir suco de noni e seus produtos, ficaram com uma concentração elevada de potássio sérico no sangue, desenvolvendo hipercalemia. O suco do noni apresenta cerca de 56mg/L de potássio, esse valor é considerado elevado para pessoas com problemas renais. A dose diária a ser ingerida deve ser controlada e

acompanhada por médicos, pois pacientes com disfunção renal não conseguem absorver o potássio e acabam desenvolvendo hipercalemia (MUELLER *et al.*, 1999).

MULLER (2007) em sua pesquisa com ratas Wistar ao extrato seco de *Morinda citrifolia* durante o período gestacional percebeu que: houve atividade antiestrogênica *in vivo* de acordo com o teste uterotrófico; ausência de efeitos adversos sobre a prenhez quando administrada durante o período pré-implantação; o extrato diretamente o desenvolvimento pré-natal promovendo aumento do índice de reabsorções, prejuízo no mecanismo de parturição, aparecimento de fetos miniaturas e presença de hérnia umbilical quando administrada durante o período pós-implantação; não houve alterações no desenvolvimento geral quando administrada durante a prenhez (período pós-implantes) e lactação; ausência de toxicidade materna quando administrada durante o período pré-implantação e pós-implantação. De maneira semelhante, as descendentes expostas durante a prenhez e lactação, assim como durante a prenhez, lactação e pré-puberdade não apresentaram sinais de toxicidade sistêmica, relevantes. Os efeitos adversos observados em ratos pela administração do extrato seco (aquoso) da *M. citrifolia* durante o período gestacional indicam que o extrato pode provocar efeitos adversos para o desenvolvimento fetal e para o mecanismo de parturição. Portanto, extratos provenientes da *M. citrifolia* não devem ser utilizados por gestantes, e/ou lactantes até que sejam realizadas mais pesquisas para caracterização do risco toxicológico de seu uso durante a gestação.

3.3.2. Proibição do Consumo

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2007), as publicações científicas sobre o suco de noni têm trazido muita controvérsia sobre sua segurança como alimento. Considerando tratar-se de uma solicitação de registro de um novo alimento sem histórico de consumo no país e que teria consumo livre sem supervisão profissional, a avaliação de sua segurança deve ser baseada em critérios rígidos. É notória, ainda, a falta de estudos sistemáticos que avaliam o suco de noni em humanos nos países onde o produto é comercializado. Para Chan-Blanco *et al.* (2006), embora estudos tivessem demonstrado que a fruta tem propriedades antibióticas e antioxidantes *in vitro*, ainda não há evidências científicas que suportam os valores nutricionais e medicinais em humanos. Assim, as evidências científicas avaliadas até o momento não comprovam a segurança dos produtos contendo *Morinda citrifolia* para uso como alimento. Portanto, com o intuito de proteger e promover a

saúde da população, os produtos contendo noni não devem ser comercializados no Brasil como alimento até que os requisitos legais que exigem a comprovação de sua segurança de uso sejam atendidos.

Para a ANVISA a comercialização de qualquer alimento contendo esse ingrediente só será permitida após a comprovação de sua segurança de uso e registro, conforme determina a Resolução nº 16/1999 e a Resolução RDC nº 278/2005, respectivamente. Ressalta-se que de acordo com o artigo 56 do Decreto-lei nº 986/69 os produtos com finalidade terapêutica ou medicamentosa não são considerados alimento. No entanto, no Maranhão, facilmente é encontrado nos mercados e feiras as “garrafadas” com o suco preparado, pronto para consumo, alguns com rotulagens falsificadas e ainda associados a outros frutos.

Nos estados Unidos 19 patentes foram registradas pela Patentes e Marcas U.S.A desde 1979 (USPTO, 2005). E recentemente o consumo do suco foi legalizado pelo Comitê Científico europeu de alimentos (Scientific Committee for Food, 2002).

3.4. Composição Química e Nutricional

O fruto é composto por 90% de água, e muitos dos seus componentes da matéria seca são de sólidos solúveis, fibras dietéticas e proteínas. A composição proteica no suco de noni corresponde a aproximadamente 11,3% da matéria seca. Enquanto os minerais correspondem a 8,4% da matéria seca, e se constituem principalmente de potássio, cálcio, fósforo e traços de selênio (CHUNHIENG, 2003).

Podem ser encontrados também ácidos orgânicos (ácido caprício e ácido caprílico), alcalóide (xeronina), escopoletina, óxido nítrico, alcalóides e esteróis, além de antioxidantes. A cumarina presente no noni possui odor característico. Dentre os compostos cumarínicos, a escopoletina é responsável pela atividade antimicrobiana, antiinflamatória e antioxidante (DENG et al., 2007). Derivados cumarínicos, tais como: escopoletina, 7-hidroxicumarina (7-HC) e 4- hidroxicumarina (4-HC), em noni foram avaliados em HPLC e confirmados por Ikeda et al. (2009).

Os valores de vitamina C presentes na polpa do noni (105,3 mg/100g) estão acima do Índice Diário de Referência (IDR) para adultos, que varia de 75 mg/dia para mulheres e 90 mg/dia para homens; O teor de açúcares totais presentes na polpa do noni (5,19%) está abaixo da média geral para frutas que varia entre 6 -12% (BARROS, 2008).

Até agora, mais de 100 metabólitos secundários já foram identificados na fruta. As estruturas destes são classificadas como flavonóides, ligninas, iridóides, cumarinas, antraquinonas, polissacarídeos, terpenos, esteróis e ácidos graxos (DENG et al., 2010).

Compostos biológicos, além dos acima citados, trissacarídeos, ésteres de ácidos graxos, escopoletina, vitaminas e minerais tem sido isolados da fruta, raízes e folhas (YANG et al., 2007).

O noni processado perde parte de seus nutrientes durante as transformações. Os compostos fenólicos são bem estáveis antes de sofrerem tratamento pelo calor e desidratação. Já a refrigeração e o congelamento podem impedir a degradação de alguns antioxidantes em produtos do noni. Mesmo assim, os compostos fenólicos são mais resistentes ao tratamento com calor do que outros antioxidantes (YANG et al., 2007).

Segundo Rios et al. (2009) as sementes são ricas em ácidos graxos, tais como ácido oléico (11,7%), ácido linoléico (68,6%), ácido cáprico (0,4%), ácido palmítico (12,2%), ácido esteárico (4,36%) e ácido araquidônico (0,43%).

3.5. Atividade Antioxidante

Segundo a ANVISA, antioxidante é a substância que retarda o aparecimento de alterações oxidativas no alimento. São substâncias que presentes em concentrações baixas, comparadas ao substrato oxidável, retardam ou inibem a oxidação do substrato (SOUSA et al., 2007).

De acordo com FDA (*Food and Drug Administration*), antioxidantes são substâncias utilizadas para preservar alimentos através do retardamento da deterioração, rancidez e descoloração, decorrentes da autooxidação. Essas substâncias retardam a velocidade da oxidação, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres, complexação de metais e redução de oxidantes (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006). Oxidantes são compostos produzidos pelo metabolismo normal do corpo e, se não controlados, podem provocar danos extensivos (ROESLER et al., 2007).

3.5.1. Radicais Livres

Os radicais livres são substâncias formadas endogenamente no organismo humano que, apesar de possuir função fisiológica, podem causar lesões (JUNQUEIRA, 2010). Eles

surgem quando há deficiência ou excesso de elétrons no último orbital e o oxigênio molecular é a principal fonte de radicais livres da célula. Eles são responsáveis pelo envelhecimento e por doenças degenerativas associadas a eles, tais como: câncer, catarata, disfunções cerebrais e cardiovasculares, dentre outras (SOUSA et al., 2007). Essas moléculas por possuírem um elétron isolado, tornam-se espécies instáveis e extremamente reativas, desencadeando reações de oxidação nos ácidos graxos presentes nas membranas biológicas e em alimentos, levando à rancidez e ao desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis e à perda de valor nutricional (PRADO et al., 2009).

A produção de radicais livres é controlada nos seres vivos por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena, ou serem provenientes da dieta alimentar e outras fontes (vitaminas E e C, polifenóis e carotenóides) (SOUSA et al., 2007). Eles agem estabilizando ou desativando os radicais livres antes mesmo que eles ataquem os alvos biológicos nas células (Figura 3).

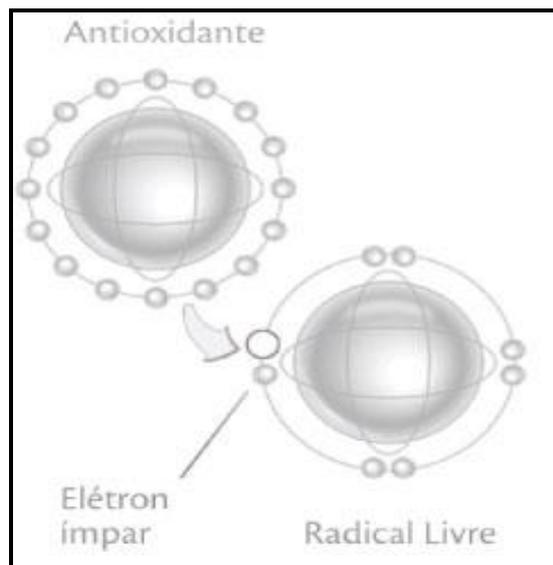


Figura 3 - Ilustração da Atividade Antioxidante no combate aos Radicais Livres.

Fonte: MACERATTI (2012).

Para Kong et al. (1998) os únicos compostos capazes de inibir a formação de radicais livres são os antioxidantes, os quais impedem, através de sua própria redução, o dano oxidativo celular e minimizam a toxicidade causada por eles.

3.5.2. Antioxidantes

Os antioxidantes estão naturalmente presentes em frutas, sendo que algumas apresentam altas concentrações de determinados grupos. Para Junqueira (2010), dentre os antioxidantes presentes nos vegetais os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos e sua quantidade é diretamente proporcional à eficiência da atividade antioxidante. Alguns deles estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Fontes de antioxidantes na dieta

ALIMENTO	ANTIOXIDANTE
Mamão/ Cenoura	β - caroteno
Brocólis/ Salsa	Flavonóides
Laranja/ Morango	Vitamina C
Chá	Catequinas
Vinho	Quercetina
Uva	Ácido elágico
Noz	Polifenóis
Repolho	Taninos
Tomate	Carotenóides

Fonte: BIANCHI & ANTUNES (1999).

Quimicamente, os antioxidantes podem ser sintéticos ou naturais, são compostos aromáticos que contém pelo menos uma oxidrila (OH). Os antioxidantes sintéticos como o butil-hidroxianisol (BHA) e o butil-hidroxitolueno (BHT), são largamente empregados na indústria de alimentos. Para serem usados em alimentos, devem ser seguros para a saúde. Já os antioxidantes naturais são substâncias bioativas tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos, que fazem parte da constituição de diversos alimentos (DUARTE- ALMEIDA et al., 2006). Em função dos possíveis problemas provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, as pesquisas têm-se voltado no sentido de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, os quais permitirão substituí-los ou utilizá-los de forma associada (SOUSA et al., 2007).

Os antioxidantes permitidos na legislação brasileira são: ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido fosfórico, ácido nerdi-idroguaiarético, BHA, BHT, citrato de monoisopropila, lecitina, galato de propila ou de duodecila ou de octila, resina de guáico, tocoferóis, etileno-diamino-tetracetato de cálcio e de sódio (EDTA), citrato de monoglicerídio e teril butil hidroxiquinina (BAILEY, 2006). Na Figura 4 estão representadas as estruturas moleculares de alguns antioxidantes.

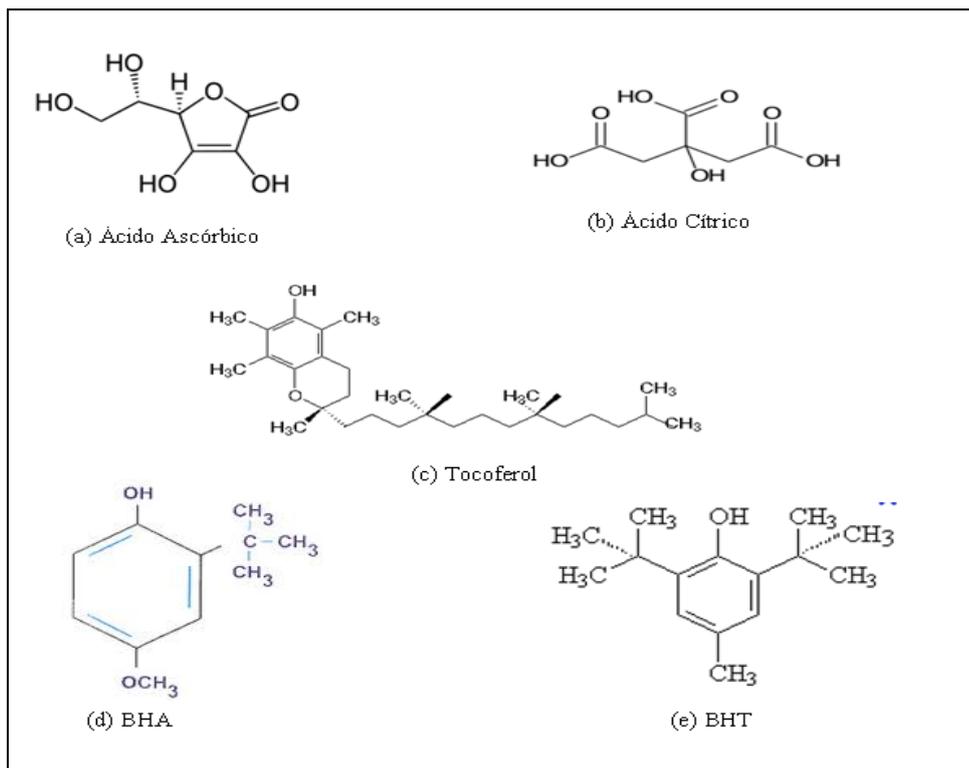


Figura 4 - Estruturas Químicas de Antioxidantes sintéticos e naturais.

De acordo com Bailey (2006) os antioxidantes, no que se refere à forma de atuação classificam-se em: primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidantes mistos. Suas ações estão resumidas na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos antioxidantes e suas funções.

TIPO	FUNÇÃO	EXEMPLOS
PRIMÁRIOS	Removem ou inativam os radicais livres	Compostos fenólicos: polifenóis, BHA e BHT
SINERGISTAS	Aumentam a atividade de compostos primários quando associados a eles.	Alguns antioxidantes primários quando usados em combinações.
REMOVEDORES DE OXIGÊNIO	Capturam oxigênio livre no meio, através de reações químicas estáveis evitando a oxidação.	Vitamina C
BIOLÓGICOS	Removem oxigênio ou compostos altamente reativos de um sistema alimentício.	Enzimas: glucose oxidase, superóxido dismutase e catalase.
AGENTES QUELANTES	Complexam íons metálicos, principalmente cobre e ferro, que catalisam a oxidação lipídica.	Ácido cítrico, fosfato e EDTA.
MISTOS	Incluem compostos de plantas e animais que são utilizados como antioxidantes em alimentos	Proteínas hidrolisadas e flavonoides

FONTE: Bailey, 1996.

O fruto do noni apresenta uma variedade de antioxidantes, dentre eles podemos destacar os compostos fenólicos, flavonóides, cumarinas, terpenos e vitamina C. Cuidados durante o processamento do fruto devem ser tomados, pois Yang et al. (2007), sugere que tanto a fermentação comercial como a fermentação caseira ao ar livre, destrói cerca de 90% da atividade antioxidante da fruta do noni, no que diz respeito ao combate dos radicais livres.

Claramente, os antioxidantes do noni são muito instáveis e perdem sua atividade em temperaturas acima de 24°C. Já a refrigeração e o congelamento são recomendáveis.

Quando submetido à pasteurização o noni não têm perda considerável de antioxidantes. Portanto, não só a luz e a temperatura, mas o tempo também é fator importante na manutenção dos antioxidantes no suco processado e armazenado (YANG et al., 2007).

3.5.3. Compostos Fenólicos

Compostos fenólicos são antioxidantes primários que agem como terminais para os radicais livres (XING et al., 1996). A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (DEGÁSPARI & WASZCZYNSKYJ, 2004). Os compostos fenólicos agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também por causa de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de ácidos graxos insaturados e de óleos (CUVELIER et al., 1992).

Os frutos em geral, contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis (HARBONE et al., 2000).

Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes fenólicos de cereais, frutas e vegetais são os principais fatores que contribuem para a baixa e significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos (ROESLER et al., 2007). Esses estudos mostram ainda, que esses compostos fenólicos, quando inclusos na dieta, além da atividade antioxidante, são também responsáveis por capacidade antiinflamatória, antimicrobiana e anticarcinogênica (ABE et al., 2007).

3.6. Ácido Ascórbico

Em 1906, o bioquímico inglês Frederick Gowland Hopkins demonstrou a existência de vários fatores acessórios nos alimentos que eram capazes de corrigir doenças existentes em alguns animais e seres humanos. Descobriu que algumas substâncias que não eram produzidas

pelo organismo, quando deficientes na alimentação diária, causavam doenças. Como uma das substâncias pesquisadas era uma amina, Funk a denominou de "vital amin" (ou amina vital), que acabou sendo abreviada para "vitamina". Hoje se sabe que as vitaminas são grupos de substâncias heterogêneas constituintes dos alimentos, eficientes em quantidades mínimas, essenciais à vida e que nem sempre apresentam amina na sua composição.

A vitamina C foi descoberta em 1912, como a principal causa do escorbuto, quando marinheiros caíam doentes depois de um ou dois meses no mar, apresentavam as gengivas inflamadas e inchadas, apodrecendo com mau-hálito, os dentes caíam todos, apareciam feridas e hemorragias nas mucosas e na pele, sobrevinham à fraqueza, a anemia, e, gradualmente, a morte.

Em 1965 a nomenclatura *L-treo-2-hexenona-1,4-lactona* ou vitamina C foi modificada oficialmente para ácido *L-ascórbico* pela comissão de nomenclatura bioquímica da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). O nome ácido ascórbico designa a atividade antiescorbútica da vitamina C e deriva da antiga forma inglesa *scorby* da palavra escorbuto (ROSA et al., 2007).

O Ácido Ascórbico (A.A.), conhecido genericamente como vitamina C, é um composto redutor relativamente forte, com forma de cristal branco, inodoro e termolábil (SMIRNOFF, 2000; AZULAY, et al, 2003 apud BARBOSA, et al, 2008), solúvel em água (hidrossolúvel) e pouco solúvel em solventes orgânicos, que se encontra largamente distribuído nos reinos animal e vegetal, sendo utilizada na hidroxilação de diversas reações químicas celulares que apresenta caráter ácido e ação redutora características que são atribuídas à presença do grupo enodiol $-COH=COH-$ (ANDRADE et al., 2002). A determinação dessa vitamina em alimentos é importante tanto pelo seu valor nutricional, como pelo fato de ser usada pela indústria de alimentos como um alimento antioxidante. Esta vitamina é oxidada quando exposta por um período prolongado a altas temperaturas, à luz e armazenamento.

A molécula de ácido ascórbico é constituída por 6 átomos de carbono, 6 átomos de oxigênio e 8 átomos de hidrogênio organizados num arranjo molecular específico apresentando carbonos quirais (BATISTA & CALVÁRIO, 2002). Apresenta um anel γ lactona quase planar com dois centros quirais nas posições 4 e 5 (Figura 5), determinando dois pares de estereoisômeros: os ácidos *L* e *D* ascórbico e os ácidos *D* e *L* isoascórbicos. São epímeros (par de diastêromeros que diferem entre si somente na configuração de um único átomo). Os ácidos *L*-ascórbico e *D*-isoascórbico (este último possui somente 5% de atividade

vitamínica) e os ácidos *D*-ascórbico e *L*-isoascórbico (não possuem atividade vitamínica). A oxidação reversível devido à perda de um átomo de hidrogênio (perda de um elétron) leva ao radical semideidroascórbico ou ascorbato (ROSA et al., 2007).

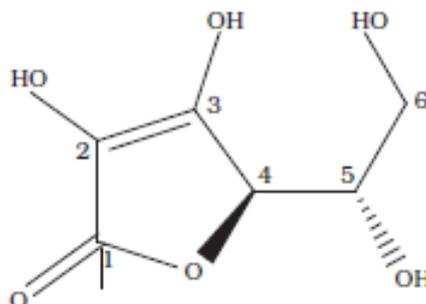


Figura 5 - Estrutura Molecular do Ácido Ascórbico

Fonte: ROSA et al., 2007.

O ácido ascórbico pode ser considerado como derivado enólico dos ácidos aldônicos. Ele é biossintetizado a partir do ácido *D*-glucorónico, sendo o ácido *L*-gulónico e a *L*-gulonolactona os intermediários (BATISTA & CALVÁRIO, 2002). O ácido ascórbico existe na forma de γ -lactona.

A reação de oxidação do ácido ascórbico forma o radical ascorbila (RA) como composto intermediário, sendo este sensível para a atividade antioxidante da vitamina C (BUETTNER & SCHAFER, 1997). No organismo vivo, a maior parte do A. A. está mantida em estado reduzido por redutores endógenos, e somente uma pequena quantidade está presente como ácido desidroascórbico ou outro produto oxidativo como o monoânion ascobarto (BUETTNER & SCHAFER, 2004), (Figura 6).

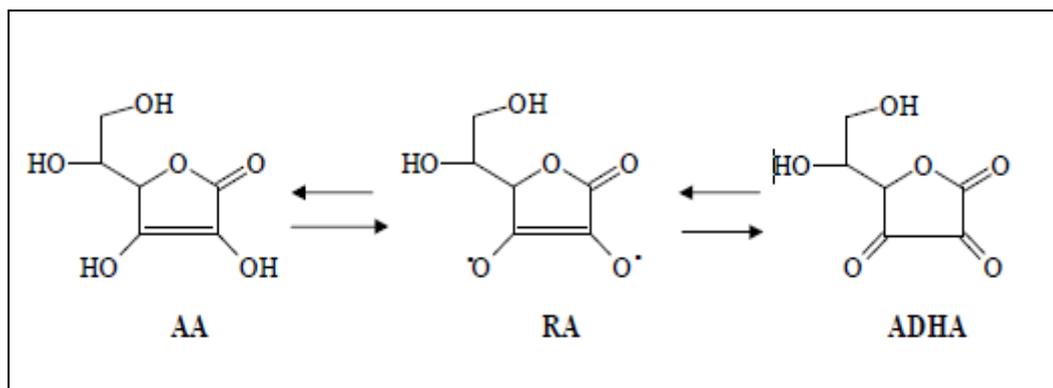


Figura 6 - Esquema da reação de oxidação do ácido ascórbico a ácido desidroascórbico, com a formação do radical ascorbila como composto intermediário.

Fonte: BUETTNER & SCHAFFER, 1997.

Esta vitamina não é utilizada para fins estruturais nem gerações de energia, mas, é um componente essencial da dieta, pois os seres humanos e outros primatas são incapazes de sintetizá-la endogenamente (BARBOSA & ANDRADE, 2008). Neles, a deficiência, geneticamente determinada, da gulonolactona oxidase, impede a síntese do ácido L-ascórbico a partir da glicose (NISHIKIMI et al., 1994 apud LEONE, 2009).

3.6.1. Funções Biológicas

A vitamina C atua na fase aquosa como excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação dos lipídeos (BIANCHI & ANTUNES, 2009). No entanto, dentre várias outras funções fisiológicas, tem o alto poder de reciclar a vitamina E no processo de peroxidação lipídica das membranas e lipoproteínas (SOUSA et al., 2007). Ela é essencial para várias funções do organismo, entre elas a síntese, manutenção e proteção de colágeno (integridade celular), L-carnitina, neurotransmissores, metabolismo de proteínas, favorece a atividade imunológica e cicatrizante. Estudos demonstram ainda, que o AA tem sido usado como complementação aliada ao tratamento convencional para úlcera e gastrite (BARBOSA & ANDRADE, 2008). A deficiência desta vitamina causa o escorbuto, o qual é caracterizado por fraqueza, cansaço, depressão e hemorragia.

Sua função biológica principal é antiescorbútica, facilita a circulação sanguínea, favorece a boa dentição, forma tecido osteóide, auxilia na defesa contra infecções, aumenta a

resistência a infecções, protege o sistema vascular, principalmente os capilares, colabora com o ferro na formação da hemoglobina, ajuda na absorção do ferro, auxilia a função glandular, sobretudo na supra-renal, contribui para o desenvolvimento dos ossos, tem papel significativo no tecido conjuntivo, favorece a cicatrização de queimaduras e gengivas que sangram (BATISTA & CALVÁRIO, 2002).

As vitaminas A (retinol), C (Ácido Ascórbico) e E (β -tocoferol) são antioxidantes não enzimáticos, assim como os flavonoides, licopeno e bilirrubina (SIES, 1993). Esses compostos atuam em três mecanismos de defesa orgânica contra as Espécies de Oxigênio Reativas (EOR). A primeira linha, que é a de prevenção, se caracteriza pela proteção contra a formação das substâncias agressoras. A segunda linha é a interceptação, e neste estágio os antioxidantes precisam interceptar os radicais livres, os quais, uma vez formados, iniciam suas atividades destrutivas. E a última linha é o reparo. Ela ocorre quando a prevenção e a interceptação não foram completamente efetivas e os produtos da destruição pelos radicais livres estão sendo continuamente formados em baixas quantidades e desta forma podem se acumular no organismo (KONG et al., 1998).

3.6.2. Recomendações

A dose diária média de vitamina C necessária para prevenir o escorbuto é de 46 mg (ANDRADE et al., 2002). No Brasil, em geral, o Índice Diário Recomendado (IDR) é de 45mg para adultos (ANVISA, 2004).

As necessidades de vitamina C, por dia, variam em função de: idade, sexo, grupo de risco, altura, necessidade calórica, estado de gravidez e lactação, e com os critérios que são aplicados em cada país individualmente. Os valores diários recomendados (ANVISA, 2004) de acordo com as faixas etárias e critérios estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Doses Diárias Recomendadas de Vitamina C

Classes	Faixa Etária	D. D. R.¹ (mg)
	0-6 meses	25
	7-11 meses	30
Crianças	1-3 anos	30
	4-6 anos	30
	7-10 anos	35
	Gestantes	1 ao 9º mês
Lactantes	1 ao 6 mês	70
	7º ao 12º mês	70
Adultos		45

1 - I.D.R – Índice diário recomendado.

Fonte: ANVISA, 2005.

Os médicos recomendam que as mulheres grávidas aumentem a sua ingestão de vitamina C em cerca de 30% e durante a lactação é aconselhado um aumento de até 60-70% de forma a garantir as necessidades da mãe, dado que um litro de leite materno contém cerca de 50 mg de vitamina C. Durante um período pós-operatório ou durante a cura de feridas superficiais, os suplementos de vitamina C contribuem para a prevenção de infecções e promove a reparação da pele (BAYER, 2008).

A vitamina C da dieta é absorvida de forma rápida e eficiente por um processo dependente de energia. O consumo de doses altas pode levar ao aumento da concentração dessa vitamina nos tecidos e no plasma sanguíneo (BIANCHI & ANTUNES, 1999). Altas dosagens podem provocar efeitos colaterais, tais como: diarreia, dor abdominal, cálculos renais, em pessoas geneticamente predispostas (ANDRADE et al., 2002).

Existem medicamentos que podem diminuir a concentração de vitamina C no organismo, como por exemplo a pílula anticoncepcional, certos antibióticos e o ácido acetilsalisílico (Aspirina). Também as operações, infecções, câncer, feridas graves, diabetes mellitus, doenças intestinais ou estomacais, “stress” permanente e consumo excessivo de álcool. É sabido também que os fumantes necessitam maior quantidade de vitamina C, pois a nicotina reduz a taxa desta vitamina no organismo.

3.6.3. Principais Fontes de Vitamina C

As frutas frescas, principalmente as cítricas (limão, laranja), são fontes ideais de vitamina C. O tomate, folhas verdes, que contém teores variáveis desta vitamina, e outras frutas, tais como acerola, caju, goiaba e uva, também são fontes alternativas (GARDENER et al., 2000).

A Tabela 5 expressa a quantidade de vitamina C em alguns vegetais que estão inseridos comumente na dieta alimentar dos brasileiros.

Tabela 5 - Alimentos Fontes de vitamina C

ALIMENTO	VITAMINA C (em mg/100g)
Abacaxi	73,2
Limão verde	63,2
Maçã Nacional	15
Espinafre	55,2
Manga-rosa	71,4
Flores de brócolis	82,7
Couve manteiga	108
Laranja pêra	40,9
Caju	119,7
Goiaba	99,2

Fonte: Silva et al., 1995; TACO (2011).

Estas indicações servem apenas para demonstrar que a vitamina C se encontra presente em todas as células animais e vegetais principalmente na forma livre e, também, unida às proteínas sendo que os valores reais de suas quantidades em frutas e hortaliças dependem muito das variáveis seguintes como tipo de planta, estado de terra, clima, permanência na fruta desde a colheita, preparação, entre outros (FIORUCCI, 2003).

O noni apresenta valores de vitamina C acima do índice diário recomendado, mas segundo SILVA et al., (2009) , a proporção que o fruto amadurece essa quantidade diminui, portanto, o fruto verde apresenta teor 73,67% maior quando comparado ao fruto de vez.

3.7. Métodos de Avaliação da Atividade Antioxidante

Vários métodos são capazes de detectar a presença e quantificar a capacidade antioxidante em alimentos, mas nenhum deles é capaz de quantificar em sua totalidade a capacidade antioxidante (OU et al., 2001). Esses métodos permitem uma rápida seleção de substâncias e/ou misturas potencialmente interessantes, na prevenção de doenças crônico-degenerativas (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

Dentre os principais métodos de análises, destacam-se o sistema de co-oxidação do β -caroteno / ácido linoleico, o método de sequestro de radicais livres DPPH \cdot -2, 2- difenil – 1- picrilhidrazila e a atividade redutora frente ao radical ABTS \cdot^+ , o cátion do ácido 2, 2'azinobis 3 etil benzotiazolino 6 sulfônico (ABTS). Em relação à atividade química envolvida, os métodos podem ser divididos em duas categorias: (1) baseado na reação de transferência de elétrons e (2) baseados na reação de transferência de átomos de hidrogênio (Oxygen Radical Absorbance Capacity - ORAC) (GONÇALVES, 2008).

O método de oxidação do β -caroteno/ácido linoleico, desenvolvido por Marco e seus colaboradores em 1968 e adaptado por Miller (1971), avalia a atividade de inibição de radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoléico. O método está fundamentado em medidas espectrofotométricas da descoloração (oxidação) do β -caroteno induzida pelos produtos de degradação oxidativa do ácido linoleico (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

O método DPPH foi desenvolvido em 1995 por Brand-Willams e seus colaboradores, que tem como base a redução da absorbância na região visível de comprimento de onda de 515 nm do radical DPPH \cdot por antioxidantes. E está baseado no descoramento de uma solução composta por radicais estáveis DPPH \cdot de cor violeta quando da adição de substâncias antioxidantes que podem ceder um átomo de hidrogênio, mudando sua coloração para amarelo translúcido (HUANG et al., 2005). Com modificações, Kim et al.(2002) aplicam o método com base na absorbância do radical de DPPH \cdot 100 μ M dissolvido em metanol a 80%, no comprimento de onda de 517 nm. Ao adicionar a amostra ou padrão, homogeneiza-se cuidadosamente e mantém em local escuro, a temperatura ambiente, por 30 minutos. A medida de absorbância é realizada no comprimento de onda de 517 nm, do radical, antes de adicionar a amostra (A0) e depois de adicionar amostra, 30 minutos de reação (Af) (SOARES et al., 2008).

O método ABTS \cdot^+ (2, 2'azinobis 3 etil benzotiazolino 6 sulfônico) baseia-se em uma reação SET (Single Electron Transfer), no qual avalia-se a capacidade do antioxidante em

sequestrar o radical ABTS^{•+}. Essa captura produz um decréscimo na absorbância a 734nm (RUFINO, 2008). É utilizado o reagente TROLOX como antioxidante de referência (antioxidante sintético similar à vitamina E). Os resultados são expressos em TEAC, atividade antioxidante equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-acido carboxílico) em µmol TEACg-1 de amostra.

O método de capacidade de absorção do oxigênio, ou ORAC, verifica a capacidade sequestradora de um antioxidante frente a formação de um radical peroxila induzido pelo 2,2'-azobis (2-aminidopropano) hidrocloreto (AAPH) a 37°C. Nesse ensaio, o radical peroxila reage com um composto fluorescente formando um produto não fluorescente. O efeito protetor do antioxidante é verificado, calculando-se a área formada abaixo da curva de decaimento da fluorescência da amostra versus tempo, quando comparada ao branco, que não apresenta antioxidantes (GONÇALVES, 2008).

Na Literatura há alguns estudos que avaliaram a atividade antioxidante de noni *in natura* e seus sub-produtos. Na Tabela abaixo está apresentada a compilação dos estudos mais recentes, que avaliaram a atividade antioxidante deste fruto.

Tabela 6. Principais métodos utilizados na determinação da atividade antioxidante de noni e seus sub-produtos, em estudos realizados de 2005-2012.

Noni	Extrato	Método ¹	Referência
Purê	Aquoso	DPPH	Su et al. (2005)
Purê, Suco fermentado e Noni desidratado (pó)	Aquoso	DPPH	Yang et al. (2007)
	Aquoso	DPPH e ABTS	Yang et al. (2010)
Suco e noni desidratado (pó)			
Suco de noni	Aquoso	DPPH e ORAC	Dussossoy et al. (2011)

¹DPPH, ABTS e ORAC (Capacidade de absorção de radical oxigênio): Métodos comumente utilizados para determinar a atividade antioxidante.

Confome observado acima, ainda são poucos os estudos que avaliaram a atividade antioxidante do noni e seus sub-produtos. Na maioria dos estudos a atividade antioxidante foi avaliada em extratos aquosos obtidos de purê (SU et al., 2005; YANG et al., 2007), de suco

de noni com ou sem fermentação (YANG et al., 2007; YANG et al., 2010; SU et al. 2005; DUSSOSSOY et al., 2011) ou noni desidratado (YANG et al., 2007; YANG et al., 2010).

Com relação aos métodos utilizados para a avaliação da atividade antioxidante dos extratos obtidos o método comumente utilizado, na maioria dos estudos foi o DPPH (Tabela 6).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área do Experimento

Para atender aos objetivos propostos, a coleta da espécie *Morinda citrifolia* foi realizada na cidade de Zé Doca (Figura 7), localizada no estado do Maranhão, na microrregião de Pindaré, mesorregião oeste maranhense a 301 Km da capital, situado nas coordenadas 03° 24' 34" latitude Sul 45° 82' 26" longitude Oeste do meridiano de Greenwich. Abrange área de 2. 416, 053 km², limitando-se a norte com os municípios Nova Olinda do Maranhão e Araguaianã, a sul com Governador Newton Bello e São João do Carú, a leste com Penalva e Monção, a noroeste com Pedro do Rosário e ao oeste com Centro Novo do Maranhão (IBGE, 2012). Faz parte da Pré-Amazônia brasileira.

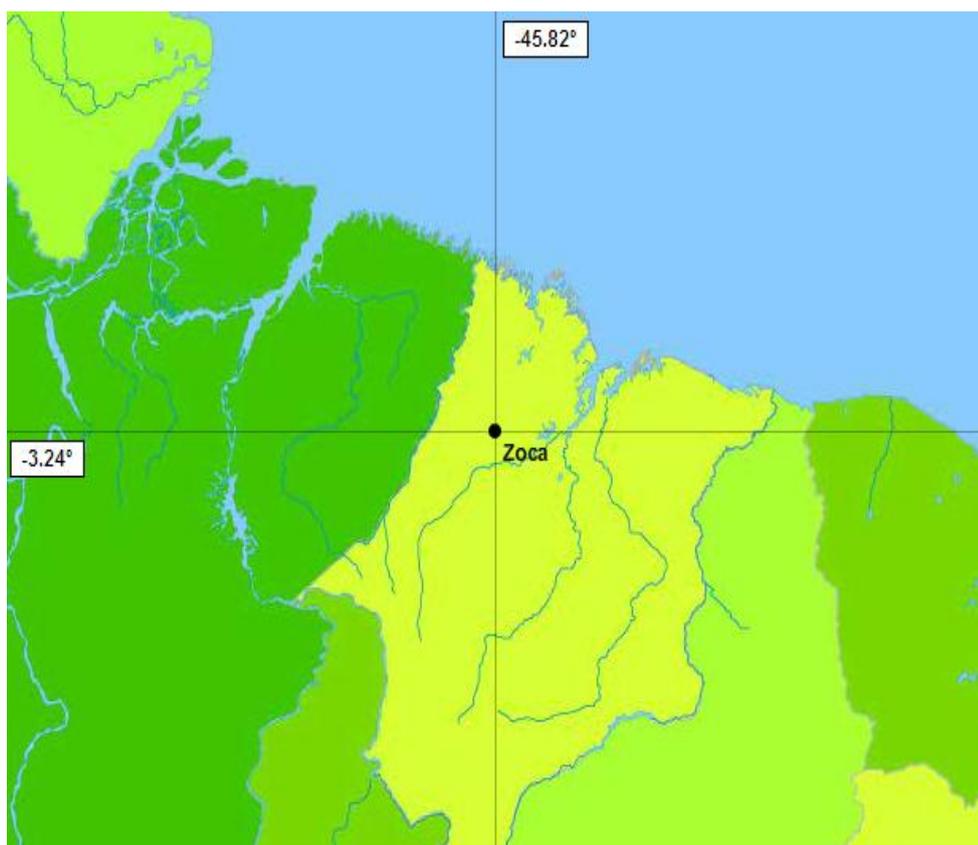


Figura 7 - Localização do Município de Zé Doca no Maranhão.

Fonte: IBGE, 2012.

Foi preparada uma área experimental dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Zé Doca. Duas partes distintas deram suporte para realização do plantio. Na primeira, foram plantadas 45 mudas obtidas em sacos de polietileno no comércio local. Na segunda área, com 288 m² (metros quadrados) foram plantadas 80 mudas provenientes de sementes obtidas na capital do estado, São Luís – MA. Nas duas áreas as plantas foram dispostas em três linhas e o espaçamento adotado foi 3m x 3m.

Todas as plantas foram adubadas com esterco bovino e quinzenalmente foi realizada adubação química com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), todos nas concentrações de 14%. A frutificação na primeira área começou três meses após o transplante das mudas para as covas, sendo possível iniciar os testes de caracterizações físico-químicas.

Na segunda área, as sementes foram semeadas em um canteiro adubado com terra e esterco caprino, a germinação ocorreu após 90 dias e as pequenas mudas transferidas para sacos de polietileno contendo terra preta e esterco bovino. Após 45 dias foram preparadas as covas e as mudas transplantadas para a área de cultivo. Após três meses do transplante foi iniciado o processo de frutificação.

4.2. Obtenção das Amostras (frutos)

Os frutos obtidos na área experimental foram colhidos nos meses de abril – novembro de 2011 no estágio de maturação verde a amarelo-esbranquiçado e conduzidas aos Laboratórios de Química e Alimentos do IFMA campus Zé Doca para realização da caracterização morfológica e das análises de composição centesimal, composição química, físico-química e atividade antioxidante.

4.2.1. Caracterização Morfológica e Massa dos Fruto Colhidos

Inicialmente, os frutos colhidos foram pesados em balança analítica digital, mediu-se a circunferência do fruto (CF) utilizando paquímetro e o comprimento longitudinal (CL) com régua graduada em cm (centímetro). Em seguida, os frutos foram acondicionados em bandejas plásticas até completar a maturação.

4.2.2. Seleção e Higienização

Quando maduros, os frutos foram lavados com água corrente para retirada das sujidades superficiais. Em seguida, foram pré-selecionadas aquelas que apresentavam o ponto ótimo de maturação (Figura 8), ou ponto ótimo para consumo e descartaram-se todas as amostras danificadas com rachaduras, amassamentos e em fase de senescência avançada.



Figura 8 - Frutos maduros no ponto ótimo das análises.

As amostras maduras selecionadas foram higienizadas por quinze minutos em solução contendo 50 ppm de cloro ativo, depois lavadas com água destilada e colocadas para secar em papel absorvente.

4.2.3. Separação das Partes dos Frutos

Após a higienização os frutos foram descascados (Figura 9A), e para análise da composição centesimal, as amostras foram divididas em três partes diferentes:

- Parte 1: Polpa (Figura 9B);
- Parte 2: Polpa + Semente (Figura 9C);
- Parte 3: Semente (Figura 9D).

Os frutos foram separados desta maneira, para verificarmos de forma independente, a composição nutricional da Polpa e da Semente do noni e avaliar a composição da mistura da

polpa com semente, que é a maneira mais utilizada para preparo do suco no Estado do Maranhão.

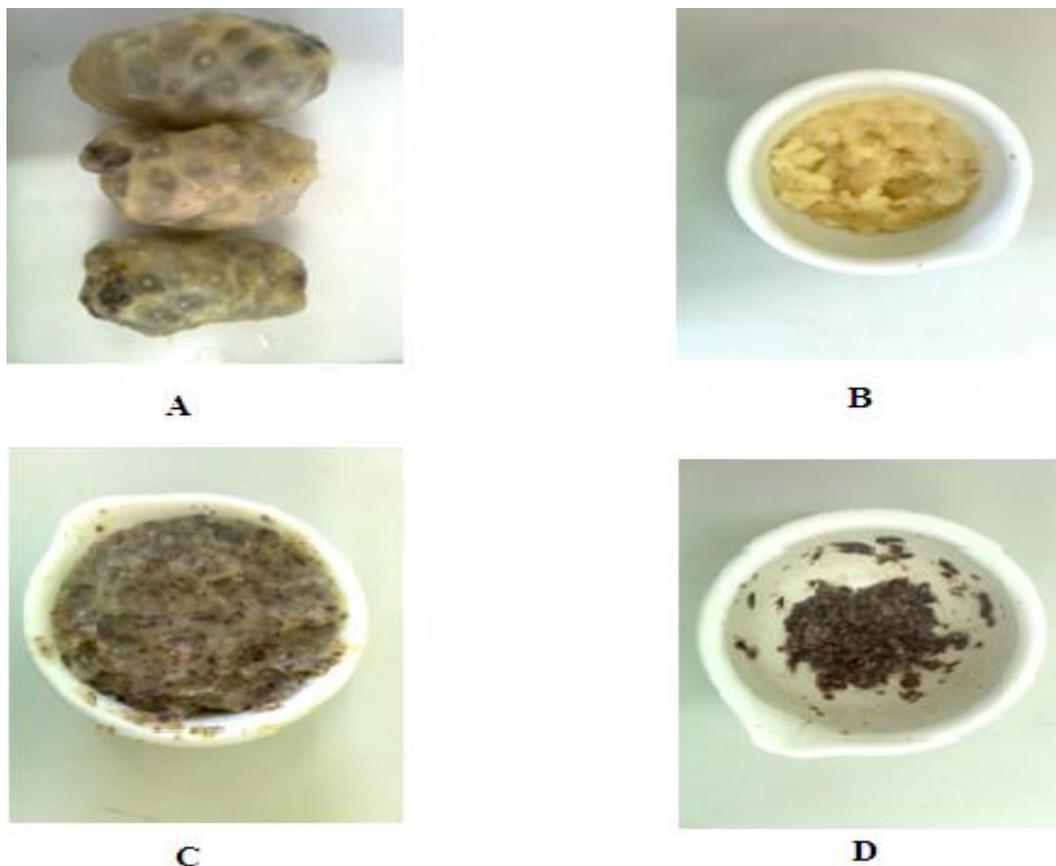


Figura 9 - Preparo das amostras para análises: Fruto descascado (A); Polpa (B); Polpa+Semente (C); Semente para secagem e trituração (D).

O descascamento foi realizado com lâmina descartável. A separação da polpa e da semente foi realizada manualmente com auxílio de uma peneira. Alguns frutos, após o descascamento foram cortados em partes menores e homogeneizados em liquidificador industrial para obtenção da fração Polpa + Semente. As sementes foram lavadas para retirada do excesso de polpa e mucilagem, em seguida seca em temperatura ambiente por 48 horas e finalmente triturada em moedor para realização das análises.

Para determinação da Atividade Antioxidante, Teor de fibras e Quantificação do Ácido Ascórbico, os frutos foram acondicionados em recipientes plásticos e estocados em freezer. Após um mês o material selecionado foi levado ao Laboratório de Análises de

Alimentos da UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) e da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), após o descongelamento foram divididos em apenas duas frações: a primeira polpa e a segunda apenas semente, conforme descrito acima. A análise de atividade antioxidante incluiu também amostras da casca.

4.3. Determinação da Composição Centesimal

As determinações de composição centesimal nas diferentes frações do fruto foram realizadas no Laboratório de Química e Alimentos do IFMA – campus Zé Doca de acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008).

4.3.1. Umidade

Para a determinação da umidade, cinco gramas (g) de misturas homogêneas das amostras foram colocadas em cápsulas de porcelanas previamente aquecidas, taradas e pesadas para serem secas em estufa a 105°C, por 3 horas. Em seguida, as amostras foram resfriadas em dessecadores, pesadas e aquecidas novamente até peso constante. Para o cálculo do teor de umidade (%U) foi utilizada a equação (1):

$$\%U = \frac{100 \times N}{P}$$

Eq (1)

Onde:

N = Perda de peso em gramas [(cápsula + amostra úmida) – (cápsula + amostra seca)]

P = massa da amostra (g)

4.3.2. Cinzas ou Resíduo Mineral Fixo

O resíduo mineral fixo (RMF) foi determinado pesando-se cinco gramas da amostra em cadinho de porcelana previamente aquecido em mufla a 550°C, resfriado em dessecador

até temperatura ambiente e pesado. A amostra foi previamente carbonizada em temperatura baixa na chama do bico de bunsen e posteriormente incinerada no forno mufla a 550°C por aproximadamente 5 horas, as cinzas ficaram brancas, e em seguida as amostras foram resfriadas em dessecadores até a temperatura ambiente e depois pesadas. Para a quantificação do teor de cinzas (%Cz) foi utilizada a equação 2:

$$\%Cz = \frac{100 \times N}{P}$$

Eq. (2)

Onde:

N = Massa em gramas de cinzas [(cadinho + cinzas) – cadinho inicial]

P = massa da amostra (g)

4.3.3. Proteínas (Nitrogênio Total)

As análises de proteínas foram realizadas através do método de determinação de nitrogênio total feita pelo processo de digestão micro Kjeldahl, onde se dá em três etapas consecutivas: digestão, destilação e titulação, cujo objetivo é liberar o nitrogênio da amostra e em seguida transformá-lo em amônia.

Na determinação de proteínas, pesou-se 0,1 grama da amostra em papel com ausência de nitrogênio (papel manteiga). Transferiu-se para um tubo de Kjeldahl, juntamente com 4,0 mL de ácido sulfúrico, 1,0g de uma mistura catalítica (K₂SO₄ e Se, numa proporção de 2:1). Os tubos de Kjeldahl foram colocados em bloco digestor, até a solução se tornar clara (aproximadamente 2 horas), esfriou-se em seguida. Foi acrescentado com cuidado, 2 mililitros (mL) de água destilada e 1mL do indicador fenolftaleína. Adaptou-se o tubo ao conjunto de destilação, mergulhando a extremidade afilada do condensador em 40 mL de ácido clorídrico (0,02 mol.L⁻¹), contendo no erlenmeyer (250 mL) e 3 gotas do indicador misto de Patterson (vermelho de metila e azul de metileno) na proporção de 5:1.

Titulou-se o excesso de ácido clorídrico (0,02 mol.L⁻¹) com solução de hidróxido de sódio (0,02 mol L⁻¹). A porcentagem do nitrogênio total (%N) foi expressa pela Equação (3).

$$\%N = \frac{(V \times 0,028)}{P} \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

V = diferença entre o volume de ácido clorídrico (0,02 mol L⁻¹) adicionado e o volume de hidróxido de sódio (0,02 mol L⁻¹) gastos na titulação da amostra em mL.

0,028 = Miliequivalente grama do N versus a concentração da solução versus a percentagem.

P = massa da amostra em gramas.

A percentagem de proteína (% P) foi determinado utilizando-se a pela Equação (4).

$$\%P = \%N \times 5,75 \quad \text{Eq. (4)}$$

Onde:

N= teor de nitrogênio total

5,755 = fator de conversão do nitrogênio para proteína vegetal.

4.3.4. Lipídeos

A determinação de lipídeos totais (% LT) foi realizada pesando-se aproximadamente três gramas da amostra em um cartucho de celulose que foi inserido no extrator tipo Soxhlet. A extração da fração lipídica foi realizada com solvente éter de petróleo sobaquecimento (~65°C), em chapa elétrica, por 6 horas. Após este período, o excesso de solvente por aquecimento em chapa elétrica. Após eliminação do excesso, os balões foram transferidos para estufa 105 °C, onde foi mantido por cerca de 1 hora (até a eliminação total do solvente). Em seguida, os balões foram resfriados até temperatura ambiente em dessecador e em seguida foram pesados para a quantificação dos lipídeos totais segundo a Equação (5).

$$\%L = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Eq. (5)}$$

Onde:

N = massa em gramas de lipídeo [(Peso do cartucho + amostra) – peso final]

P = massa da amostra em gramas

4.3.5. Carboidratos Totais

O teor de carboidratos totais (%CT) foi estimado por diferença conforme a equação abaixo (ANVISA, 2003).

$$\% \text{CT} = 100 - (\% \text{U} + \% \text{Cz} + \% \text{P} + \% \text{L} + \% \text{FAT}) \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde:

% Umidade: Umidade

% Cz Cinzas totais

% P: Proteína total

% L: Lipídeos totais

%FAT: Fibra alimentar total

4.3.6. Fibras Alimentares Totais (FAT)

Foram realizadas as análises de fibras em abril de 2012, separando as partes dos frutos congelados. As amostras foram preparadas inicialmente para ocorrer hidrólise enzimática. O produto da hidrólise foi filtrado em cadinhos, previamente tratados, contendo lã de vidro. O erlemeyer utilizado para hidrólise foi lavado juntamente com o resíduo da filtragem com 10 mL de água destilada à 70°C. A fração fibra insolúvel ficou retido na lã de vidro, enquanto que a fibra solúvel foi retirada do resíduo filtrado.

As fibras alimentares totais (FAT) foram calculadas conforme equação 7 pelo somatório das Fibras Solúveis (FS) e Fibras Insolúveis (FI).

$$\% \text{FAT} = \text{FS} + \text{FI} \quad \text{Eq. (7)}$$

4.3.6.1. Fibras Insolúveis (FI)

Os produtos dos cadinhos presos na lã de vidro foram tratados com álcool a 78%, álcool a 98% e acetona, em seguida colocados em estufa a 105°C por 24 horas, colocados em dessecadores, e depois que atingiram a temperatura ambiente, em dessecadores, foram pesados. Os cadinhos foram então colocados na mufla a 600°C por 24 horas, colocados em dessecadores e depois pesados.

4.3.6.2. Fibras Solúveis (FS)

Ao produto da filtração, adicionou-se álcool 95% a 60°C, na proporção 4:1. A mistura ficou em repouso por 1 hora à temperatura ambiente. A solução foi filtrada em cadinhos previamente tarados. Em seguida, colocados em estufa a 105°C por 24 horas, depois foram para os dessecadores até atingirem temperatura ambiente, foram pesados. Os cadinhos foram então colocados na mufla a 600°C por 24 horas, colocados em dessecadores e depois pesados.

4.3.7. Valor Calórico (VC)

A determinação do valor calórico (VC) foi realizada utilizando-se os teores, em grama (g), de carboidratos totais (CT), proteínas (PT), lipídeos (LT) das amostras e considerando-se como fatores de conversão para carboidratos e proteínas 4 Kcal/g e para os lipídeos 9 Kcal/g, por meio da Equação (8) de acordo com ANVISA (2003).

$$VC = 4CT + 4PT + 9LT \quad \text{Eq. (8)}$$

Onde:

VC = valor calórico (Kcal)

CT= carboidrato totais (g)

PT= proteínas totais(g)

LT= lipídeos totais (g)

4.3.8. Informação nutricional da polpa de noni

A informação nutricional da polpa de noni foi determinada de acordo com a Instrução Normativa N^o 1 de 2000, que estabelece os padrões de identidade e as características mínimas de qualidade gerais a que deverá observar o produto "polpa de fruta", destinado ao consumo como bebida (MAPA, 2000), com a RDC N^o360 de 2003- (ANVISA, 2003 a)- Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados e a Resolução RDC N^o359 de 2003 (ANVISA, 2003 b).

4.4. Caracterização Química e Físico-Química

As análises de pH, acidez e sólidos solúveis foram realizadas de acordo com metodologias do IAL (2008).

4.4.1. pH

Para determinação do pH 15 gramas da amostra foram diluídas em água destilada (1:1) e a leitura foi realizada em pHmetro digital calibrado com solução tampão. Determinou-se o pH por imersão direta do eletrodo nas amostras.

4.4.2 Acidez Total Titulável (ATT)

A Acidez total (ATT) foi determinada por titulação utilizando-se solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 M, fator = 1,190) até coloração róseo permanente. Pesou-se de cinco g da amostra, transferiu-se para um frasco Erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 30 mL de água. Após a homogeneização, adicionou-se de 2 a 4 gotas do indicador fenolftaleína. Em seguida foi feita a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea clara permanente. Os resultados foram obtidos conforme equação (9) e expressos em %.

$$\%ATT = \frac{V \times M \times f}{P}$$

Eq. (9)

Onde:

V= Volume (mL) de NaOH gasto na titulação.

M= Molaridade do NaOH

f= Fator de correção da solução de NaOH 0,1 M.

P= Quantidade da amostra (g)

4.4.3. Sólidos Solúveis (°Brix)

Foi utilizado o refratômetro de Campo, para calcular o °Brix apenas da polpa. O resultado foi obtido através da leitura no aparelho à 20°C.

4.4.4. Relação SS/ATT

A relação dos sólidos solúveis com a acidez (SS/ATT) foi calculada conforme descrito por Fichinello et al., (2011), dividindo-se a quantidade de sólidos solúveis pelo valor da acidez total titulável.

4.5. Teor de Ácido Ascórbico

Para determinação do ácido ascórbico, utilizou-se o Método Tillmans. Onde preparou-se uma solução padrão de AA e titulou-se em reagente de Tillmans (solução de 2,6 dicloro-fenol-indofenol – DFI 0,02%), até coloração rósea clara permanente, de acordo com a metodologia de Strohecker & Henning (1967). Em seguida, as amostras (Polpa e Semente) foram pesadas (5g) e individualmente homogeneizadas em 50 mL de ácido oxálico 1%, depois as soluções foram tituladas em Reagente Tillmans, até coloração rósea clara permanente. Os resultados foram expressos em mg/100g das amostras.

4.6 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante das partes do fruto foi avaliada através do preparo de dois extratos distintos e utilizou-se o método DPPH• para quantificar tal atividade e calculou-se a % de sequestro para verificar a eficiência das amostras em varrer os radicais livres.

4.6.1 Preparo dos Extratos: alcoólico e aquoso

Os compostos antioxidantes presentes na polpa, casca e semente do noni foram extraídos sequencialmente por solventes de diferentes polaridades, seguindo metodologia descrita por Krygier et al. (1982, *apud*, Broinizi, 2007) com adaptações. A primeira extração foi realizada utilizando álcool etílico como solvente na proporção 1:5. Vinte gramas de cada amostra foram pesadas em balões volumétricos e após a adição do solvente, a solução foi misturada em agitador magnético durante uma hora à temperatura ambiente. As soluções foram filtradas a vácuo em cadinhos filtrantes. Ao resíduo adicionou-se 100 mL de água destilada, e repetiu-se o procedimento anterior para obtenção do extrato aquoso.

4.6.2 Determinação da Atividade Antioxidante pelo método DPPH•

A atividade antioxidante foi determinada por meio da capacidade dos antioxidantes presentes nas amostras em sequestrar o radical DPPH•. Este método se baseia na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um radical livre, o DPPH•, que ao se reduzir perde sua coloração púrpura. Desta forma, avalia apenas o poder redutor do antioxidante, que ao doar um elétron se oxida, e por este motivo não detecta substâncias pró-oxidantes (DUARTE-ALMEIDA, 2006).

A atividade antioxidante realizada segundo as metodologias de Rufino et al (2007) foi determinada através da redução do radical DPPH• (2,2 – difenil, 1- picril-hidrazil) pelos antioxidantes presentes nas amostras, produzindo uma redução da absorbância. Na presença de moléculas antioxidantes, a solução é reduzida e torna-se amarela, pois o DPPH• quando reduzido forma difenil-picril-hidrazina (Figura 10), com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo a mesma ser monitorada pelo decréscimo da absorbância (SOUSA et al., 2007).

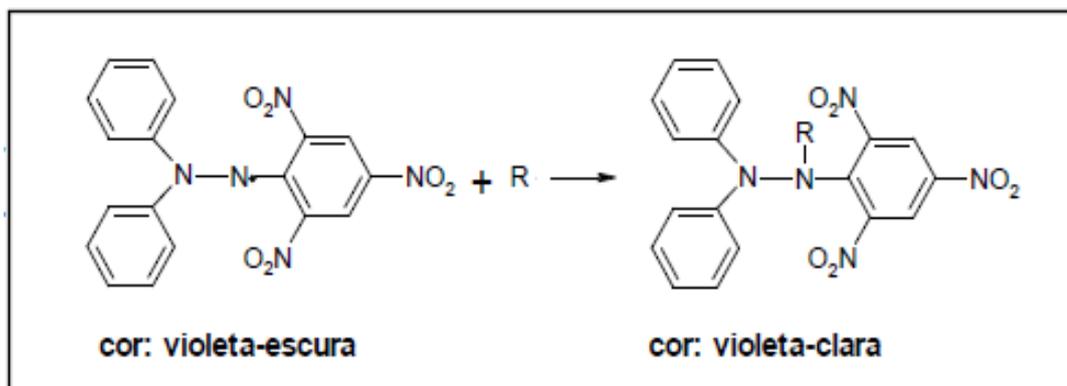


Figura 10 – Estabilização do radical livre DPPH•.

Fonte: Rufino et al. (2007).

Inicialmente foi preparada uma solução metanólica de DPPH• (2,4 mg/100mL), de forma que a mesma apresentasse aproximadamente 0,4 de absorvância em comprimento de onda de 517nm.

Avaliou-se a atividade antioxidante de diferentes extratos de três partes do fruto (polpa, casca e semente). Para avaliar tal atividade, adicionou-se 0,1 mL de cada extrato (alcoólico e aquoso) em 3,9 mL de solução DPPH•. Para a amostra controle foi utilizado o metanol na mesma proporção. As leituras das absorvâncias foram realizadas após uma hora de reação em espectrofotômetro de microplaca com incubação a 25°C em 517nm.

A concentração de DPPH• no meio de reação calculou-se conforme a curva de calibração obtida por regressão linear, formada de acordo com diferentes concentrações (100, 500, 1000, 1500 e 2000) da solução de Trolox (25 mg /50 mL de álcool metílico) e os resultados foram expressos em µM de trolox/g amostra fresca.

4.7. Sequestro do Radical Livre

A porcentagem de sequestro dos radicais DPPH• também foi calculada, conforme metodologia de Duarte-Almeida et al. (2006). Os resultados foram obtidos através da Equação 10:

$$\% \text{ SRL} = \frac{(\text{Abs. Cont.} - \text{Abs. Ams})}{\text{Abs. Cont.}} \times 100 \quad \text{Eq. (10).}$$

Onde:

SRL – Sequestro do Radical Livre;

Abs. Cont.- Absorbância do controle a 517 nm;

Abs. Ams – Absorbância da Amostra a 517 nm.

4.8. Análise Estatística

Todas as análises de caracterização morfológica, composições químicas e físico-químicas foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em percentual com média seguida do desvio-padrão (DP).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo de *Morinda citrifolia* L. foi realizado no Município de Zé Doca apresentando alta taxa de sobrevivência na área experimental (95,2%). Foi possível observar que a região apresenta condições edafoclimáticas satisfatórias para o cultivo da espécie.

Sousa et al. (2009), ao analisar diferentes substratos formulados a base de resíduos orgânicos para produção de mudas de noni na cidade de Pacajús – CE, obteve 100% de sobrevivência para todos os substratos testados, mas com diferenças de altura, número de pares de folhas, vigor, uniformidade e variável de coloração. As mudas cresceram melhor utilizando restos vegetais associados a esterco bovino ou à cama de frango. Segundo esses autores, o ambiente, a irrigação e o manejo não interferiram na sobrevivência do vegetal, mas o tipo de substrato utilizado influencia no melhor desenvolvimento do noni.

É bastante recente a tentativa de cultivo do noni no Brasil, realizado empiricamente por pessoas que trouxeram sementes do Caribe ou da Polinésia. Todavia, existe relato de plantios e facilidade de adaptação em vários estados do Brasil, como no Pará (OTELO, 2006), São Paulo, Minas Gerais, entre outros (SOUSA et al., 2009).

5.1. Caracterização Morfológica dos Frutos

Os frutos do noni apresentam formato ovalado, e sua coloração foi alterada de acordo com o estado de maturação (ALMEIDA et al., 2010). Durante o desenvolvimento os frutos podem apresentar várias matizes, dentre elas: verde, verde amarelado, amarelo esbranquiçado, cinza e/ou marrom claro quando maduro. As características morfológicas do fruto estão expressas na Tabela 7.

Tabela 7 - Caracterização morfológica do fruto do noni (*Morinda citrifolia* L.).

Massa (g)	CF (cm) ^{1,4}	CL (cm) ^{2,4}	Sementes ^{3,4}
83,24 ± 4,99	14,55 ± 0,50	6,2 ± 0,97	236 ± 18,33

¹C.F. – Circunferência do fruto; ² CL – Comprimento Longitudinal.; ³ Número de sementes no interior do fruto; ⁴ média ± desvio padrão (D.P.).

Quando o fruto atingiu o máximo da maturação foi possível observar mudanças nas suas características, tais como: perda de parte das ranhuras, amolecimento, a casca apresentou-se parcialmente lisa e bastante fina, tornando-se quase que transparente, apresentou forte odor que foi característico do fruto maduro e a senescência iniciou-se rapidamente após a maturação.

Em relação ao peso, o fruto apresentou valor médio de 83,24 g (Tabela 7) sendo considerado de tamanho mediano, no que se refere a esse parâmetro, mas com valor bem inferior aos dados expressos por Lima et al., (2010), que mostrou: 195,9 g de peso, 11,96 cm de comprimento e 5,98 cm de largura. Quanto ao número de sementes, os frutos apresentaram valores em torno de 212 a 248 sementes por fruto, já Lima et al., (2010), encontraram frutos com 241 a 276 sementes.

5.2. Composição Centesimal do Fruto do Noni

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados de composição centesimal obtidos dos frutos do noni separados em três frações: Polpa, Polpa + Semente e Semente.

Conforme descrito por Correia et al. (2011), as maiores frações encontradas foram para os teores de umidade e de carboidrato e menores para lipídeos e proteínas, perfil nutricional semelhante à maioria das frutas. O fruto do noni, como demonstrado na Tabela 8, não foge a essa regra. As sementes apresentaram em maior concentração na sua composição carboidratos, sendo que as mesmas foram parcialmente desidratadas antes da realização das análises.

Tabela 8 - Composição centesimal da polpa, semente e mistura polpa + semente do noni (*Morinda citrifolia* L.).

Parâmetros (%)	Polpa ¹	Polpa + Semente ¹	Semente ^{1;2}
Umidade	90,00 ± 0,01	80,64 ± 0,05	28,34 ± 0,01
Cinzas	0,82 ± 0,01	0,79 ± 0,03	0,60 ± 0,01
Carboidratos ³	2,68 ± 0,01	13,24 ± 0,01	25,83 ± 0,02
Proteínas	4,20 ± 0,01	4,70 ± 0,02	7,47 ± 0,06
Lipídios	0,34 ± 0,04	0,63 ± 0,07	0,79 ± 0,03
Fibras solúveis	0,51 ± 0,04	-	0,93 ± 0,03
Fibras insolúveis	1,44 ± 0,05	-	36,04 ± 0,38
FAT ⁴	1,96 ± 0,04	-	36,97 ± 0,34
VC ⁵ (kcal/100g)	30,58 ± 0,02	77,43 ± 0,03	140,31 ± 0,03

¹média ±desvio padrão (D.P.); ²semente triturada após lavagem e secagem; ³Carboidratos totais = 100 – (Umidade + Lipídeos Totais + Proteína+Fibras Alimentares + Cinzas); ⁴Fibras Alimentares Totais (FS + FI) e ⁵VC:Valor calórico = (9* Lipídeos Totais + 4* Proteína + 4* Carboidratos totais).

A umidade de um alimento está relacionada com a sua estabilidade, qualidade e composição. De acordo com os dados da Tabela 8, observa-se que a umidade foi o componente majoritário no fruto do noni, sendo que a maior concentração de água está na polpa, apresentando uma média de 90,00%. Os resultados da European Food Safety Authority (EFSA, 2009) para suco do noni processado e comercializado pela Tahitian Noni® Juice, o teor de umidade varia entre 89-90% valor semelhante ao encontrado na polpa fresca e condizem com a literatura. Já a polpa quando triturada junto à semente ocorre uma diminuição de aproximadamente 10% (80,64%) do teor de umidade, pois a semente do noni, como a maioria dos vegetais, apresenta um valor bem inferior de umidade (28,34%) quando comparado à polpa fresca.

A senescência do fruto após a fase máxima de maturação ocorre de forma muito rápida. À proporção que o fruto amadurece o nível de água aumenta, o excesso de umidade faz deste fruto um alimento altamente perecível e as perdas durante o transporte e armazenamento são elevadas, por esse motivo o tempo gasto da colheita até o consumo deve ser o menor possível. Nos países europeus, onde o consumo e a comercialização do noni são

permitidos, para diminuir as perdas, o fruto é processado, sendo preparados doces, geleias, néctares, sucos e polpas industrializadas.

O conteúdo de cinzas do noni variou de 0,82% para polpa, a 0,60% para semente (Tabela 8). A polpa triturada com semente apresentou um valor intermediário de cinzas (0,79 %) isso se deve ao fato do fruto apresentar no peso total uma concentração bem maior de sementes do que de polpa, além de que a cinza obtida quando há interação entre os constituintes da amostra não é necessariamente da mesma composição que a matéria mineral presente pura no alimento, podendo haver perda por volatilização. Os resultados encontrados para polpa estão próximos aos obtidos por Costa (2010) que encontrou 0,93%, o mesmo que ela obteve para semente, diferindo desses resultados para esta segunda amostra, conforme mostra a Tabela 8. West et al., 2010, reportaram teor de cinzas de aproximadamente 0,54 % na polpa processada, e sugeriu que durante o processo possa ter ocorrido redução da proporção dos minerais.

As proteínas, carboidratos e lipídeos são os componentes dos alimentos que contribuem para o fornecimento de energia (calorias) para a dieta. A energia é necessária para sustentar várias funções no corpo, incluindo respiração, circulação, trabalho físico e síntese proteica (MAIHARA et al., 2006).

Proteínas são componentes primordiais das células vivas, e são resultantes da condensação de aminoácidos, com formação de ligação peptídica, que apresentam funções estruturais, de defesa, hormonais e catalisadoras (PINHEIRO et al., 2005). São macromoléculas formadas pela união de aminoácidos, constituídas por carbono, nitrogênio, oxigênio, e algumas vezes enxofre, além de fósforo, ferro e cobalto. Depois da umidade, as proteínas foram as frações mais encontradas na polpa do noni (Tabela 8), superior ao de outras frutas, tais como açáí (3,60%) e cupuaçu (1,25%) (AGUIAR, 1996). O teor de proteína encontrado na polpa foi de 4,20% (Tabela 8), superior quando comparados com outros autores, tais como Correia (2010) que encontrou 0,68 % na polpa analisada da mesma forma (*in natura*). Correia et al. (2011) reportam teor de proteína de 1,06%, enquanto que Costa (2010) encontrou valor de 2,24% na polpa. O teor de proteínas da semente foi de 7,47 % (Tabela 8), bem superior ao reportado por Costa (2010) que foi de 2,64 %.

A polpa triturada junto à semente apresentou valor semelhante à análise de polpa pura, 4,70%. A composição nutricional das frutas varia bastante devido às diferenças entre cultivares, grau de maturidade e fatores climáticos. Souza et al. (2000) afirmam que as discrepâncias verificadas na composição de diferentes trabalhos podem ser oriundas de

fatores, como: genética, ecologia, método de cultivo, maturação dos frutos, condições de armazenagem, época de colheita do fruto, alterações pós-colheita resultante da atividade fisiológica, metodologia de determinação das análises e outros.

Carboidratos são substâncias orgânicas contendo principalmente carbono, hidrogênio e oxigênio. São os alimentos energéticos por excelência, sendo que todos os seres vivos possuem enzimas responsáveis por sua degradação, apesar dos lipídeos e proteínas apresentarem valor energético, a grande quantidade de caloria adquirida nos alimentos vem dos carboidratos (ROMAN, 2010). Algumas estruturas desse grupo são consideradas adoçantes naturais e pode servir de matéria-prima para produtos fermentados, podem ser principais ingredientes dos cereais. A porção do carboidrato em frutas está geralmente na forma de glicose, sacarose e fibra dietéticas.

Fibras alimentares são definidas pela *American Association of Cereal Chemist* como partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano, com completa ou parcial fermentação no intestino grosso. As fibras dietéticas são de grande interesse, uma vez que dietas ricas em fibras estão associadas à melhor saúde do cólon, incidência reduzida de diabetes em adultos e pressão arterial e nível de colesterol menor (MAIHARA, et al, 2006). Atualmente a fibra é o principal ingrediente em alimentos funcionais, pois constitui acima de 50% do total de ingredientes usados mundialmente (RUFINO, 2008). Dietas ricas em frutas e vegetais fornecem fibras necessárias para o bom funcionamento do intestino. Atualmente sabe-se que a fibra alimentar desempenha no organismo funções importantes como intervir no metabolismo dos lipídeos e carboidratos e na fisiologia do trato gastrointestinal, além de assegurar absorção mais lenta dos nutrientes e promover a sensação de saciedade (DUTRA & MARCHINI, 1998). Estudos mais recentes também comentam sobre as ações benéficas da fibra alimentar em doenças respiratórias e função pulmonar (UCHOA et al., 2008). As fibras são classificadas em função da solubilidade de seus componentes em água, em fibras solúveis (FS) e fibras insolúveis (FI) (JUNQUEIRA, 2010). Cada fração tem ação específica, como por exemplo, as FS são responsáveis pelo aumento do conteúdo intestinal e redução do colesterol. Já as FI aumentam o volume do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito do intestino grosso, proporcionando eliminação fecal mais rápida.

A quantidade de carboidratos presente na polpa do noni foi bem inferior quando comparado às outras partes do fruto, apresentando valor médio de 2,68%, enquanto que, as sementes de noni apresentaram 25,83% (Tabela 8). As sementes apresentaram também grande

percentual de fibras alimentares, sendo 36,97%, a maioria delas, 36,04%, são fibras insolúveis, podendo ser celulose, protopectina, algumas hemicelulose e lignina.

Na determinação de carboidratos na polpa de noni, Correia et al. (2011) encontraram em média 6,32%. Costa (2010) encontrou cerca de 27,21% de carboidratos na semente. E na mistura da polpa com a semente foi encontrada média de 13,24% neste estudo.

Na determinação de fibras alimentares totais da polpa do noni, West et al. (2010) encontraram 2,01%, valor bem próximo do encontrado neste trabalho que foi de 1,96%, sendo que a quantidade de FI foi maior que a de FS (pectinas, gomas e certas hemiceluloses), sendo respectivamente 1,44% e 0,51%.

O fruto do noni apresentou pouca concentração de lipídeos, os seus valores estão bem próximos do teor de lipídios de outros frutos, tais como: araçá 0,49%, cagaita 0,82% e caju do cerrado 0,63% (SILVA et al., 2008). A polpa do noni apresentou 0,34%, a mistura de polpa e semente 0,63 % e a semente apresentou 0,79%, conforme a Tabela 8.

O valor calórico (VC) é derivado principalmente dos carboidratos, por isso as sementes de noni, apresentaram maior disponibilidade de energia que a polpa, pois o carboidrato foi o composto orgânico majoritário nesta parte do fruto, sendo, portanto, 140,31 kcal/100g na semente, 30,58 kcal/100g na polpa e 77,43 kcal/100g na mistura de polpa e semente (Tabela 8).

5.2.1. Informação Nutricional da Polpa Simples de Noni

No Quadro a seguir está apresentada a informação nutricional simplificada da polpa de noni, modelo vertical A, elaborada tendo como base a RDC 359 /2003 (ANVISA, 2003a) e a RDC 360 /2003 (ANVISA, 2003b).

Quadro 1. Informação nutricional simplificada da polpa de noni no Modelo vertical A

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 30 g (2 colheres de sopa)		
	Quantidade por porção	%VD*
Valor energético	2,15 kcal = 8,91 kJ	0,07
Carboidratos	0,8 g	0,26
Proteínas	1,3 g	1,7
Fibras alimentares	0,6 g	2,4
Vitamina C	35,2 mg	78,2
Não contém quantidade significativa de gorduras (totais, saturadas, insaturadas e <i>trans</i>) e de sódio,* % Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

A Instrução normativa (IN) N^o 1 de 07 de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o regulamento técnico que estabelece os padrões de identidade e as características mínimas de qualidade gerais a que deverá observar o produto "polpa de fruta", destinado ao consumo como bebida (MAPA, 2000). De acordo com esta IN, polpa de fruta é o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto.

A RDC 360/2003 é o Regulamento Técnico que define a Rotulagem nutricional como toda descrição destinada a informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais de um alimento. A rotulagem nutricional compreende a declaração do valor energético de nutrientes e das propriedades nutricionais (informação nutricional complementar).

De acordo com a RDC 360/2003, é obrigatório declarar na informação nutricional o valor energético e os seguintes nutrientes: carboidratos, proteínas, gorduras (saturadas, insaturadas e *trans*), fibra alimentar e do sódio, desde de que esses teores sejam significativos para a porção. Adicionalmente, as vitaminas e os minerais podem ser declarados de forma

opcional quando estiverem presentes em quantidade igual ou maior a 5% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) por porção indicada no rótulo.

A RDC 359/2003 é a legislação que regulamenta as porções de alimentos embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Essa Resolução define porção e medida caseira, como:

- ✓ Porção: é a quantidade média do alimento que deveria ser consumida por pessoas saudias, maiores de 36 meses de idade em cada ocasião de consumo, com a finalidade de promover uma alimentação saudável.
- ✓ Medida caseira: é um utensílio comumente utilizado pelo consumidor para medir alimentos.

Para as polpas de frutas, a porção e a medida caseira são definidas como a quantidade suficiente para preparar 200 mL da bebida segundo a RDC 359/ 2003, que no caso do noni, para elaborar esse volume de bebida (200 mL) foi necessária uma porção de 30 g de polpa do fruto, que corresponderam a uma medida caseira de 2 colheres de sopa (Quadro 1). Logo, considerando-se a porção de 30 g, apenas os teores de carboidratos, proteínas e de fibras foram considerados significativos na informação nutricional da polpa (Quadro 1). Por conseguinte, o teor de gordura e de sódio não foram declarados por estarem abaixo do limite recomendado pela RDC 360/2003, de 0,5 g e 5 mg, respectivamente sendo declarados como “quantidade não significativa” (Quadro 1).

O valor diário (VD) de referência segundo a RDC 360/2003 para o valor energético (VE) é de 2000 kcal (8400kJ), enquanto que, para os carboidratos, proteínas e fibras o VD é de 300g, 75 g e 25 g, respectivamente. O valor calórico da porção foi de 2,15 kcal o que correspondeu a 0,07% do VD para uma dieta de 2000 Kcal (Quadro 1). Além disso, o consumo de porção de polpa de noni foi suficiente para fornecer 0,26% do VD de carboidratos, 1,7 % do VD de proteínas, 2,4 % do VD de fibras e 78, 2% do VD de vitamina C (Quadro 1).

Na Tabela 9, estão apresentados os % de Valores Diários (VD) dos parâmetros valor energético, carboidratos, proteínas, fibras alimentares e vitamina obtidos de polpas congeladas de diferentes frutas, tendo com base, as informações da Tabela TACO (2011) e considerando-se uma porção de 30g.

Tabela 9. Comparação entre os Valores diários (VD) recomendados pela RDC 360/2003 para parâmetros da informação nutricional de polpa de frutas comumente consumidas no Brasil.^{1,2}

Parâmetro	VD (%) para Polpa					
	Abacaxi	Açaí	Cajá	Caju	Manga	Noni ³
Valor energético (kcal)	0,5	0,9	0,4	0,6	1,1	0,1
Carboidratos (g)	0,8	0,6	0,6	0,9	1,3	0,8
Proteínas (g)	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	1,7
Fibras alimentares (g)	0,4	3,1	1,7	1,0	1,3	2,4
Vitamina C (g)	23,1	6,9	0	79,8	16,6	78,2

¹ Referência para a composição centesimal das polpas de frutas obtidas na Tabela TACO (2011), ² Considerando-se porção de 30 g; ³ Valores de % VD para a polpa de noni foram obtidos no presente estudo.

Comparando-se os % VD das polpas de diferentes frutas com a do presente estudo (Tabela 9), observou-se que a porção de 30 g de polpa de noni foi a menos calórica, e também, forneceu menor % VD de carboidratos que o caju e a manga, o mesmo do abacaxi e próximo do açaí e cajá. Em contrapartida, com relação aos teores de proteínas, a polpa de noni apresentou maiores % VD que as polpas de abacaxi, açaí, cajá, caju e de manga, e de fibras alimentares, a polpa de noni apresentou maiores % VD que todas acima citadas, exceto a polpa de açaí. Com relação a recomendação para o consumo de vitamina C, a polpa de noni pode-se concluir que o consumo de uma porção de polpa de noni seria suficiente para suprir boa parte da demanda diária desta vitamina (~78%), ficando ligeiramente abaixo da de caju (~79%).

5.3. Caracterização Química

As mudanças sensoriais e bioquímicas que ditam as características de qualidade dos frutos, ocorrem durante a pós-colheita e estão diretamente relacionadas com o metabolismo oxidativo decorrente da respiração celular (SOUZA et al., 2010).

A Tabela 10, abaixo, apresenta a determinação de pH, acidez e sólidos solúveis, das partes constitutivas do fruto de noni, e foi calculada ainda a relação entre os sólidos solúveis e a acidez na polpa. Foram analisadas quando os frutos atingiram a fase máxima de maturação e as determinações realizadas com as amostras *in natura*.

Tabela 10 - Valores médios de pH, Acidez Total e Sólidos Solúveis nas partes do fruto do noni (*Morinda citrifolia* L.) *in natura*.

Parâmetros	Polpa ¹	Polpa + Semente ¹	Semente ^{1; 2}
pH	3,95 ± 0,07	4,1 ± 0,05	4,5 ± 0,04
Acidez Total (%)	0,54 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,28 ± 0,01
Sólidos Solúveis Totais ²	8,17 ± 0,05	-	-
Relação SS/Acidez	14,97 ± 0,70	-	-

¹média ± desvio padrão (D.P.); ²expresso em °Brix; ²semente triturada após lavagem e secagem.

A determinação do pH indica a concentração de íons hidrogeniônicos ou hidroxidrilas do alimento. A maioria das frutas e hortaliças apresentam pH ácido, uma vez que os produtos alcalinos possuem sabor desagradável.

Todas as amostras de noni apresentaram pH ácido (Tabela 10), sendo que a polpa apresentou-se mais ácida (3,95) do que a semente (4,5) e a mistura de ambos (4,1) sendo a primeira classificada como muito ácida (pH < 4) e a segunda e terceira classificadas como ácidas (pH entre 4 e 4,5) (SANTOS et al., 2008). Esses valores foram também encontrados por Barros et al. (2008) e Chunhieng (2003) que obtiveram valores de 3,85 e 3,72 respectivamente. Silva et al. (2009) mostrou que o pH do noni diminui de acordo com a maturação, sendo que os frutos verdes apresentam pH em torno de 5, já quando maduros os valores encontrados foram de 4,6. Quando comparado a outros frutos, o noni apresenta valores de pH próximos ao bacuri (3,0–3,5), jaboticaba (3,5) e caju (4,0), menos ácido que o cajá (2,5) e mais ácido que o açaí (4,5–5,5) (RUFINO, 2008).

Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003). A determinação da acidez total em alimentos é bastante importante haja vista que através dela, podem-se obter dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos (IAL, 2008). A acidez é importante não só para determinar o sabor do produto, mas também a sua conservação, o seu estado de maturidade e aspecto sensorial (GVAA, 2010).

A acidez da polpa do noni foi de 0,54%, da semente foi de 0,28% e da polpa + semente foi de 0,62% (Tabela 10). Esse fruto apresentou baixa acidez quando comparado com outros frutos, tais como abacaxi, umbu-cajá e jabuticaba (SILVA et al., 2009).

Elevado teor de ácidos e baixos teores de açúcares resultam em frutos de ‘sabor’ ácido, enquanto elevado teor de açúcares e baixo teor de ácidos proporcionam ‘sabor’ suave. Quando ambos, açúcares e ácidos são reduzidos, como o noni, o fruto se torna insípido (CALIMAN, 2008).

Os sólidos solúveis representam um indicativo da quantidade de açúcares presentes no alimento, embora outros compostos também estejam envolvidos. Com a maturação dos frutos, os teores de SST tendem a aumentar devido à biossíntese ou degradação dos polissacarídeos (FICHINELLO, et al., 2011). É importante destacar que esse fruto tem baixo teor de sólidos solúveis, com média de 8,17°Brix, bem inferior a outros frutos comercializados, como a uva, abacaxi, caju, mamão e manga (SILVA et al., 2009). Porém, esses valores estão de acordo com Barros, et al. (2008) e Chunhieng (2003) que obtiveram valores de 8°Brix e 8,4°Brix, respectivamente.

A relação SS/ATT (sólidos solúveis/acidez total titulável) é um importante indicativo do sabor, pois relaciona os açúcares e os ácidos da fruta (FICHINELLO et al., 2011). Essa relação para a polpa do noni foi elevada (Tabela 10), pois, apesar do baixo conteúdo de sólidos solúveis dos frutos, a acidez desse fruto foi baixa. Durante a maturação a tendência é que haja diminuição dos ácidos e aumento dos açúcares. A relação SS/AT para o fruto maduro foi de 14,97, próximo ao valor encontrado por Correia (2010) que foi de 14,83. Para o mercado consumidor de frutas fresca e/ou processadas a relação SS/ATT é desejável, pois confere à fruta sabor mais agradável e a torna mais atrativa (CORREIA, 2011).

5.4. Teor de Ácido Ascórbico

A identificação de novas fontes de vitamina C na dieta é de grande interesse para a área das ciências da saúde, visto que é um componente essencial às funções fisiológicas do corpo (GONÇALVES, 2008). O teor de ácido ascórbico encontrado na polpa do noni foi bem superior ao encontrado na semente, sendo 117, 33±0,01 mg/100g da amostra fresca e 24,33±0,03 mg/100g da amostra, respectivamente.

O ácido ascórbico não é sintetizado pelo organismo humano, o que torna indispensável sua ingestão mediante dieta, sendo as frutas, consumidas preferencialmente *in natura*, as principais fontes dessa vitamina (SILVA et al., 2009). A disponibilidade de frutos ricos em vitamina C é importante no tocante à prevenção e manifestação de doenças, tornando o mesmo como um dos componentes nutricionais de maior importância, sendo utilizado como índice de qualidade dos alimentos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). No Brasil, em geral, o índice diário recomendado (IDR) é de 40 mg (ANVISA, 2005).

As fontes de ácido ascórbico são classificadas em diferentes níveis: fonte elevada contém de 100-300mg/100g de AA, fontes médias contém de 50-100mg/100g de AA e fontes baixas, contém de 25-50mg/100g de A.A (ANDRADE et al., 2002). Diante dessa classificação, pode-se observar que a polpa de noni apresentou elevado teor de vitamina C, enquanto a semente foi classificada como uma fonte baixa desta vitamina. A oxidação aeróbica do A.A depende do pH, exibindo máximos em pH 5 e pH 11,3. (ANDRADE et al., 2002).

O teor de ácido ascórbico da polpa do noni (117,333 mg/100g) foi superior ao de frutas como: açaí (10,1mg/100g), bacuri (0,2mg/100g), cajá (0,3mg/100g), cupuaçu (3,3mg/100g), murici (0,3) e tamarindo (0,1mg/100g) (CANUTO et al., 2010), como demonstrado na Figura 11.

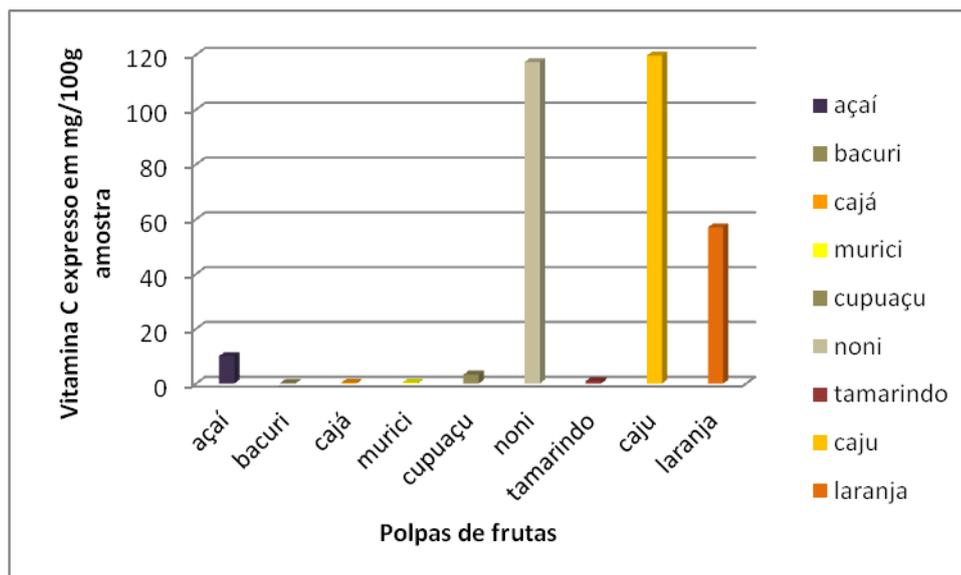


Figura 11 - Gráfico de comparação da quantidade de Vitamina C, expresso em mg/100g de amostra fresca, nas polpas de diferentes frutas.

Fonte: CANUTO et al., 2010; TACO, 2011. * valores da polpa e semente de noni para vitamina C foram obtidos nesta pesquisa.

De acordo com dados da tabela TACO (2011), que trata da composição nutricional de alimentos, a quantidade de vitamina C do fruto de *Morinda citrifolia* L. é superior ao da laranja da Bahia que é de 57 mg/100g, próximo ao encontrado para polpa de caju, que foi de 119,7 mg/100g, porém bem inferior à quantidade da acerola *in natura* que é de 941 mg/100g.

Na determinação de vitamina C, Barros et al. (2008) encontraram valores bem próximos para polpa do fruto maduro, sendo 105,30 mg/100g. Silva et al. (2009) quando comparou o teor de AA dos frutos do noni em diferentes estádios de maturação, demonstrou que dependendo da fase, o fruto chega a atingir média de 385,16 mg/100g de polpa, sendo que o fruto verde apresentou teor 73,67% maior quando comparado ao de vez.

5.5. Atividade Antioxidante

Há muito tempo tem sido reconhecido através de estudos que substâncias que ocorrem naturalmente em plantas superiores possuem atividade antioxidante. Seu conteúdo final pode estar influenciado por fatores como: a maturação, a espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento (Kim et al., 2003) . Entre essas substâncias: antraquinonas, compostos fenólicos, flavonoides e vitamina C estão presentes nas diferentes partes de *Morinda citrifolia* e têm a capacidade de varrer os radicais livres, superóxidos e radical hidroxila por uma única transferência de elétrons (DESHMUKH, 2009).

A busca de novos produtos com propriedades antioxidantes oriundas de fontes naturais torna-se cada vez mais frequente (RUFINO, 2008). O conhecimento de substâncias com atividade antioxidante presentes nos alimentos, das quais muitas ainda não foram suficientemente estudadas, destaca-se tanto pela possibilidade de ter aproveitamento como alimentos funcionais quanto pelo fornecimento de compostos que se enquadram como nutraceuticos (ANDRADE-WARTHA, 2007). Burke et al. (2005) sugerem que o consumo de antioxidantes pode trazer benefícios a saúde através da proteção contra a formação de radicais livres. Nos últimos anos o interesse por pigmentos com capacidade antioxidante se intensificou devido aos resultados de pesquisas que demonstraram que esses compostos bioativos possuem, além da capacidade antioxidante, propriedade antiinflamatória, promovem vasodilatação e atuam na prevenção da hiperglicemia, estimulam a secreção de insulina, e melhoram a adaptação da visão noturna e previnem a fadiga visual (WANG & MAZZA, 2002).

Os antioxidantes ingeridos na dieta (como vitaminas C e E, carotenoides e compostos fenólicos) podem impedir a carcinogênese pela sua atividade sequestradora de radicais livres e por sua interferência nos sítios de união dos carcinógenos ao DNA (LIMA, 2008). Daí uma das principais importâncias da ingestão de vegetais ricos em compostos antioxidantes.

No presente estudo, avaliou-se a capacidade dos extratos (alcoólico e aquoso) da polpa, casca e semente do noni em sequestrar o radical DPPH•.

Os resultados da atividade antioxidante (μM trolox/g amostra) dos extratos alcoólicos e aquoso da polpa, casca e semente do noni frente ao radical DPPH estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Atividade Antioxidante do fruto do noni (*Morinda citrifolia* L.) frente ao radical DPPH•

Extratos	Extrato Alcoólico¹	Extrato Aquoso¹
Amostras	(μM trolox/g amostra)	(μM trolox/g amostra)
Polpa	$11,63 \pm 0,07^a$	$7,20 \pm 0,07^b$
Casca	$10,03 \pm 0,04^a$	$6,98 \pm 0,07^b$
Semente	$11,19 \pm 0,01^a$	$7,60 \pm 0,01^b$

¹média \pm desvio padrão (D.P.). Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança.

Os valores encontrados demonstram que o extrato alcoólico mostrou maior capacidade de absorção de substâncias antioxidantes do que o extrato aquoso, sendo elevada nas três partes do fruto. Mesmo assim, a atividade antioxidante do extrato aquoso, foi superior, quando comparada a outros frutos. O maior valor encontrado foi para o extrato alcoólico da polpa ($11,63 \mu\text{M}$ trolox/g amostra) e o menor para o extrato aquoso da casca ($6,98 \mu\text{M}$ trolox/g amostra). Os resultados das partes do fruto, para o extrato aquoso foram bastante próximos, mas quando comparado com extrato alcoólico, foi possível perceber que houve diferença significativa entre eles, conforme a Tabela 11. Avaliando a atividade antioxidante do suco do noni, Dussossoy et al. (2011), encontraram atividade antioxidante utilizando o DPPH• com média de $329,5 \mu\text{M}$ trolox/100g, sendo possível observar que o suco apresenta atividade bem inferior quando comparado com a polpa fresca.

Os valores médios de antioxidantes das frações comestíveis do fruto do noni quantificados através do método DPPH• em extrato alcoólico equivalente ao trolox (μM Trolox/g de amostra) apresentaram valores acima da média dos valores encontrados em outros frutos, tais como a amora que a média foi de 4,3, a polpa de uva com média 7,0, a polpa de açaí com média de 6, a polpa de goiaba com média de 5,9, a polpa de morango com média de 9,2, a polpa de graviola com média de 2,88, a polpa de cupuaçu com média de 0,73 e maior ainda que polpa de maracujá com média de 0,9, porém menores que os valores das médias encontrados para polpa de acerola que foi de 68, a polpa de manga de 13,7 e jambolão com 21, todos expressos em μM Trolox/g de amostra (KUSKOSKI et al. 2006), conforme a Figura 12.

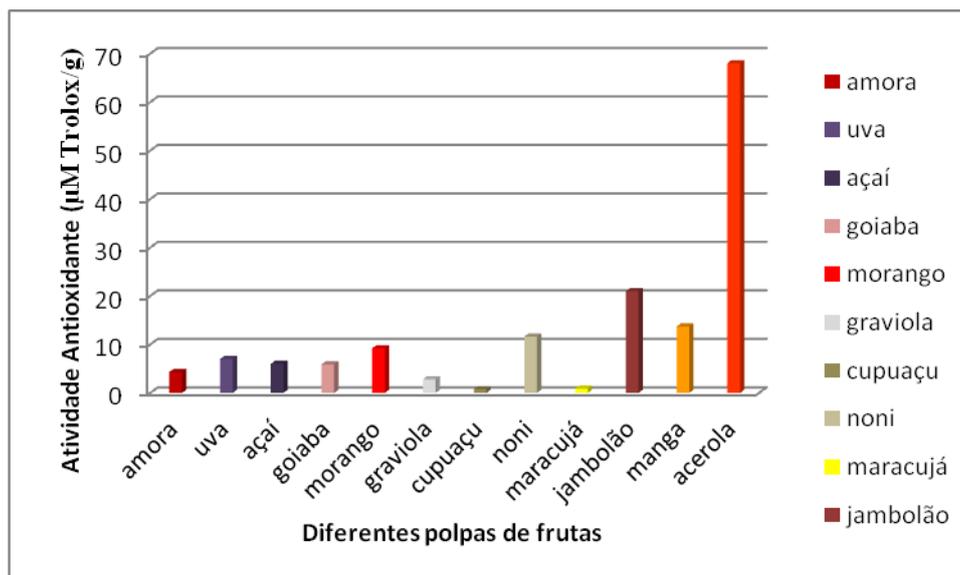


Figura 12 -- Gráfico de comparação da Atividade Antioxidante expresso em μ MTrolox/g de amostra, nas polpas de diferentes frutos.

Fonte: KUSKOSKI et al. 2006. * os valores da polpa de noni para atividade antioxidante foram obtidos nesta pesquisa.

Essa relevante atividade antioxidante nas amostras em extrato alcoólico, pode ser explicada devido à presença de vários compostos fenólicos e também o elevado nível de vitamina C, principalmente na polpa, como demonstrado nesta pesquisa.

5.6. Sequestro do Radical Livre (%SRL)

Em relação ao SRL, os extratos foram classificados com forte (acima de 70%), moderada (70 – 50%) e fraca (abaixo de 50%) capacidade de sequestro (MELO et al., 2008). O extrato alcoólico da polpa ($98,78\% \pm 0,40$) do noni foi que apresentou melhor capacidade antioxidante, por sequestrar mais rapidamente o radical, seguido pelo extrato alcoólico da semente ($94,96\% \pm 0,05$) e alcoólico da casca ($84,76\% \pm 0,44$), todos os extratos alcoólicos apresentaram forte capacidade de sequestrar os radicais DPPH• (Figura 13).

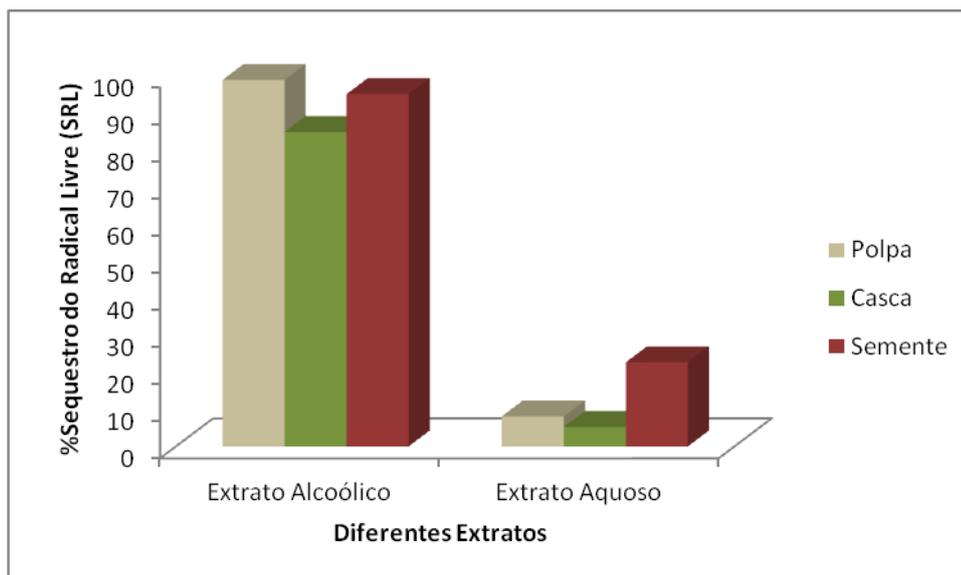


Figura 13 - Representação gráfica da % SRL dos diferentes extratos do fruto do noni (*Morinda citrifolia* L.).

A capacidade de sequestro do radical livre dos extratos aquosos foi bem inferior quando comparada com os extratos alcoólicos, sendo consideradas fracas as suas capacidades de sequestros. A semente exibiu a maior capacidade de sequestro nesse extrato ($22,66\% \pm 0,67$), seguido da polpa ($8,08\% \pm 0,81$) e casca ($5,22\% \pm 0,94$), respectivamente. Sendo a capacidade de sequestro diretamente proporcional à atividade antioxidante das amostras. Ao avaliar a %SRL de diferentes frutas, Melo et al. (2008) encontraram fraca capacidade de sequestrar o DPPH• para melancia, melão orange, manga rosa, manga espada e a pinha. Já Kuskosk et al. (2005) destacaram a polpa de acerola e pinha, que apresentaram maior e menor %SRL, respectivamente.

Couto & Canniatii-Brazaca (2010) ao comparar a %SRL de diferentes variedades de laranjas e tangerinas, encontraram: 66,24% para laranja-lima; 60,32% para laranja bahia e 51,28% para laranja natal e apenas 12,78% para tangerina murcote e 29,30 para tangerina ponkã. Segundo os autores, ao analisar a capacidade antioxidante dos citros houve variação significativa entre os diferentes cultivares de laranja e tangerina. Essas frutas mostram-se mais eficiente quando comparadas com os extratos aquosos, porém com menor capacidade antioxidante que os extratos alcoólicos do noni.

Nesse estudo ao comparar os resultados obtidos para extrato alcoólico e extrato aquoso, foi possível perceber a grande diferença de % SRL dos extratos, mas segundo

Jayaprakasha e Patil (2007), variações na capacidade antioxidante de diferentes extratos podem ser atribuídas à diferença nos componentes químicos extraídos como fenólicos, ácido ascórbico e carotenoides, o que pode ter ocorrido entre as diferentes partes do fruto, mostrando que o alcoólico apresentou maior efeito de extração dos diferentes compostos que são importantes para a atividade antioxidante, além da vitamina C extraída pelo extrato aquoso.

Ao avaliar a %SRL Duarte-Almeida et al. (2006) atribuíram a elevada capacidade de alguns frutos quase que exclusivamente ao alto teor de ácido ascórbico dos mesmos, pois a vitamina C possui atividade antioxidante nesse sistema, o que não ocorre em outros métodos de detecção de atividade antioxidante, por esse motivo o método DPPH• é o mais indicado para tal avaliação em frutos ricos em vitamina C, como é o caso do noni.

Antioxidantes sintéticos apresentaram %SRL inferiores aos valores encontrados para as partes do fruto do noni em extrato alcoólico. Duarte- Almeida et al. (2006) avaliaram a % de sequestro do BHT, BHA, ácido clorogênico e quercetina, e esses apresentaram médias de aproximadamente: 13%, 26%, 32% e 35%, respectivamente.

6. CONCLUSÕES

- ✓ *Morinda citrifolia* L. mostrou-se um fruto de fácil adaptação e cultivo, o processo de frutificação do mesmo acontece com poucos meses de plantio quando a planta ainda está jovem, apresentando elevada taxa de sobrevivência (92,5%);
- ✓ Os frutos apresentaram tamanho e peso medianos, e média de 236 sementes por frutos, sendo possível a colheita anual nas duas áreas de cultivo.
- ✓ A polpa de noni apresentou elevado teor de umidade, seguida dos teores de carboidratos e de proteínas;
- ✓ As sementes do fruto apresentaram maior teor de carboidratos, sendo grande parte fibras alimentares, seguido da umidade e de proteínas;
- ✓ Com relação a informação nutricional, o consumo de porção de polpa de noni foi suficiente para fornecer 0,1% do valor diário (VD) de calorias, 0,5% do VD de carboidratos, 1,7 % do VD de proteínas, 2,4% do VD de fibras e 78, 2% do VD de ácido ascórbico
- ✓ Tanto a polpa quanto a semente apresentaram apenas quantidades traços de lipídeos. O noni é um fruto ácido, que mesmo com baixa acidez e pouca quantidade de sólidos solúveis, apresenta uma relação de acidez/sólidos solúveis elevada, sendo favorável à comercialização e consumo deste vegetal.
- ✓ A polpa apresentou quantidade apreciáveis de vitamina C (117,34 mg/100g), superior ao de outras frutas tropicais.
- ✓ A polpa é a parte do fruto com maior atividade antioxidante, sendo seus valores satisfatórios em relação a outros frutos, além de apresentar elevada taxa de sequestro de radicais livres (98,78%).
- ✓ Esta pesquisa proporcionou uma melhor compreensão da composição química e de propriedades funcionais do noni. No entanto, se faz necessário o estudo detalhado de sua capacidade terapêutica, bem como do risco toxicológico desse fruto. Estudos farmacológicos poderão trazer impactos positivos do seu consumo para a promoção da saúde, já que se tem demonstrado um grande potencial nutricional e funcional deste fruto tropical.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e atividade antioxidante de cultivares de uvas *Vitislabrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27, 2, 394-400p. 2007.

ACOSTA, M. A. Manejo ecológico del cultivo de noni. Proyecto de generación y transferencia de tecnologías limpias para La producción del noni (*Morinda citrifolia* L), em Panamá. Panamá: **Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá**. Agência Espanola de Cooperación Internacional, Panamá, 2003. 18p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Institui Normas Básicas sobre Alimentos. **Diário Oficial da União; Poder Executivo**, publicado no dia 21 de outubro de 1969, pág. 8935-Retificação no D.O.U. de 11.11.1969, pág. 9737. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br>. Acesso em: 14/09/11.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Informe técnico nº 25, de 29 de maio de 2007. **Esclarecimentos sobre a comercialização do suco de fruta noni (*Morinda citrifolia*)**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/25_290507.htm. Acesso em: 28/06/11.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Consulta Pública nº 80**, publicada no DOU de 17/12/2004. Regulamento técnico sobre Ingestão Diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 de dezembro de 2004. Disponível em: <http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc>. Acesso em: 21/05/2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Portaria nº 41 de 14 de janeiro de 1998**, anexo A. Regulamento técnico para rotulagem nutricional de alimentos embalados. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 de janeiro de 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis.bvs.br/leisref/public/> Acesso em: 01/04/2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003**, publicada no DOU de Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para fins de Rotulagem Nutricional.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**, publicada no DOU de Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**, publicada no DOU de Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais.

AGUIAR, J. P. L. Tabela de composição de alimentos da Amazônia. **Acta Amazonica**, 26(1/2): 121-126, Manaus, 1996.

ALMEIDA, M. B. de; SOUZA, W. C. O.; VILAR, F. C. R.; GOMES, E. C. de S.; BARROSO, P. A. Morfologia de frutos exóticos com potencial econômico para região semiárida brasileira. CONNEPI, **anais**, Alagoas, 2010.

ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Ecletica Química**, Marília, v. 27, p. 393-401, 2002.

ANDRADE-WARTHA, E. R. S. Propriedades antioxidantes de clones do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.): efeito sobre a lipoperoxidação e enzimas participantes do sistema antioxidante de defesa do organismo animal. **Tese**. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

AZULAY, M. M.; LACERDA, C. A. M.; PEREZ, M. A. et al. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, [S.l.], v. 78, n. 3, p.265-272, 2003.

BAILEY, A.E. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 5ª Ed, vol. 3, John Wiley. New York, 1996. In: RAMALHO, V.C. *et al.* Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**. Vol 29. Nº 4. São Paulo, 2006.

BARBOSA, A.C.; ANDRADE, T.C. Interferência do Ácido Ascórbico na dosagem glicêmica. **Universitas: Ciências da Saúde**. V.06, nº 2, p. 121-130, Brasília, 2008.

BARBOSA; W. L. R. Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais **Revista Científica da UFPA** <http://www.ufpa.br/rcientifica> Vol 4, 2004.

BARROS, S. P. N.; MAIA, G. A. BRITO, E. S.; SOUZA NETO, M. A. SOUSA, J. A. Caracterização Físico-Química da Polpa de Noni (*Morinda citrifolia*). **XX Congresso de Fiticultura**. Vitória, ES, 2008;

BATISTA, A.; CALVÁRIO, A. Estrutura Química da Vitamina C. 2002. Disponível em: <http://www2.dq.fct.unl.pt>. Acessado em: 01/04/12.

BAYER, A. G. As vitaminas são fundamentais para ti. Disponível em: <http://www.vitaminas.bayer.pt/>. Acessado em 02/04/12.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev Nutr**. 12: 123-130. 1999.

BROINIZI, P. R. B.; ANDRADE-WARTHA, E.R, S de; SILVA, A. M. de O e; NOVOA, A. J. V.; TORRES, R. P.; AZEREDO, H. M. C.; ALVES, R. E.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em produtos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Cienc. Tecnol. Aliment**. Campinas, 27, v. 4, p 902-908, 2007.

BUETTNER, G. R.;SCHAFER, F. Q. Ascobarte (Vitamin C) its antioxidant chemistry. **Oxigen Society of education Program**. 1-20p, 1997.

BUETTNER, G. R.;SCHAFER, F. Q. Ascobarte as an antioxidant. In Vitamin C: functions and biochemistry in animals and plants. ASARD,H.; MAY, J. M.; SMIRNOFF, N., Eds. BIOS. **Scientific publishers**: London, UK, p. 173, 2004.

BURKE, J. D.; CURRAN-CELENTANO, J.; WENZEL, A. J., Diet and serum carotenoid concentrations affect macular pigment optical density in adults 45 years and older. **J Nutr.**,135p. 1208-14, 2005.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; MARTINS, C. J. L.; MOREIRA, G. R.; STRINGUETA, P. C.; MARIN, B.G. Acidez, °Brix e sabor de diferentes frutos de tomateiro produzidos em ambiente protegido e no campo. Viçosa, 2008. Disponível em www.abhorticultura.com.br. Acessado em 21/04/12.

CANUTO, G. A. B; XAVIER, A. A. O; NEVES, L. C; BENASSI, M. T; Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v 32, n.4, Jaboticabal, Dez. 2010.

CECCHI,H.M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análises de Alimentos**. 2^a ed. Campinas: Ed.Unicamp, 2003.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. ver. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHUNHIENG, M. T. Développement de nouveaux aliments santé tropicale: Application à la noix Du Brésil *Bertholettia* et au frit de Cambodge *Morinda citrifolia*. **Thesis** (PhD) – INPL, France, 2003.

CORREIA, A. A. da S. Maceração Enzimática da Polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.). **Dissertação**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

CORREIA, A. A da S.; GONZAGA, M. L .da C.; AQUINO, A. D. de.; SOUZA, P. H. M de; FIGUEIREDO, R. W de; MAIA, G. A. Caracterização Química e Físico-química de polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivado no estado do Ceará. **Alim. Nutr.**, v. 22, n.04, p. 606-615, Araraquara, 2011.

COSTA, A.B. Atividade Antioxidante *in vitro* e Antifúngica do Noni (*Morinda citrifolia* L.). **Dissertação**. Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2010.

COUTO, M. A. L; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(Supl.1): 15-19, 2010

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Comparison of the antioxidant activity of some acid phenols: structure-activity relationship. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, Benkyoku, v.59, p.324-325,1992.

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Visão Acadêmica**, 05v., 01, 33-40, Paraná, 2004.

DENG, S., PALU, A. K., WEST, B. J., SU, C. X., ZHOU, B. N.; JENSEN, J. C. (2007). Lipoxygenase inhibitory constituents of the fruits of Noni (*Morinda citrifolia*) collected in Tahiti. **Journal of Natural Products**, 70, 859–862.

DESHMUKH, S. R. Antioxidant Activity of *Morinda citrifolia* Cultures: Prevention for Major Diseases. **SGB Amravati University Journal**, v. 01, p 06-09, 2009.

DIXON, A.R., MCMILLEN, H., ETKIN, N.L. Ferment this: the transformation of Noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae). **Ecological Botony** 53, (1999) 51–68.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 2. p. 446-52, 2006.

DUSSOSSOY, E.;BRAT, P.;BONY, E.;BOUDARD, F.; POUCHERET, P.; MERTZ, C.; GIAIMIS, J.; MICHEL, A. Characterization, anti-oxidative and anti-inflammatory effects of Costa Rican noni juice (*Morinda citrifolia* L.). **Journal of Ethnopharmacology**. 133 (2011) 108–115.

DUTRA, O. J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**, Sarvier, São Paulo, 1998.

EFSA (European Food Safety Authority). Opinion on the safety of Tahitian Noni *Morinda citrifolia* (noni) fruit puree and concentrate as a novel food ingredient. **The EFSA Journal**, v. 998, p. 1-16, 2009.

EUROPEAN COMMISSION, **Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni® juice**. SCF/CS/DOS/18 ADD 2. Bélgica. 2002.

FICHINELLO, J. C.; NACHITIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Fruticultura: Fundamentos e Práticas. **Publicação on line Série Livro Embrapa Clima Temperado**, 2011. Disponível em www.embrapa.br. Acessado em: 21/04/12.

FIORUCCI, A. R. A Importância da Vitamina C na Sociedade Através dos Tempos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.17, maio. 2003.

GARDENER, P.T.; WHITE, T. A. C.; McPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolic to the oxidant potencial of fruit juices. **Food Chem.**, v. 68, p 471-474, 2000.

GONÇALVES, A E de S. S. Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonoides e Vitamina C. **Dissertação**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GRUPO VERDE DE AGRICULTURA ALTERNATIVA – GVAA. Acidez em Frutas e Hortaliças. Nota Técnica. **Revista Verde**, v.05, n. 2, p 01-04, Mossoró, RN, 2010.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v.52, p.481-504, 2000.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **J. Agric. Food Chem.**, v. 53, n. 6, p. 1.841-1.856, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). Cidades@. Disponível em: www.ibge.gov.br/cidadesat. Acesso em: 10/04/12.

IKEDA, R.; WADA, M.; NISHIGAKI, T. NAKASHIMA, K. Quantification of coumarin derivatives in Noni (*Morinda citrifolia*) and their contribution of quenching effect on reactive oxygen species. **Food Chemistry**. v.113 (2009) 1169–1172.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (**IAL**). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (**IAL**). Procedimentos e Determinações Gerais. C. IV./coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JAYAPRAKASHA, G. K.; PATIL, B. S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 410-418, 2007.

JUNQUEIRA, P. de C. Determinação do conteúdo orgânico mineral e avaliação do potencialantioxidante da Insulina Vegetal (*Cissus sicyoides*, L.). **Dissertação**. UFRRJ, Rio de Janeiro, 2010.

KAMIYA, K.; HAMABE, W.; TOKUYAMA, S.; HIRANO, K.; SATAKE, T. KUMAMOTO-Y, Y. YOSHIDA, H.; MIZUSHINA, Y. Inhibitory effect of anthraquinones isolated from the Noni (*Morinda citrifolia*) root on animal A-, B- and Y-families of DNA polymerases and human cancer cell proliferation. **Food Chemistry**. 118 (2010) 725–730.

KIM, D.; CHUN, O. K.; KIM, Y. J.; MOON, H.; LEE, C. Y.; Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. **J. Agric. Food Chem.** 51, 6509, 2003.

KIM, D.-O.; JEONG, S.W.; LEE, C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, Kidlington, v.81, p.231-326, 2003.

KIM, D.-O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Washington, v.50, p. 3713-3717, 2002.

KONG Q.; LILLEHEI K.O. Antioxidant inhibitors for cancer therapy. **Med Hypotheses** 1998;51:405-9.

KRYGIER, K.; SOSULSKI, F.; HOGGER, L. Free, sterified and insoluble – bound phenolic acids. 1 Extraction and purification procedure. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Washington, v.30, n. 02, p. 330-334, 1982.

KUSKOSKI E. M, ASUERO A. G, MORALES M. T, FETT R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**. 36: 1283-1287. 2006.

LEONE, R. de S. Desenvolvimento de suco misto de Fruta e Hortaliça para melhoria da Qualidade Funcional e Nutricional. **Dissertação**. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

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

LIMA, L de O.; SANTOS, R. P dos; REIS, A. A.; PEREIRA, M. C.; VILAR, F. C. R. Índice de Emergência do Noni (*Morinda citrifolia* L.), no submédio do São Francisco. **Connepi**. Disponível em: www.connepi.ifal.edu.br. Acessado em: 16/04/12. Alagoas, 2010.

MACERATTI®. Linha Diamond, Sofisticação e saúde em um único produto. Disponível em: <http://www.meceratti.com.br>. Acesso em: 29/03/2012.

MAIHARA, V. A.; SILVA, M. G.; BALDINI, V. L. S.; MIGUEL, A. M. R.; FÁVARO, D. I. T. Avaliação Nutricional de Dietas de Trabalhadores em Relação a Proteínas, Lipídeos, Carboidratos, Fibras Alimentares e Vitaminas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n3): 672-677, jul.-set. 2006.

MELO, E de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G de; NASCIMENTO, R. J. do. Capacidade Antioxidante de Frutas. **Rev. Bras. Cienc. Farm.** v. 44, n. 22, São Paulo, 2008.

MILLER, H. E. Simplified method for evaluation of antioxidants. **Journal of American oil Chemistry Society**, v. 48, 91 p, 1971.

MILLONIG, G.; STADLMANN, S.; WOLFGANG, V. Herbal hepatotoxicity: acute hepatitis caused by a Noni preparation (*Morinda citrifolia*). **European Journal of Gastroenterology & Hepatology** v.17, n 4, p. 445-7, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa Nº 01, de 7 de Janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral Para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. Disponível em: www.agricultura.gov.br/instrucoes%20normativas/. Acesso em: 12/06/2012.

MORTON, J. F. The ocean going noni, or Indian Mulberry (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae) and some of its colorful relatives. **Economic Botany**, v. 46, p. 241-56, 1992.

MUELLER, B.A.; SCOTT, M. K.; SOWINSKI, K. M.; PRAG, K.A. Noni Juice (*Morinda citrifolia*): Hidden Potential for Hyperkalemia? **University School of Pharmacy and Pharmacal Sciences**. 1999. Case Reports. Editorial, p. 330.

MULLER, J. C. Toxicidade reprodutiva da *Morinda citrifolia* Linn. **Dissertação**. UFPR, Curitiba, 2007.

NASCENTE, A. S. Uso medicinal de frutas. EMBRAPA Rondônia. Disponível em [/:http://www.embrapa.br/embrapa/artigos/uso_medic.htm](http://www.embrapa.br/embrapa/artigos/uso_medic.htm).>. Acesso em 16/06/2011.

NELSON, S. C. Noni cultivation in Hawaii. **Fruit and Nuts** n.4, p. 1-4, 2001.

NELSON, S. C. *Morinda citrifolia* L.: Rubiaceae (Rubiaceae). Coffee family. **Permanent Agriculture Resources (PAR)**, P.O. Box 428, Holualoa, 2003, HI 96725 USA.

NELSON, S. C. (2006). *Morinda citrifolia* (noni). Species profiles for Pacific Island agroforestry. Available from www.traditionaltree.org.

NISHIKIMI, M.R.; FUKUYAMA, S.; MINOSHIMA, N.; SHIMIZU, K.; YAGI. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L- gulono-gamma-lactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man. **J. Biol Chem**;v. 269 n. 18, p. 13685-88. 1994.

OLIVEIRA, P. L. de. Contribuição ao estudo de espécies da família Rubiaceae: fitoquímica da espécie *Amaioua guianensis* Aubl. **Dissertação**. Universidade Federal de Goiás, Instituto de Química. Goiânia, 2009.

OTELLO, C. 2006 [Online]. **Mudas de Noni**. Homepage: <http://inforum.insite.com.br/13374/>. Acesso em 11/06/2012.

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M; PRIOR, R. L., Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p. 4619-4626, 2001.

PALU, A. K; KIM, A. H.;WEST, B. J.; DENG S.; JENSEN, J.;WHITE, L. The effects of *Morinda citrifolia* L. (noni) on the immune system: Its molecular mechanisms of action. **Science Direct**, 2007. *Journal of Ethnopharmacology*.

PEREIRA, G. F. A Família Rubiaceae Juss. na vegetação ripária de um trecho do Alto Rio Paraná, Brasil, com ênfase na Tribo Spermaceae. **Dissertação**. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2007.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R de A.; MENEZES, M. E. da S. A Química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e minerais. **Revista UFAL**, Universidade Federal de Alagoas, Ed. UFAL, 2005.

PRADO, A. C. P. do; ARAGÃO A. M; FETT, R. Compostos fenólicos e a atividade antioxidante de extratos da casca de noz-peçã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch]. **Brazilian Journal of food technology**. v. 12, n 4, 323-332p, 2009.

RIOS, J. B.; SAMPAIO, C. de G.; SOUZA, F. T. C. de.; BRITO, E.; TREVISAN, M. T. S. Contribuição para a composição química e estabilidade térmica do óleo da semente de (noni) *Morinda citrifolia* L. **Sociedade Brasileira de Química**. Fortaleza, CE. 2009.

RODRIGUEZ F. M, PINEDO D. M. Mito y realidad de *Morinda citrifolia* L. (noni). **Rev Cubana Plantas Méd.**, v. 9, n. 3, 2004.

ROESLER, Roberta MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. V.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** [online]. 2007, vol.27, n.1, pp. 53-60. ISSN 0101-2061.

ROMAN, J. A. Biomoléculas: Carboidratos, Lipídios e Proteínas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bioquímica, 2010.

ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; NETO, J. O.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. L.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

RUFINO, M. do S. M. Propriedades Funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. **Tese**. Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró- RN, 2008.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M de; SAMPAIO, C de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico on line**. Embrapa, Fortaleza – CE, 2007.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M de; SAMPAIO, C de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. **Comunicado Técnico on line**. Embrapa, Fortaleza – CE, 2007.

SANTOS, G. M. dos; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. de; COSTA, J. M. C. da; FIGUEIREDO, R. W. de; PRADO, G. M. do. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. **Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**. v. 58, n 2, 2008.

SANTOS, H. S. dos; CRUZ, W. M. de S. A Terapia Nutricional com Vitaminas Antioxidantes e o Tratamento Quimioterápico Oncológico. **Revista brasileira de cancerologia**. v. 47, n, p. 3003-08, 2001.

SIES H. Strategies of antioxidant defense. **Eur J Biochem**. v. 215, p 213-19, 1993.

SILVA, J. J. M. Adubação orgânica e mineral de noni: desempenho agrônômico, nutrição da planta, qualidade de fruto e de suco. **Tese**. Areia – PB, 2010.

SILVA, L. R. D.; MEDEIROS, P. V. Q. D; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SOUSA, J. A. D.; SILVA, M. S. Caracterização Físico-Química do fruto do noni (*Morinda citrifolia* L.). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2009.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C .L; SANTOS,G. G.; MARTINS, D. M de O. Caracterização Química de frutos nativos do Cerrado. *Ciência Rural*, v. 38, n 06, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, R. R.; FERREIRA; G.A.L. E SILVA, S. L À Procura da Vitamina C, **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.2, p. 1-2, nov. 1995.

SMIRNOFF, N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-faceted molecule. **Current Opinion in Plant Biology**, [S.l.], v. 3, n. 3, p. 229-235, 2000.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da uva Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 059-064, Março 2008.

SOLOMON, N. Suco de noni (*Morinda citrifolia*) Fruto Insular: O fruto tropical de 101 aplicações medicinais. **Direct Source** Publishing, Vineyard, Utah, 1999, 84058.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G.M.; AYRES, C. L. S. C.; ARAUJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; B ARROS, E. D. S.; ARAUJO, P. B. M.; BRANDAO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.351-355, jul. 2007.

SOUSA, J. A de; SILVA NETO, P. A. F e FERREIRA, F. V. M.; ARAÚJO, D.B.; SOUSA, J. C. R. de; AQUINO, A. R. L. de; SILVA, T. da C; BEZZERA, F. C. Substrato para a produção de mudas de noni (*Morinda citrifolia*) **XXVI Congresso Brasileiro de Agronomia**, Gramados-RS, 2009.

SOUZA, L. M.; CORREIA, K. M.; SANTOS, A. M. G. dos. BARRETO, L. P. NETO, E. B. Comparação de Metodologias de análise de pH e Acidez Titulável em Polpa de Melão. **X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão**, UFRPE, Recife, 2010.

SOUZA,V. A. B.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAÚJO, E. C. E.; ALVES, R. E. Bacurizeiro (*Platonia insignis* M.). **Série Frutas Nativas** 11. Jaboticabal: FUNEP, 2000.72p.

STADLBAUER, V.; FICKERT, P.; LACKNER, C.; SCHMERLAIB, J.; KRISPER, P.; TRAUNER, M.;STAUBER, R. E. Hepatotoxicity of Noni juice: Report of two cases. **World Journal Gastroenterology** v. 11, n 30, p 4758-60, 2005.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid:Paz Montalvo. 428p. 1967

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

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – **TACO**. 4ªed. Núcleo de estudos e Pesquisa em Alimentação. UNICAMP, Campinas, 2011.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C da; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. de F. F. U. C.; MEIRA, T. R. Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Campinas v. 15, n 2, p. 58-65, 2008.

USPTO, 2005. **Patent Full-Text and Image Database. Patents** (*Morinda citrifolia*). Disponível em: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph>. Acesso em: 24/06/11.

XING, Y.; WHITE, P. J. Antioxidants from Cereals and Legumes in Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications “in” SHAHIDI, F. **AOCS Press**: Champaign, Illinois, p. 25-55, 1996.

YANG, J.; GADI, R.; PAULINO, R.; THOMSON, T. Total phenolics, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage. **Food Chemistry**. v. 122, p. 627–32, 2010.

YANG, J.; PAULINO, R; STEDRONSKY – J.S.; ABAWI, F. Free-radical-scavenging activity and total phenols of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder in processing and storage. **Science Direct. Food Chemistry**. v. 102, p. 302-02, 2007.

WANG, M. Y., West, B. J., JENSEN, C. J., NOWICKY, D., Chen, S., PALU, A., et al. *Morinda citrifolia* (noni): A literature review and recent advances in noni research. **Acta Pharmacologica Sinica**, 23, 1127–1141, 2002.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **J Agric Food Chem**, v.50, p.4183-4189, 2002.

WEST, B. J.; DENG, S. JENSEN, J. Nutrient and phytochemical analyses of processed noni puree. **Food Research International**. 2010. American Fork, USA.