



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA**  
**CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO**

**KAMYLIA MESQUITA MACHADO BEZERRA**

**ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA POLPA  
DA *Morinda citrifolia* Linn (Noni)**

**FORTALEZA**

**2017**

KAMYLLA MESQUITA MACHADO BEZERRA

ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA POLPA DA  
*Morinda citrifolia* Linn (Noni)

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Química com Habilitação Industrial.

Orientador Pedagógico: Prof<sup>a</sup>. Dra. Wladiana Oliveira Matos

Orientador Vocacional: Dra. Maria Elisabeth Silveira Barros

FORTALEZA

2017

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

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

---

B469e Bezerra, Kamylla Mesquita Machado.  
ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA POLPA DA *Morinda  
citrifolia* Linn (Noni) / Kamylla Mesquita Machado Bezerra. – 2017.  
47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Química, Fortaleza, 2017.

Orientação: Profa. Dra. Wladiana Oliveira Matos .

Coorientação: Profa. Dra. Maria Elisabeth Silveira Barros .

1. Polpa de noni . 2. Composição mineral. 3. Composição centesimal. I. Título.

CDD 540

---

KAMYLLA MESQUITA MACHADO BEZERRA

ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA POLPA DA  
*Morinda citrifolia* Linn (Noni)

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em  
Química do Departamento de Química Analítica e Físico-  
química da Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial para obtenção do Título de Bacharel em Química  
com Habilitação Industrial.

Aprovado em: 06 /01/2017

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Wladiana Oliveira Matos (Orientadora pedagógica)

Universidade Federal do Ceará (UFC).

---

Dra. Maria Elisabeth Silveira Barros (Orientadora profissional)

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

---

Ms. Victor Marques Campos

Universidade Federal do Ceará (UFC).

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, à minha família, em especial meus pais por proporcionarem todo meu desenvolvimento acadêmico.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por conduzir-me e permitir que eu chegasse até aqui.

A virgem Maria e a toda a Igreja por ser sempre esse refúgio e apoio nos momentos em que necessitei.

Aos meus familiares, especialmente minha mãe Márcia Valéria, meu pai Pedro Machado, por sempre acreditarem em mim e terem sempre me apoiado.

Agradeço ao Programa de Educação Tutorial, por ter proporcionado muitas das experiências que tive na minha graduação, e por ter colocado em minha vida grandes amigos.

Agradeço também a professora Wladiana Oliveira Matos, que me orientou em toda a minha graduação como tutora do PET e agora no estágio, pelos ensinamentos, por ter sido essa pessoa que em muitas horas me escutou e me auxiliou.

Agradeço ao LabPol na pessoa da Ana Rosa que muito me ajudou na liofilização da polpa do noni.

Agradeço ao LEQA por ter me acolhido e ter me ajudado a concluir esse estágio, especialmente ao Pedro, Luan.

Agradeço a EMBRAPA na pessoa do minha supervisora, Maria Elisabeth, por ter me dado essa oportunidade.

A todos os amigos que me auxiliaram em toda a graduação e foram um verdadeiro sustento onde sabia que podia me apoiar, especialmente minha amiga Francisca Vanderlúcia, Renato Sampaio, meu amigo Eduardo Viana especialmente ao meu namorado Leonardo Cunha Alves.

## RESUMO

*Morinda citrifolia* Linn é proveniente do sudeste asiático e possui importante papel na medicina polinésia. Por ser uma espécie capaz de crescer em diversos tipos de solo e clima, adaptou-se a diversas regiões do território brasileiro. Produzindo frutos o ano inteiro, o noni tornou-se alvo de estudos tendo como uma das motivações a legalização de sua comercialização, que atualmente é proibida no Brasil. Desse modo, a comunidade acadêmica vem despertando interesse em determinar cientificamente as mais diversas propriedades para a saúde do noni, bem como os efeitos do consumo prolongado do fruto. O presente estudo buscou avaliar alguns parâmetros químicos da polpa do fruto da *Morinda citrifolia* Linn, o noni, como teor proteínas, lipídios, carboidratos, minerais, cinzas e vitamina C. Além de parâmetros físico-químicos como pH, acidez titulável e cor. Os resultados demonstram que a polpa do fruto possui em torno de 86,84% de umidade, 0,55% de proteína, 0,2144% de lipídios, 0,572 % de cinzas, além de apresentar quantidades importantes de macro e microminerais. Apresentou pH ácido, além de ter quantidade considerável de sólidos solúveis.

**Palavras-chave:** Polpa de noni, Composição mineral, Composição centesimal.

## ABSTRACT

*Morinda citrifolia* Linn comes from Southeast Asia and plays an important role in Polynesian medicine. Being a species capable of growing in different types of soil and climate, it has adapted to several regions of the Brazilian territory. Producing fruit the whole year, noni became the target of studies having as one of the motivations the legalization of its commercialization, which is currently prohibited in Brazil. Thus, the academic community has been arousing interest in scientifically determining the most diverse properties for the health of noni, as well as the effects of prolonged consumption of the fruit. The present study aimed to evaluate some chemical parameters of the fruit pulp of *Morinda citrifolia* Linn, noni, as protein, lipids, carbohydrates, minerals, ashes and vitamin C. In addition to physico-chemical parameters such as pH, titratable acidity and color. The results demonstrate that the fruit pulp has around 86.84% of humidity, 0.55% of protein, 0.2144% of lipids, 0.572% of ashes, besides presenting important amounts of macro and microminerals. It presented acid pH, besides having considerable amount of soluble solids

**.Keywords:** Noni pulp, Mineral composition, Centesimal composition.

## LISTA DE TABELAS

Tabela1- Peso dos frutos.....	34
Tabela 2 - Resultados de pH e Acidez.....	37
Tabela 3 - Resultados de parâmetros de cor. ....	38
Tabela 4 - Concentração de fósforo na polpa. ....	39
Tabela 5 - Concentração de sódio e potássio na polpa. ....	40
Tabela 6 - Concentração de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn na polpa. ....	41

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Folhas da <i>Morinda citrifolia</i> .....	14
Figura 2 - Fruto da <i>Morinda citrifolia</i> .....	14
Figura 3 - Sistema soxhlet.....	17
Figura 4 - Destilador automático.....	19
Figura 5 - Redução da molécula de DFI pela de ácido ascórbico.....	21
Figura 6 - Equipamento utilizado para determinação da $A_w$ .....	22
Figura 7 - Diagrama de cor.....	24
Figura 8 - Aspecto do fruto utilizado.....	25
Figura 9 - Aspecto da polpa recém-processada.....	26
Figura 10 - Torta resultante do processam.....	26
Figura 11 - Peneira Tyler 10 Mesh.....	26
Figura 12 - Extrator Soxhlet.....	28
Figura 13 - Cápsulas plásticas.....	30
Figura 14 - Espectrofotômetro.....	31
Figura 15 - Fotômetro de chama DM-62/ Digimed.....	32
Figura 16 - Curva de padrão externo determinação de fósforo.....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
3.1 Morinda citrifolia LINN.....	14
3.2 Composição centesimal e outros parâmetros.....	15
3.2.1 Determinação do teor de umidade.....	15
3.2.2 Determinação lipídica por extração direta em Soxhlet.....	16
3.2.3 Determinação do teor de proteína bruta.....	17
3.2.4 Determinação do teor de cinza total.....	20
3.2.5 Determinação do teor de vitamina C.....	20
3.2.6 Determinação da atividade de água (Aw).....	21
3.2.7 Acidez total titulável.....	23
3.2.8 Ph.....	23
3.2.9 Sólidos solúveis totais .....	23
3.2.10 Cor.....	23
3.2.11 Determinação do teor de carboidratos.....	24
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
4.1 Processamento dos frutos.....	25
4.2 Determinação da umidade.....	26
4.3 Determinação do teor de proteína bruta.....	27
4.4 Determinação lipídica por extração direta em soxhlet.....	28
4.5 Determinação do teor de cinza total.....	29
4.6 Determinação do teor de vitamina C.....	29
4.7 Determinação da atividade de água (Aw).....	29
4.8 Acidez total titulável.....	30

4.9 pH.....	30
4.10 Sólidos solúveis totais .....	30
4.11 Cor.....	31
4.12 Composição mineral - preparo do extrato.....	31
4.13 Determinação de fósforo pelo método azul de molibdênio.....	32
4.14 Determinação de sódio e potássio por fotometria de chama.....	32
4.15 Determinação de cálcio e magnésio por espectrometria de absorção atômica.....	33
4.16 Determinação de cobre, ferro, manganês e zinco por espectrometria de absorção atômica.....	33
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
5.1 Rendimento percentual de obtenção da polpa.....	34
5.2 Determinação da umidade.....	34
5.3 Determinação do teor de proteína bruta.....	35
5.4 Determinação lipídica por extração direta em Soxhlet.....	35
5.5 Determinação do teor de cinza.....	35
5.6 Carboidrato.....	36
5.7 Valor energético.....	36
5.8 Determinação do teor de vitamina C.....	36
5.9 Determinação da atividade de água ( $A_w$ ).....	37
5.10 Acidez total titulável e pH.....	37
5.11 Sólidos solúveis totais.....	38
5.12 Cor.....	38
5.13 Determinação do teor de fósforo .....	39
5.14 Determinação do teor de Na e K.....	40
5.15 Determinação do teor de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn.....	40
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O *Morinda citrifolia* é uma árvore que gera o fruto mais conhecido como noni. É uma fruta advinda do sudeste asiático. E, por possuir bastante utilização por parte da medicina popular na cura de enfermidades, tem crescido o interesse para a realização de estudos em relação à planta e ao fruto. Contudo, ainda são escassas informações nutricionais sobre o noni e sobre a presença de compostos funcionais. (MORTON *et al.*, 1992).

Diversos trabalhos publicados na literatura buscaram avaliar os efeitos antimicrobianos, a atividade anticâncer e anti-inflamatória, as propriedades antioxidantes dentre outras propriedades e características (CHAN-BLANCO, 2005). Porém, a Agência nacional de vigilância Sanitária (ANVISA), órgão regulamentador da comercialização de alimentos no Brasil, alerta a respeito da utilização da fruta pois apesar de existirem diversos estudos a seu respeito, estes ainda não são conclusivos sobre seus efeitos toxicológicos. Por esse motivo, a comercialização do fruto bem como de seus produtos é considerada ilegal. (ANVISA, 2007)

Desse modo, a comunidade acadêmica tem demonstrado interesse em realizar pesquisas com o noni, no intuito de auxiliar na caracterização e no conhecimento da composição seja ela mineral ou centesimal da fruta. Caracterização essa realizada através da utilização de metodologias comprovadas e publicadas principalmente pelo Instituto Adolf Lutz, para determinação da composição centesimal e utilização de técnicas espectroscópicas de absorção e emissão atômica, como a espectroscopia de absorção atômica por chama (FAAS) e espectrometria de emissão atômica por chama (FAES).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterização química e físico-química da polpa da *Morinda citrifolia* Linn (Noni).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar o teor de proteínas, lipídios, carboidratos, umidade, cinzas e minerais presentes na polpa do noni.
- Determinar o teor de vitamina C presente na polpa do noni.
- Determinação dos sólidos solúveis totais presentes na polpa do noni.
- Avaliar a cor da polpa.
- Realizar a determinação de parâmetros físico-químicos de atividade de água, acidez e pH.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 *Morinda citrifolia* Linn

O fruto proveniente da *Morinda citrifolia* Linn, popularmente conhecido como noni, é um fruto de origem asiática, muito encontrado também na África, na Austrália e na Polinésia, possui como principal produtor o Taiti. O fruto pertence à família Rubiaceae, que se encontra entre as cinco maiores famílias de angiospermas. Na Polinésia os curandeiros o utilizavam como ingrediente principal no preparo de extratos de uso medicinal. (MORTON, 1992; NELSON, 2001; WANG *et al.*, 2002).

A planta que gera os frutos possui pequeno porte, podendo medir de 3 a 6 metros de altura como observado na figura 1, a geração de frutos ocorre durante o ano inteiro, possibilitando assim a fácil obtenção dos mesmos. O crescimento da planta ocorre de forma eficaz tanto em solos ricos em sais minerais, mas também ocorre em solos arenosos ou até mesmo em solos úmidos (McCLATHEY, 2002; WANG *et al.*, 2002). Apresenta baixa susceptibilidade a doenças e a ataque de insetos. (GERMOSÉN-ROBINEAU, 1995)

Figura 1: Folhas da *Morinda citrifolia*.



Fonte: Correia, 2010.

Figura 2: Fruto da *Morinda citrifolia*.



Fonte: Correia, 2010.

Os frutos possuem de 3 a 10 cm de comprimento e de 3 a 6 cm de largura, (obsevido na figura 2), possuem um formato oval e superfície irregular grumosa (GERMOSÉN-ROBINEAU, 1995; (McCLATHEY, 2002; WANG *et al.*, 2002).

O fruto possui em sua composição integral um maior percentual de polpa, seguido pela semente e possui uma pele fina, semelhante à encontrada na batata inglesa, considerada irrisória para o presente estudo.

### 3.2 Composição centesimal e outros parâmetros

Para que uma dada pessoa supra as necessidades nutricionais e alcance níveis satisfatórios de vitaminas, minerais e proteínas é necessário que se tenha conhecimento da composição dos alimentos. (ANVISA, 2005)

Desse modo pode-se observar a importância da análise da composição centesimal do fruto noni uma vez que o mesmo possui relevância em estudos por possuir compostos que desempenham funções farmacológicas e medicinais. (CHAN-BLANCO, 2005) Desse modo faz-se necessário a realização de estudos para análise de parâmetros que caracterizam determinado alimento, a composição centesimal.

O estudo da composição centesimal de um determinado alimento consiste na determinação de parâmetros como do teor de umidade e/ou de voláteis, teor de cinzas e/ou resíduo mineral fixo, teor de lipídios/ gorduras, teor de proteínas bruta além do percentual de carboidratos/ glicídios. Podendo, a partir do conhecimento desse parâmetros avaliar o valor energético total (V.E.T.) do alimento, da do em quilocalorias (kcal), seguindo a equação abaixo. (IAL, 2008)

$$\text{V.E.T.} = (4.\text{CHO}) + 4.(\text{P}) + 9.(\text{L}) \quad (1)$$

Sendo:

CHO → Carboidratos

P → Proteínas

L → Lipídios

#### 3.2.1 Determinação do teor de umidade

Considera-se umidade o teor de água total presente na amostra, constituído pelo teor de água livre e de água de solvatação, correspondendo diretamente à perda de peso pelo produto após exposição ao calor. A determinação desse parâmetro é de grande

importância, pois traz consigo informações a respeito da estabilidade química dos componentes do alimento, da deterioração microbiológica, bem como nas propriedades organolépticas de produtos (IAL, 2008) e é realizada a partir da análise gravimétrica

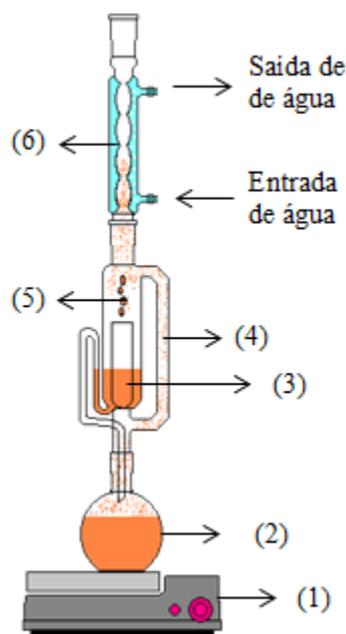
### **3.2.2 Determinação lipídica por extração direta em soxhlet**

Lipídios são compostos orgânicos insolúveis em água, que bioquimicamente desempenham diversas funções, uma das principais funções observadas é de ser fonte de energia, participa também da estrutura de membranas celulares, atua também como matéria prima para a produção de colesterol, de hormônios, dentre outros compostos importantes para o bom funcionamento corpóreo (YAHIA, 2010).

O experimento utilizado para a realização da determinação do teor de lipídios em polpa de noni foi realizado através do método de extração contínua em soxhlet (figura 3), que consiste de uma ferramenta laboratorial, projetada inicialmente para executar a extração de material lipídico advindo de amostras sólidas, com a utilização de cartuchos confeccionados com papel de filtro, pode-se acomodar e submeter à amostra à ação contínua do solvente.

Uma grande vantagem da utilização desse sistema é a recuperação do solvente utilizado, uma vez que o mesmo possui toxicidade alta além de ser bastante inflamável, de forma que o reaproveitamento do mesmo gera menos resíduo e menos impactos ao meio ambiente.

O solvente que se encontra no balão de fundo chato (2) é aquecido, com o auxílio de uma manta aquecedora (1), sofre evaporação, percorrendo o caminho indicado (4) até que entra em contato com a superfície do condensador (6), sofre resfriamento e conseqüente condensação (5), gotejando sob o cartucho (3) contendo a amostra, promovendo a extração de compostos que interagem quimicamente com o solvente utilizado, no caso o Hexano. (IAL, 2008). O solvente contendo o material orgânico extraído é acumulado e permanece temporariamente em contato com o cartucho, auxiliando ainda mais a extração, depois de atingido o nível do sifão, o solvente é despejado novamente no balão de fundo chato.



Fonte: Gastaldi, 2010.

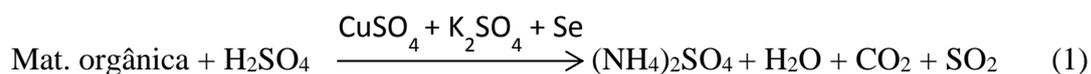
Através do presente método de extração por solvente foi obtido um extrato que por sua vez não é composto apenas por lipídios, mas também existem compostos presentes na polpa do fruto que por apresentar interações com o solvente, são extraídos, como por exemplo, carotenoides, vitaminas, dentre outros. Porém estes não possuem massa representativa frente ao material essencialmente lipídico, desse modo para o presente trabalho toda a massa extraída pelo hexano será considerada para o cálculo final. (IAL, 2008)

### 3.2.3 Determinação do teor de proteína bruta

Proteínas são moléculas orgânicas formadas pela reação de polimerização de aminoácidos, podendo possuir origem animal ou vegetal. O estudo do teor de proteínas presente nos alimentos de modo geral é bastante importante uma vez que a mesma desempenha funções essenciais para a manutenção do bom funcionamento do corpo humano, além de possuir forte papel na construção de novos tecidos e de órgãos sendo responsáveis por dar resistência e elasticidade aos tecidos, atua no transporte de substâncias tal como o oxigênio, estão presentes na composição de anticorpos e de enzimas, catalisam reações químicas essenciais para a manutenção da vida, atuando também no fornecimento de energia, as que se encontram na membrana plasmática atuam como receptoras, emitindo sinais para que a célula possa desempenhar suas funções vitais além de atuar na regulação de hormônios (HAQUE, 2016). Diante de tantas funcionalidades vitais, existe a necessidade de se conhecer o teor de proteínas

presente na polpa do noni. Para isso foi utilizado método de Micro-Kjedahl, que consiste em três etapas básicas, digestão, destilação e titulação. Esse método baseia-se na transformação do nitrogênio presente na composição da matéria orgânica da amostra em sulfato de amônio através da reação com ácido sulfúrico concentrado.

A digestão da matéria orgânica ocorre após a adição ao tubo de digestão da amostra, da alíquota de ácido sulfúrico concentrado e da mistura catalítica, composta por sulfato de cobre e sulfato de potássio além de selênio metálico, que aceleram a reação de oxidação da matéria orgânica, de modo que todo carbono presente na mesma oxida-se à dióxido de carbono que é liberado juntamente com os vapores de água durante o processo de digestão que ocorre sob exposição à temperatura de 400°C, como observado na reação abaixo. Durante o processo digestivo há a mudança da coloração inicial até que a mesma se torne verde claro bastante límpido. (IAL, 2008)

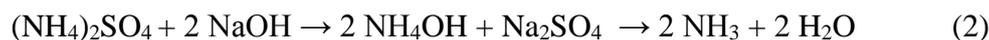


Após a digestão o material já digerido é transferido para tubos adequados para a utilização do destilado automático (figura 4), onde é adicionada a alíquota de 25 mL de hidróxido de sódio 50% v v<sup>-1</sup>, que assim como observado na reação 2, promoverá a formação de hidróxido de amônio que se se transforma espontaneamente em amônia, a qual é destilada e captada em uma solução de ácido bórico 2% com indicadores que apontam para a presença de borato de amônio (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>), como observado na reação 3 (IAL, 2008).

Figura 4: Destilador automático.



Fonte: CasaLab, 2016.



A última etapa consiste na titulação da solução contendo o borato de amônio proveniente da destilação, com uma solução padrão de ácido clorídrico, utilizando-se uma mistura dos indicadores, vermelho de metila, verde de bromocresol e alaranjado de metila, ambos com concentração de 0,1% (m/v).

Para a determinação do percentual de proteína presente na amostra deve-se calcular o fator do ácido utilizado como padrão ( $f_a$ ).

Utilizando-se dos resultados aplica-se a equação abaixo para o cálculo do fator do ácido, que se trata de um fator de conversão para que se possa afirmar a real concentração da solução preparada. Também para o cálculo do percentual do teor de proteína presente em polpa de noni utiliza-se o valor 5,75, como regulamentado pela ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, como sendo o valor correspondente ao tipo de alimento, no caso, referenciado à proteína vegetal. (ANVISA, 2001)

$$f_a = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{0,053 * V_{\text{HCL}} * N_{\text{HCL}}} \quad (2)$$

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(V_a - V_b) * N * f_a * 0,014 * 100 * 5,75}{P_c} \quad (3)$$

Onde:

$V_a$  - Volume de ácido gasto na titulação da amostra,

$V_b$  - Volume de ácido gasto na titulação do branco

$N$  - Normalidade do ácido,

$f_a$  - Fator de correção do ácido

$P_c$  - Peso da amostra

### **3.2.4 Determinação do teor de cinza total**

O presente teste possui o intuito de determinar a quantidade de material inorgânico, residual mineral, presente na amostra. As cinzas são compostas principalmente por macronutrientes, como a exemplo de K, Na, Ca, P e Mg, dentre outros. Possuindo também micronutrientes como por exemplo Al, Fe, Cu, Mn e Zn, podendo possuir elementos traços nos quais pode-se citar Cr, Co, Cd e outros elementos.

Esse estudo se faz importante principalmente para que se possa mensurar o teor de minerais presentes em determinado alimento, pois os mesmos possuem papel importante na valorização do produto pelo consumidor e serve de embasamento para profissionais da área da saúde orientar pessoas que eventualmente possuam deficiência mineral a respeito dos valores nutricionais dos alimentos.

Para a determinação do teor de cinzas utiliza-se como princípio fundamental o processo de queima ou incineração da amostra, onde a mesma é submetida à aquecimento gradual e compassado, para que haja a degradação completa com o mínimo de perdas em relação a massa quanto for possível. (IAL, 2008)

Desse modo em torno de 5g de amostra são submetidos ao aquecimento em forno mufla iniciando-se o tratamento térmico com 100°C por 30 minutos, elevando-se a temperatura em 50°C a cada 30 minutos até atingir 550°C assim permanecendo por seis horas (IAL, 2008). Após esse tempo submetido ao tratamento térmico toda a matéria orgânica presente na amostra transforma-se em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>.

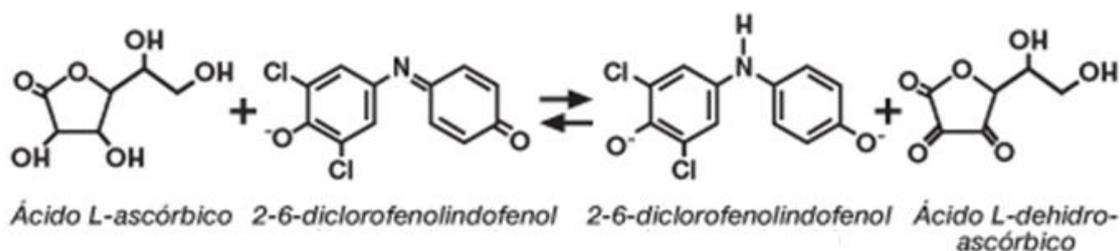
### **3.2.5 Determinação do teor de vitamina C**

O ácido L-ascórbico, também nomeado de vitamina C (Figura 5), trata-se de um importante antioxidante que está presente na composição principalmente de frutas cítricas, podendo também ser encontrado em hortaliças. (FIORUCCI., 2003). Possui um importante valor nutricional e a ingestão adequada do mesmo evita a ocorrência de escorbuto, que se trata de um caso clínico causador de hemorragias nas gengivas, além de ser potencialmente anti-carcinogênico (SILVA, 2001) também promove a fácil absorção de ferro pelo intestino.

O ácido ascórbico exerce também o papel de conservante natural, pois reage com oxigênio evitando a oxidação do alimento evitando a degradação dos mesmos, preservando o sabor e a cor natural. A vitamina C é também bastante utilizada como aditivo nutricional em produtos industrializados como em bebidas, refrigerantes enlatados e cereais matinais. (SILVA, 2001)

Desse modo utilizou-se para a determinação do teor de vitamina C total o método titulométrico de Tillman, que tem como fundamento a utilização do reagente 2,6-diclorofenicol indofenol que sofre redução causada pela molécula de ácido ascórbico, como observado na figura 5.

Figura 5: Redução da molécula de DFI pela de ácido ascórbico.



Fonte: Vidal Martín Cantalejo, 2016.

A solução de Tillmans consiste em dissolver 2,6 dicloro-fenol indofenol(DFI) e bicarbonato de sódio em água, de modo a obter-se 0,02% de DFI em solução.

Para a realização da determinação a amostra deve ser dissolvida em ácido oxálico, pois o DFI, que possui uma coloração azul escura, reage primeiramente com o ácido ascórbico presente na amostra, produzindo o ácido ascórbico oxidado e a forma reduzida do DFI, que são incolores, desse modo é necessária a presença do ácido oxálico para que se possa detectar o fim da titulação pois ao reagir com a molécula de DFI o ácido produz uma espécie rósea (IAL, 2008).

### 3.2.6 Determinação da atividade de água (Aw).

A água é um componente importante encontrado em altos percentuais principalmente em frutos, a água presente em alimentos pode ser encontrada de duas formas, na forma de água livre, ou seja, disponível para reagir quimicamente, fisicamente e biologicamente e água ligada ao substrato ou água de solvatação.

Atividade de água ( $A_w$ ) por sua vez consiste de uma medida físico-química da razão entre a pressão parcial de água na amostra (pressão de vapor da amostra) e a pressão de vapor na água pura a temperatura constante, desse modo atividade de água trata-se de um parâmetro importante para que se possa estimar a quantidade de água livre presente no alimento. (SCOTT, 1957)

Assim sendo, o conhecimento da  $A_w$  possui importância e relevância por diversos motivos, dentre eles a conservação dos alimentos, pois a quanto maior a quantidade de água livre e conseqüentemente maior os valores de atividade de água, maiores serão as possibilidades de fácil e rápida deterioração dos alimentos, pois a deterioração dos alimentos pode acontecer através da ocorrência de reações químicas, da ocorrência de alterações físicas, que acarretam em descaracterização sensorial, e organoléptica e da ocorrência da proliferação de microrganismos que podem acarretar além da degradação do material o risco à saúde do consumidor final de um determinado produto alimentício. (WELTI e VERGARA, 1997)

Para a determinação dos valores foi utilizado o equipamento Aqualab CX-2, que funciona a partir da condensação dos vapores presentes na amostra condensados sob um detector, o equipamento realiza a leitura da temperatura e dos valores de atividade de água.

Figura 6: Equipamento utilizado para determinação da  $A_w$ .



Fonte: Autor, 2017.

### **3.2.7 Acidez total titulável**

O estudo do presente parâmetro possui relevante importância, pois existem, na constituição dos alimentos, ácidos orgânicos que geram acidez e através do estudo desse parâmetro, podem ser retirados dados importantes para a realização de um eventual processamento para o processo produtivo de um produto a base de noni, bem como para avaliar o estado de conservação que o mesmo pode ter.

A medida de acidez total titulável consiste na titulação de uma alíquota da amostra solubilizada em água, que é titulada com hidróxido de sódio com o auxílio do indicador fenolftaleína. Consiste de uma titulação simples onde haverá a adição da base até que todo ácido presente na amostra seja consumido, podendo-se assim determinar a concentração de ácido presente na amostra em questão. (CECCHI, 2003; IAL,2008)

### **3.2.8 pH**

A medida de pH, potencial hidrogeniônico, é um parâmetro físico-químico que indica o grau de acidez, basicidade ou neutralidade de determinada solução, trata-se de uma importante medida para que se tenha conhecimento da degradação do alimento com microrganismo, da atividade enzimática, de alterações na textura e retenção de sabor e odor. (CECCHI, 2003)

Para a realização da medida utiliza-se o eletrodo combinado de hidrogênio (pHmetro).

### **3.2.9 Sólidos solúveis totais**

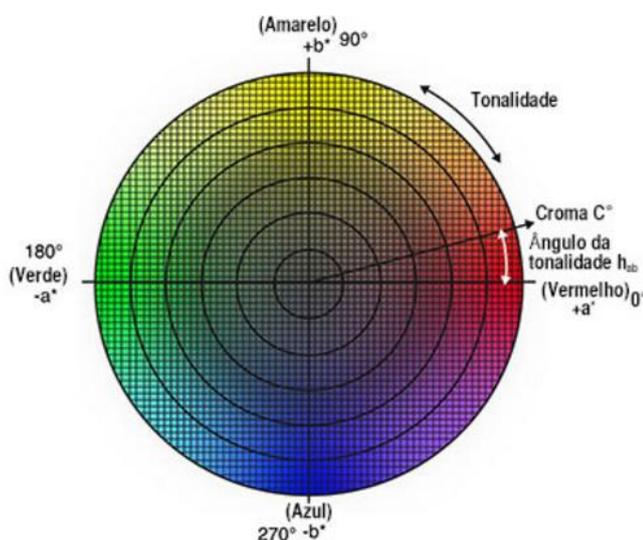
A determinação do teor de sólidos solúveis totais trata-se da medida do percentual de sólidos solúveis presente na amostra, sendo consideravelmente relativo à quantidade de açúcares presentes. A presente determinação tem como princípio fundamental a refração causada pelos sólidos presentes na amostra, de modo que através do desvio pode-se medir o percentual em °Brix, onde 1 °Brix corresponde a 1g de açúcar por 100g de solução.(IAL 2005)

### **3.2.10 Cor**

Para a expressar a cor de uma determinada superfície, seja ela regular ou não, utiliza-se, com o auxílio de um espectrofotômetro, um método no qual é possível localizar a partir de um espaço de cor o padrão colorimétrico da amostra, esse método foi

organizado pela organização sem fins lucrativos Commission internationale de l'Eclairage, foram utilizados os espaços de cor CIE  $L^*C^*h$  e CIE  $L^*a^*b^*$ . Para o espaço de cor CIE  $L^*a^*b^*$ , o parâmetro L refere-se à luminosidade, o parâmetro  $a^*$  quando assume valores positivos indica coloração vermelha e quando assume valores negativos indica coloração verde, o parâmetro  $b^*$  quando assume valores positivos indica coloração amarela e quando assume valores negativos indica coloração azul. Já para o espaço de cor utilizam-se coordenadas cilíndricas, onde  $C^*$  corresponde à saturação e  $h$  é o ângulo de tonalidade, como observado na figura 7 através dos diagramas de espaço (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

Figura 7: Diagrama de cor.



Fonte: Konica Minolta, 2017.

### 3.2.11 Determinação do teor de carboidratos

Carboidratos ou glicídios são biomoléculas compostas principalmente por poli-hidroxi aldeídos ou polihidroxicetonas que possuem no organismo função de fornecer energia e auxiliar na composição estrutural celular. De acordo com o tamanho da estrutura do carboidrato e das funções presentes, podem-se classificar os carboidratos em monossacarídeos, oligossacarídeos, polissacarídeos, onde os monossacarídeos correspondem a estruturas que possuem em sua composição apenas uma estrutura funcional, ou de poli-hidroxi aldeído ou de poli-hidroxicetona, de modo similar os oligossacarídeos são estruturas que possuem de dois a dez moléculas de monossacarídeos, já os polissacarídeos são compostos que possuem de dez a vinte monossacarídeos em sua estrutura.

A determinação da quantidade de carboidratos presente em determinada amostra é realizada através do cálculo indireto, subtraindo de 100% de amostra os percentuais determinados através dos parâmetros de composição centesimal determinados anteriormente. (IAL, 2008)

$$\% \text{Carboidratos} = 100 - \% \text{Umidade} - \% \text{Cinzas} - \% \text{Proteínas} - \% \text{Lipídios} \quad (4)$$

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Processamento dos frutos

Foram coletados inicialmente 7 frutos, totalizando uma massa de 1440,38 g correspondente à massa da polpa e da semente. Dessa massa, cerca de 73,27% corresponde à massa de polpa obtida, resultando dessa forma na obtenção de 1055,42 g de polpa de noni.

Os frutos foram coletados do horto presente na Embrapa, todos provenientes de uma mesma planta, coletados no mesmo momento no mês de setembro, estando todos ainda verdes.

Os frutos foram envoltos por folhas de jornal e armazenados em caixa de papelão fechada para que os mesmos passassem pelo processo de amadurecimento, que por sua vez durou três dias, de modo que, foram considerados aptos para a realização do processamento não estando com aspectos de cor e de firmeza de fruto verde, como observado na figura 8:

Figura 8: Aspecto do fruto utilizado.



Fonte: Autor, 2017.

Para a realização da separação entre a polpa e as sementes do fruto foi utilizado um processador comercial de frutos, que promoveu a obtenção de um material bastante

viscoso (figura 9) contendo polpa e semente, uma vez que consideraremos irrisória a contribuição da casca, como mostrado na figura 10.

Figura 9: Aspecto da polpa recém-processada.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 10: Torta resultante do processamento



Fonte: Autor, 2017.

O material observado na figura 9 foi peneirado com o auxílio de uma peneira da série Tyler de 10 mesh com 2mm de abertura livre, como observado na figura 10. Após o processo de peneiramento a polpa foi armazenada em sacos plásticos e mantida sob resfriamento.

Figura 11: Peneira Tyler 10 Mesh.



Fonte: Synth, 2017.

#### 4.2 Determinação da umidade

Para a determinação da umidade do noni, pesou-se em torno de 5g de polpa de noni em cápsula de cerâmica, realizou-se o aquecimento direto da amostra em estufa de circulação forçada de ar, sob temperatura de 105 °C até que a massa se tornasse constante. Dessa forma, toda a massa de água livre foi removida restando apenas resíduo seco, cuja massa possibilitou o cálculo percentual do teor de água livre (umidade). As cápsulas utilizadas passam previamente pela exposição à temperatura de 105°C por uma hora antes da pesagem da amostra, para que se possa aferir precisamente

a massa correspondente às cápsulas, informações essas que são necessárias para o cálculo de umidade.

O cálculo da umidade é feito através da subtração simples entre a massa de amostra úmida aferida antes da realização do experimento e a massa de amostra seca aferida após o experimento. Assim, pode-se encontrar a massa de água contida na amostra e calcular o percentual de água, como mostrado na equação abaixo.

$$\%U = \frac{P_{C+AU} - P_{C+AS}}{P_{C+AU}} * 100 \quad (5)$$

Onde:

$\%U$  → Percentual de umidade presente no alimento

$P_{C+AU}$  → Peso do cadinho mais amostra úmida

$P_{C+AS}$  → Peso do cadinho mais amostra seca

$P_{C+AU} - P_{C+AS}$  → Peso da água evaporada

### 4.3 Determinação do teor de proteína bruta

A determinação do teor de proteínas foi realizada através da utilização do método micro-kjeldahl. Para isso, foram pesadas em torno de 0,2 gramas de polpa de noni previamente secas em estufa. A pesagem das amostras foi realizada diretamente no tubo de digestão de 50 mL, ao qual foi adicionado 1,5g de amostra digestora, composta por  $K_2SO_4$  e  $CuSO_4$  e selênio, foram adicionados 5 mL de ácido sulfúrico Synth® P.A , permanecendo em contato com ácido sulfúrico sob ação de um bloco digestor por um intervalo de tempo de 3 h, adquirindo uma coloração azul-esverdeada, límpida. (IAL, 2008)

Após a completa digestão, a amostra foi transferida para o balão de Kjeldahl, que por sua vez foi acoplado ao sistema automático de destilação. A amostra destilada foi coletada em um erlenmeyer contendo 10 mL de uma solução 2% v/v de ácido bórico Synth® 2% m v<sup>-1</sup> e três gotas da mistura de indicadores vermelho de metila (1%) e verde de bromocresol (1%) na proporção 2:3, respectivamente. Ao adicionar 25 mL de hidróxido de sódio Dinâmica® 50% m v<sup>-1</sup> à amostra contida no balão de Kjeldahl, ocorreu a evaporação da amônia formada, que ao entrar em contato com o sistema de

destilação, sofre condensação, gotejando sobre o erlenmeyer presente no fim do destilador.

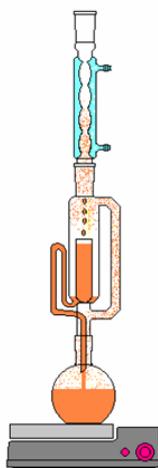
Após a completa destilação da amônia proveniente do material proteico presente na amostra, a solução proveniente da destilação, foi titulada com ácido clorídrico Dinâmica® 0,02 mol L<sup>-1</sup>. Os experimentos foram realizados em cinco replicatas.

#### 4.4 Determinação lipídica por extração direta em soxhlet

A determinação do teor de lipídeos presente na polpa do noni foi realizada utilizando um sistema contendo cinco extratores contínuos do tipo soxhlet como mostrado na figura 12. Para a acomodação da amostra foram confeccionados cartuchos com papel de filtro e barbante, de modo que não houvesse vazamento da amostra para o sistema.

Foram pesados em torno de 5 g de amostras de polpa de noni liofilizadas e essa massa foi submetida à extração no sistema soxhlet por 8 h usando hexano Synth® P.A. como solvente extrator.

Figura 12: Extrator Soxhlet.



Fonte: Gastaldi, 2010.

Depois de terminado o processo extrativo, os balões contendo material lipídico passaram uma hora em estufa de circulação de ar forçado a 105 °C, para que ocorresse a remoção do solvente residual. Após esta etapa, os balões foram pesados para que fosse determinado o teor de lipídios presentes na amostra. (IAL, 2008)

#### 4.5 Determinação do teor de cinza total

Para a determinação do teor de cinzas total, foram pesadas cinco amostras em cadinhos de porcelana. Os cadinhos foram previamente secos por 1h à 550 °C e resfriados à temperatura ambiente em dessecador.

Os cadinhos de porcelana foram devidamente acomodados no forno mufla, iniciando o tratamento térmico em 100 °C por 30 minutos. A temperatura foi então sendo elevada gradativamente a cada meia hora em 50 °C até atingir 550 °C, assim permanecendo por seis horas, para assegurar que toda a matéria orgânica passasse pelo processo de queima.

Com o término do experimento, os cadinhos foram transferidos para um dessecador até atingirem temperatura ambiente e então pesados. (IAL, 2008)

$$\%C = \frac{(P_c + P_u) - P_{cc}}{P_u} \times 100 \quad (6)$$

Onde:  $P_c$  = Massa da cápsula;  $P_u$  = Massa da amostra úmida;  $P_{cc}$  = Massa da cápsula + cinzas.

#### 4.6 Determinação do teor de vitamina C

Para a realização da determinação do teor de vitamina C na polpa de noni, foi realizado primeiramente o preparo do extrato, pesando 1,0064 g de polpa recém processada, devidamente protegida da incidência de luz. Essa massa foi dissolvida em 100 mL de ácido oxálico 0,5 % (gelado), aferida com ácido oxálico em um balão volumétrico de 100 mL.

Foram transferidos 5 mL do extrato para um erlenmeyer de 125 mL, adicionando-se 45 mL de água deionizada. Esse extrato foi então titulado com a solução de Tillman até o ponto de viragem. O experimento foi realizado em triplicata. (IAL, 2008)

#### 4.7 Determinação da atividade de água (AW).

Para a determinação da atividade de água da polpa de noni, a amostra recém-processada foi acomodada em cápsula plástica, como a da figura 13. As cápsulas foram inseridas no equipamento e as medidas de temperatura e atividade de água foram realizadas. Este experimento foi realizado em cinco replicatas.

Figura 13: Cápsulas plásticas.



Fonte: AquaLab, 2017.

#### 4.8 Acidez total titulável

Para a realização da medida de acidez total, foram utilizadas as seguintes vidrarias: três erlenmeyers de 125 mL, bureta de 10 mL e proveta de 50 mL. Com o auxílio de uma balança analítica foram medidas, em cada erlenmeyer, três amostras contendo em torno de 1 g de polpa de noni. Adicionou-se a cada erlenmeyer 50 mL de água deionizada, para a solubilização dos ácidos presentes na amostra, e 3 mL de solução alcoólica de fenolftaleína 1%, como indicador. Com o auxílio de uma bureta foi realizada a adição gota à gota de uma solução de hidróxido de sódio com concentração  $0,09458 \text{ mol L}^{-1}$  até que a solução contendo a amostra solubilizada mudasse de coloração, de incolor para rósea, indicando o fim da titulação.

#### 4.9 pH

Empregou-se um pHmetro BEL® W3B para as medidas de pH na amostra. Foi realizado primeiramente o procedimento de calibração do aparelho, utilizando-se soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 armazenadas sob refrigeração. Para a realização da determinação de pH, pesou-se três alíquotas contendo um grama de amostra, que foi solubilizada em 50 ml de água deionizada em um béquer, as medidas foram realizadas e os valores devidamente anotados.

#### 4.10 Sólidos solúveis totais

Para a realização da medida do teor de sólidos solúveis totais, foi colocada uma dada quantidade de polpa de noni *in natura* em uma espécie de trouxa de algodão, manualmente confeccionada de modo que pudesse ser realizada a medida com o líquido que ultrapassou o algodão que envolvia a amostra, gotejando uma alíquota sobre o

refratômetro digital Instrutherm® RTDS 28 utilizado, realizando assim as leituras em cinco repetições.

#### **4.11 Cor**

Utilizou-se, para a realização da medição dos parâmetros de espaço de cor, um colorímetro portátil CR-410 Konica Minolta®, similar ao observado na figura 14, utilizando como anteparo, folha de papel ofício abaixo de uma placa de petri onde foram adicionadas quantidades de amostra suficiente para que toda a superfície da placa fosse coberta, para a realização da medida de cor.

Figura 14: Colorímetro.



Fonte: Konica Minolta, 2017.

#### **4.12 Composição mineral – Preparo do extrato.**

Para a realização das determinações de composição mineral, foi preparado um extrato obtido através da digestão por via úmida de 0,5 g de amostra liofilizada, digestão essa realizada utilizando-se 8 mL de mistura ácida 3:1 de HNO<sub>3</sub> 65% para HClO<sub>4</sub> 72%. A amostra permaneceu em contato com a mistura ácida em temperatura ambiente por 4h, posteriormente os tubos foram inseridos no bloco digestor onde permaneceram à temperatura de 120 °C por 2h e por mais 3h em 200 °C. Após o término do processo digestivo, os extratos foram resfriados naturalmente e transferidos para balões de 50 mL, aferindo-se o volume com água deionizada. O experimento foi realizado em cinco repetições.

Todas as vidrarias utilizadas passaram previamente pelo processo de desmineralização em solução de HCl 20% v v<sup>-1</sup>, permanecendo submersas por 2 h e posteriormente enxaguadas com água deionizada.

#### 4.13 Determinação de fósforo pelo método azul de molibdênio

Para a realização da determinação da concentração de fósforo presente no extrato proveniente da digestão por via úmida e conseqüentemente na polpa do noni, preparou-se uma curva analítica com sete pontos. Assim, foram adicionados a sete frascos 10 mL de molibdato de amônio ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ) 10 %  $\text{m v}^{-1}$ , uma pitada de ácido ascórbico ( $\text{C}_6 \text{H}_8\text{O}_6$ ) e 5 mL das solução padrão de fósforo com as seguintes concentrações 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0  $\text{mg L}^{-1}$  agitando para que ocorresse a homogeneização e solubilização, foram aguardados 30 min para que a reação se completasse. O mesmo procedimento foi realizado com as amostras, mas sem adição de padrão.

Foi utilizado para a realização das medidas o espectrofotômetro FEMTO@600PI $\mu\text{s}$ .

#### 4.14 Determinação de sódio e potássio por fotometria de chama

Para a realização da determinação do teor de sódio e de potássio presente na amostra foi necessário a preparação primeiramente de soluções padrão com concentrações 0,10 e 0,20  $\text{mgL}^{-1}$ , necessárias para a realização da calibração do equipamento, para isso foi realizado o preparo de uma solução estoque com concentração de 1000  $\text{mg L}^{-1}$  de Na e K, e por diluição da solução estoque, os padrões foram preparados.

Foi utilizado o fotômetro de chama DM-62 da Digimed – Digicrom Analítica, LTDA, utilizando um fluxo de entrada de amostra de 5,0  $\text{mL min}^{-1}$ , utilizou-se ar comprimido como oxidante e GLP como combustível com fluxo de 6,0  $\text{L min}^{-1}$  e 5,0  $\text{mL min}^{-1}$  respectivamente a 1,5  $\text{kgf cm}^{-2}$ .

Figura 15: Fotômetro de chama DM-62/ Digimed



Fonte: Digimed, 2017.

#### **4.15 Determinação de cálcio e magnésio por espectrometria de absorção atômica**

Foram preparadas primeiramente as soluções padrão intermediárias de cálcio com concentração igual a  $100 \text{ mg L}^{-1}$  e de magnésio com concentração igual a  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , ambas preparadas a partir da solução estoque com concentração de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca e Mg. A partir da solução intermediária foram preparadas as curvas analíticas, diluindo-se 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 ; 4,0 e 5,0 mL das soluções intermediárias em 10 mL de uma solução de Lantânio com concentração igual a  $100 \text{ g L}^{-1}$  e 8,0 mL de ácido perclórico concentrado, aferindo o volume final para 100 mL com água deionizada. Desse modo, as concentrações de cálcio e magnésio nas curvas analíticas foram: 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0  $\text{mg L}^{-1}$  Ca e 0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5  $\text{mg L}^{-1}$  Mg. Diluiu-se 0,2 mL do extrato em 9,8 mL de lantânio (1:49) para que a determinação dos analitos na amostra.

Foi utilizado para a realização das determinações o espectrômetro de absorção atômica com chama (FAAS) PARKIN ELMER® AAnalyst 300 nas condições padrão do fabricante,  $\lambda = 422,7 \text{ cm}^{-1}$ , corrente 15 mA, slit 0,70, com proporção de combustível/oxidante de 2:12  $\text{L min}^{-1}$  (Acetileno/ Ar comprimido). Para a leitura de absorbância das quintuplicatas diluiu-se as amostras na proporção de (1:19) da amostra para Lantânio 10 mg/L.

#### **4.16 Determinação de cobre, ferro, manganês e zinco por espectrometria de absorção atômica**

Primeiramente foram preparadas soluções intermediárias contendo os micronutrientes preparadas a partir das soluções estoque de Cu, Fe, Mn e Zn com concentração igual a  $1000 \text{ mg L}^{-1}$ . Para isso, foram retiradas alíquotas de 12,5 mL da solução intermediária estoque de Cu e Fe, e alíquotas de 2,5 mL das respectivas soluções estoque de Mn e Zn aferindo o volume em um balão de 250 mL com solução de ácido nítrico  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ . Desse modo, as concentrações de Cu e Fe nas curvas analíticas serão 0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0  $\text{mg L}^{-1}$  e as concentrações de Mn e Zn nos padrões serão iguais a 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0  $\text{mg L}^{-1}$ .

Foi realizada a diluição do extrato na proporção de 1:49 para que fosse possível realizar as determinações de acordo com as curvas do padrão.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Rendimento percentual de obtenção da polpa

Foram coletados 7 frutos, abaixo (tabela 1) encontram-se as massas relativas aos frutos coletados bem como o peso médio dos frutos.

Tabela1: Peso dos frutos.

Pesagem de frutos	
Fruto	Massa (g)
1	182,24
2	212,13
3	211,28
4	236,05
5	230,93
6	142,57
7	225,18
Total	1440,38
Peso médio	212,13

Fonte: Autor, 2017.

Os frutos foram processados e a massa total de polpa obtida foi de 1055,42. Desse modo, o rendimento percentual proveniente do processamento é de 73,27 %. A perda de massa corresponde à quantidade de sementes e às perdas provenientes do processamento.

### 5.2 Determinação de umidade

A porcentagem de umidade presente na polpa de noni foi de 86,84%  $\pm$  0,039 (n=3), apresentando um coeficiente de variação de 0,044%. Dessa maneira, a água é o componente majoritário da polpa do fruto. O valor encontrado foi levemente inferior a 91,91% relatado por CORREIA *et al.* (2011), a 90% encontrado por WEST *et al.* (2011) e a 88,36% encontrado por COSTA *et al.*(2013).

Através da determinação do teor de umidade, foi possível observar que o noni é um fruto com alto teor de água, por esse fato há bastante possibilidade de haver

crescimento de microrganismos, uma vez que os mesmos se proliferam facilmente em meios que possuem água e nutrientes.

### **5.3 Determinação do teor de proteína bruta**

De acordo com os resultados provenientes dos experimentos para determinação de proteína, realizados em cinco repetições, foi possível determinar o teor de proteínas brutas em polpa de noni. A polpa do noni apresentou o teor de proteína bruta de 3,96%  $\pm$  0,15, apresentando um coeficiente de variação de 3,71%, em base seca e em base úmida 0,5478%  $\pm$  0,005373, apresentando coeficiente de variação igual a 0,9807%. Esses valores correspondem a aproximadamente 0,55 g 100g<sup>-1</sup>, valor próximo a 0,4 g 100 g<sup>-1</sup> encontrado por SHOVIĆ e WHISTLER (2001) e a 0,68 g 100g<sup>-1</sup>. encontrado por CORREIA *et al.* (2011).

### **5.4 Determinação lipídica por extração direta em soxhlet**

A partir da extração contínua em soxhlet, foi possível determinar o teor de lipídios presente na polpa de noni como sendo 1,6291%  $\pm$  0,01106 em base seca, uma vez que os extratos lipídicos foram preparados utilizando-se as amostras liofilizadas, e 0,2144 %  $\pm$  0,0014 em base úmida ambos apresentando um coeficiente de variação de 0,6789%.

O teor de lipídios encontrado é superior em 0,1% ao apresentado por CANUTO (2010) e 0,15% maior ao encontrado por CHUNHIENG (2003). Possivelmente superior pela secagem do material ter sido feita por liofilização, o que proporcionou a obtenção da amostra em pó fazendo com que a percolação do solvente na amostra fosse mais eficaz, tornando mais confiável o resultado final.

### **5.5 Determinação do teor de cinzas**

O estudo do presente parâmetro se faz importante para que seja possível mensurar o teor de minerais presentes, uma vez que ocorre a retirada de toda matéria orgânica, restando apenas compostos inorgânicos.

A amostra de polpa de noni apresentou 0,572%  $\pm$  0,01483 correspondendo ao teor de cinzas, demonstrando-se próximo mais próximo de 0,54% determinado por

WEST *et al.* (2015), distinguindo-se de 0,73% determinada por CUNHA *et al.* (2012) e com 0,75% especificado por PALIOTO *et al.* (2015).

### 5.6 Carboidrato

Utilizando-se os resultados obtidos da determinação do teor de umidade, lipídios, proteínas e cinzas, calcula-se o teor de carboidratos, presente na polpa indiretamente.

$$\% \text{Carboidratos} = 100 - \% \text{Umid.} - \% \text{Cin.} - \% \text{Prot.} - \% \text{Lip.} \quad (6)$$

$$\% \text{Carboidratos} = 100 - 86,84 - 0,572 - 0,5478 - 0,2144$$

$$\% \text{Carboidratos} = 11,8258 \%$$

### 5.7 Valor energético

Utilizando a determinação dos parâmetros de carboidratos, proteínas e lipídios determinados anteriormente pôde-se determinar o valor energético fornecido pela polpa de noni, como observado abaixo:

$$VE = 4.C + 4.P + 9.G \quad (7)$$

$$VE = (4 \cdot 11,8258) + (4 \cdot 0,5478) + (9 \cdot 0,2144)$$

$$VE = 244,98 \text{ kcal}$$

### 5.8 Determinação do teor de vitamina C

O teor de vitamina C encontrado na polpa de noni foi de 241,5 mg 100g<sup>-1</sup> com desvio padrão de 0,011952. Esse valor é superior a 115,48 mg 100g<sup>-1</sup> encontrado em SECRETI *et al.* (2015), a 122,54 mg 100g<sup>-1</sup> e bastante próximo a 242,91 mg.100g<sup>-1</sup> encontrado por SILVA *et al.* (2012) na determinação realizada com o fruto de vez.

A Agência Nacional de vigilância Sanitária - Anvisa possui regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C por um adulto que deve ser de 45 mg, o IDR sugerido pela ANVISA (2005) pode ser alcançado pelo consumo de 18,63 g de polpa de noni *in natura*.

### 5.9 Determinação da atividade de água ( $A_w$ ).

A atividade de água apresentada pela polpa do noni foi de  $0,9856 \pm 0,004336$  com coeficiente de variação de 0,4399%, valores semelhantes a 0,93, encontrado por CORREIA *et al.* (2011). O valor elevado já era esperado uma vez que o principal componente do fruto é água. Isso indica que deve existir um planejamento para que o armazenamento da polpa do fruto seja feito de modo a preservá-lo em relação às características sensoriais e protegendo o alimento da ação de microrganismos (FELLOWS, 2006).

### 5.10 Acidez total titulável e pH

Os resultados de acidez total titulável e pH estão descritos na tabela 2.

Tabela 2: Resultados de pH e Acidez.

Parâmetro	Resultados	
	Média $\pm$ Desvio Padrão	Coef. de variação
pH	$3,86 \pm 0,0666$	1,72
Acidez	$0,7481\% \pm 0,0121$	4,68

Fonte: Autor, 2017.

Foi possível a partir das leituras realizadas por meio da utilização do pH-metro e das titulações realizadas com a polpa de noni solubilizada em água, observar que a polpa do noni possui pH caracteristicamente ácido e que percentualmente possui baixa acidez titulável. Nery *et al.* encontrou 4,86 para pH e 0,53% de acidez total titulável para o fruto de noni maduro. Isso demonstra que em sua composição o fruto possui compostos de caráter ácido, o que pode ser considerado um fator positivo uma vez que o fruto possui bastante água. Pois, o pH ácido é uma condição que evita a proliferação de microrganismos que possam causar degradação do fruto ou patogenicidade.

### 5.11 Sólidos solúveis totais

Foi possível determinar o teor de sólidos solúveis totais presente na polpa do noni como sendo igual a  $10,6 \pm 0,11$  com coeficiente de variação de 1,08%, valor próximo a  $10,60^\circ$  Brix encontrado por NERY *et al.* (2013). O teor de sólidos solúveis presente no noni é inferior a  $13,4^\circ$  Brix encontrado por COSTA (2004) em polpa de manga, e superior a  $9,75^\circ$  Brix encontrado em polpa de caju,  $7,5^\circ$  Brix em cajá e  $6,25^\circ$  Brix em acerola, valores encontrados por OLIVEIRA *et al.*. A quantidade de sólidos solúveis mostra que, caso a polpa de noni seja utilizada no processo produtivo de um suco, por exemplo, provavelmente será necessária a adição de menos açúcar em produtos provenientes de noni que em produtos advindos de cajá e acerola.

### 5.12 Cor

Segue abaixo na tabela 3 os resultados de avaliação de cor.

Tabela 3: Resultados de parâmetros de cor.

Parâmetros	Resultados	
	Média $\pm$ Desvio Padrão	Coef. de variação
L*	76,41 $\pm$ 0,30	0,39%
a*	-2,68 $\pm$ 0,23	8,94%
b*	24,63 $\pm$ 0,30	1,21%
c*	24,71 $\pm$ 0,33	1,32%
h	96,29 $\pm$ 0,49	0,51%

Fonte: Autor, 2017.

Observa-se através do parâmetro de cor a\* representado pelo eixo x da figura 7, presente na revisão bibliográfica, observa-se que a polpa possui cor mais distante do vermelho e mais próxima do verde pois o valor de a é levemente negativo. O parâmetro

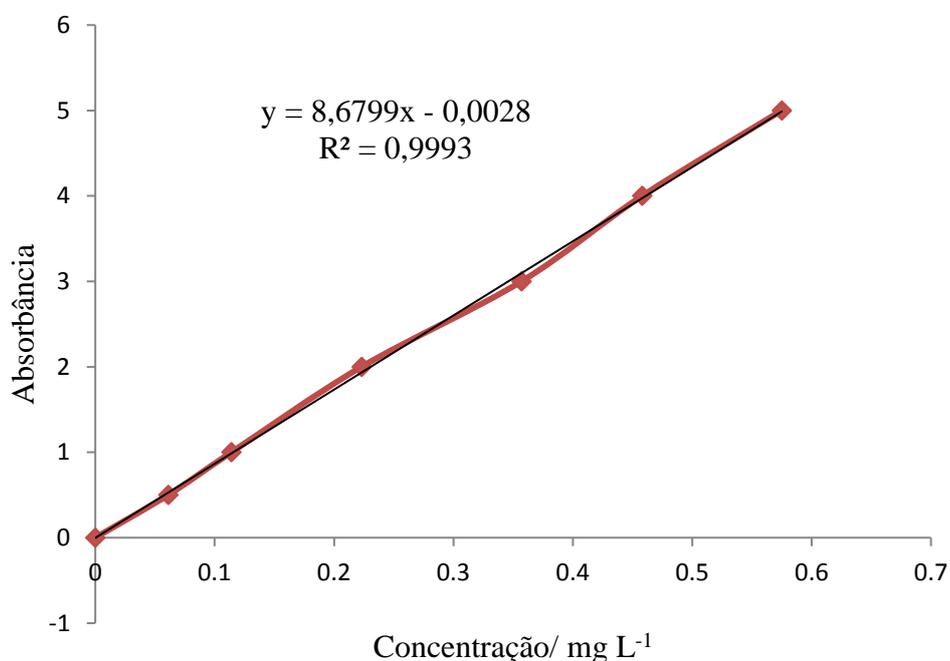
b\* mostra que a coloração da polpa está bastante próxima do amarelo e distante do azul, pois assume valores bastante positivos.

O parâmetro h indica a tonalidade, encontrando-se próximo de 90°, indicando o tom de amarelo, já L\* indica a luminosidade.

### 5.13 Determinação do teor de fósforo

A figura 16 representa a curva analítica usada para a determinação da quantidade de fósforo na polpa seca e úmida, como mostrado na tabela 4.

Figura 16: Curva de padrão externo determinação de fósforo.



Fonte: Autor, 2017.

Tabela 4: Concentração de fósforo na polpa.

Absorbância média	Concentração em mgL <sup>-1</sup>	Concentração em mg.Kg <sup>-1</sup> / Base Seca	Concentração em mg.Kg <sup>-1</sup> / Base Úmida	Concentração em mg.100g <sup>-1</sup> / Base Úmida	IDR
0,0913 ± 0,0033	0,0108 ± 0,0004	0,1065 ± 0,0032	0,0140 ± 0,0004	0,00140 ± 0,0004	700 mg

Fonte: Autor, 2017.

A concentração de fósforo presente na polpa de noni é baixa sendo necessário uma grande quantidade de polpa a ser ingerida a fim de atingir a ingestão diária recomendada pela ANVISA que é de 700 mg.

#### 5.14 Determinação do teor de Na e K

Na tabela 5, pode-se observar as concentrações de Na e K encontradas nas amostras de polpa de noni.

Tabela 5: Concentração de sódio e potássio na polpa.

	Concentração em mg kg <sup>-1</sup> / Base Seca	Concentração em mg kg <sup>-1</sup> / Base Úmida	Concentração em mg 100g <sup>-1</sup> / Base Úmida	IDR/ g
Na	2421,60 ± 45,69	318,68 ± 6,01	31,86 ± 0,60	1,30
K	16028,52 ± 299,53	2127,33 ± 39,41	212,73 ± 3,94	4,70

Fonte: Autor, 2017.

A determinação do teor de sódio e potássio se fez importante, pois os sais desempenham diversas funções no corpo, como regular a pressão osmótica celular. A polpa de noni possui um baixo teor de sódio e potássio, como observado na tabela 5 estando o teor de sódio pouco distante a 16,99 mg.100g<sup>-1</sup> ± 5,98 encontrado por WEST (2011), já o teor de potássio encontra-se bastante próximo a 214,34 mg.100g<sup>-1</sup> ± 56,91 também encontrada por WEST (2011).

Em relação à ingestão diária recomendada, observa-se que as concentrações de Na e K na polpa é consideravelmente baixa.

#### 5.15 Determinação do teor de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn

Na tabela 6, pode-se observar as concentrações de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn encontradas nas amostras de polpa de noni.

Tabela 6: Concentração de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn na polpa.

	Concentração em mg kg <sup>-1</sup> / Base Seca	Concentração em mg kg <sup>-1</sup> / Base Úmida	Concentração em mg 100g <sup>-1</sup> / Base Úmida	IDR	Percentual em 100g (%)
Ca	3193,35 ± 78,19	420,24 ± 10,29	42,02 ± 1,03	1000 mg	4,202
Mg	1037,59 ± 56,27	136,54 ± 7,40	13,65 ± 0,74	260 mg	5,25
Cu	741,38 ± 9,79	97,56 ± 1,29	9,75 ± 0,13	900 µg	-
Fe	263,84 ± 23,72	36,11 ± 3,12	3,61 ± 0,31	14 mg	25,78
Mn	39,59 ± 1,11	5,21 ± 0,14	0,52 ± 0,014	2,3 mg	22,60
Zn	75,78 ± 1,76	9,97 ± 0,23	0,99 ± 0,023	7 mg	14,14

Fonte: Autor, 2017.

O cálcio possui diversas funções no organismo humano, estudos recentes mostram que a deficiência do mesmo na dieta pode estar fortemente associada à obesidade e ao risco cardiometabólico como visto em BRAVO-SAGUA, R.; REYES, M.; LAVANDERO, S. (2017), observa-se que a polpa de noni possui pequena quantidade de cálcio correspondendo a 4,202% do valor de ingestão diária presente em 100 g de polpa e bastante próxima a 48,20 mg 100g<sup>-1</sup> encontrado por WEST (2010).

Já o magnésio possui importantes funções como a deficiência de magnésio pode causar predisposição à doenças como diabetes e doenças cardiovasculares, observa-se que a polpa do noni possui baixo teor de magnésio correspondendo a 13,65 mg 100g<sup>-1</sup> ± 0,74, valor, contendo em 100g de polpa 5,25% de magnésio sugerido pela IDR, valor inferior a 26,10 mg 100g<sup>-1</sup> encontrado por WEST (2010).

Observa-se que a polpa do noni é rica em micronutrientes pois, segundo a Anvisa se faz necessária a ingestão de 900  $\mu$ g, 14 mg, 2,3 mg e 7 mg de cobre, ferro manganês e zinco, respectivamente, observa-se que em 92,30 gramas de polpa existe cobre suficiente para suprir a necessidade diária de cobre, para os demais micronutrientes, os demais minerais possuem concentração insuficiente para suprir as necessidades diárias de um indivíduo adulto por completo, porém possui valor suficiente para que a polpa do fruto possa ser utilizada como alimento funcional.

## 6. CONCLUSÃO

A água é o componente majoritário na polpa de noni. Apresenta também baixo teor de lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos e, conseqüentemente baixo valor energético. Apresenta alta atividade de água, seu baixo pH favorece a não proliferação de microrganismos. O alto teor de sólidos solúveis de açúcares próprio da fruta é importante para a elaboração de produtos a base de noni.

A polpa é boa fonte de vitamina C, suprimindo as necessidades de ingestão diária., apresentando cor próximo ao amarelo e levemente próximo ao verde.

Foi possível observar a partir da determinação da composição mineral que a polpa da fruta possui importantes nutrientes com relevante concentração de cobre, possuindo também nutrientes importantes como ferro, manganês e zinco e que não possui elevado teor de sódio, potássio, cálcio e magnésio, a polpa possui baixo teor de potássio.

## REFERÊNCIAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Informe técnico nº. 25, de 2007. Esclarecimentos sobre as avaliações de segurança realizadas de produtos contendo *Morinda Citrifolia*, também conhecida como Noni. ANVISA, 18 de junho de 2008.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 40, de 21 de março de 2001. Dispõem sobre cálculo de obrigatório de Valor Calórico, Nutrientes e Componentes ANVISA, 21 de março de 2001.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 269, de 22 de setembro de 2005. Dispõem sobre o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. ANVISA, 23 de setembro de 2005.

BRAVO-SAGUA, R.; REYES, M.; LAVANDERO, S.. **Chapter 4 - Calcium in Obesity and Related Diseases: The Calcium-Sensing Receptor as a Novel Mediator.** Molecular, Genetic, and Nutritional Aspects of Major and Trace Minerals, p. 35–44, 2017.

CANUTO, G. A. B. et al. **Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre.** Rev. Bras. Frutic., v. 32, p. 1196-1205, 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos.** 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CHAN-BLANCO, Y. et al. **The noni fruit (*Morindacitrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties.** J. Food Comp. Anal., v. 19, p. 645-654, 2006.

CHUNHIENG, T. **Développement de nouveaux nutraceutiques à partir de graines et fruits d'origine tropicale:** application a la noix du Brésil *Bertholettia excelsa* et au fruit de Cambodge *Morinda citrifolia*. 2003. 181 f. Thèse (Docteur) – Université de Nancy, France, 2003.

CORREIA, Antonia Alaís da Silva et al. **Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará.** Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 22, n. 4, p.609-615, dez. 2011.

COSTA, A. B. et al. **Atividade antioxidante da polpa, casca e semente do noni (*Morinda citrifolia* LINN).** Ver. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP, v. 35, n.2, p. 345-354, Junho 2013.

COSTA, W. S. *et al.*. **Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga.** Ver. Bras. De Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 141-147, 2004.

CUNHA, F. S. X. S. *et al.*. **Caracterização nutricional de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Limoeiro do Norte (CE).** Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – VII CONNEPI, 2012.

FIORUCCI ; Antonio Rogério *et al.*. **A importância da vitamina C através dos tempos.** Química Nova na Escola, nº17, Maio de 2003.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e Práticas.** 2 ed. Porto Alegre:2006.

Fotômetro de chama DM-62. Disponível em < <http://sao-paulo-sp.all.biz/fotmetro-de-chama-dm-62-g81484#.WG3E2xsrLIU>>. Acessado em 05 de janeiro de 2017.

GERMOSÉN-ROBINEAU, L. **Hacia una farmacopea caribañã.** 7. ed. Santo Domingo: Tramil, 1995. 696p.

HAQUE; Md. Amdadul *et al.*. **Food Proteins, Structure, and Function.** Foos Science. 07 de março de 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food.** New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

McCLATHEY, W. **From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae).** Integ. Cancer Therapies, v. 1, p. 110-120, 2002.

MORTON, J.F. *et al.*. **The ocean going noni, or Indian Mulberry (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae) and some of its ‘colorful’ relatives.** Economic Botany. 46 (1992), pp. 241–256.

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

OLIVEIRA, M. E. B *et al.*. **Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju.** Food Science and Technology (Campinas), vol.19 n.3 Campinas Sept./Dec. 1999.

PALITO, G.F.; SILVA, C.F.G.; MENDES, M.P.; ALMEIDA, V.V.; ROCHA, C.L.M.S.C.; TONIN, L.T.D. **Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v. 17, n. 1, p.59-66, 2015.

SCOTT, W. J. **Water relation of food spoilage microorganisms.** Adv. Food. Res 7: 83-127, 1957.

SECRETI, L.C.; OSHIRO, A.M.; OLIVEIRA, V.S.. **Características físicas e químicas da polpa *in natura* da fruta noni (*Morinda citrifolia* L.),** Rev. Eletr. da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/ construção e tecnologia, v. 4, n. 7, 2015.

SHOVIC, A. C.; WHISTLER, W. A. **New tropical food sources os provitamin A and vitamin C in the American Pacific.** J. Tropical Sci., v 41, n. 4, p. 199-202, 2001.

SILVA, C., L. R.. et al. **Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (Noni).** Rev. Cubana de Plantas Medicinales, 2012.

SILVA, Cyntia Rosa de Melo; NAVES, Maria Margareth Veloso. **Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer.** Ver. Nutr., Campinas, 14(2): 135-143, maio/ago., 2001.

WANG, M.Y., West, B., Jensen, C.J., Nowicki, D., Su, C., Palu, A.K., Anderson, G., 2002. ***Morinda citrifolia* (Noni): a literature review and recent advances in Noni research.** Acta. Pharmacologica Sinica. 23, 1127–1141.

WELTI, J. ; VERGARA, F. **Atividade de água/ Conceito y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad.** In: AGUILERA, J. M. Temas em Tecnologia de alimentos. Santiago – Chile, v.1, p.11-26, 1997.

WEST, B. J.; DENG, S.; JENSEN, C. J. **Nutrient and 37. phytochemical analyses of processed noni puree.** Food Res. Int., v. 44, p. 2295-2301, 2011.

YAHIA, E. M. **The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health.** In: ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZAGUILARA; G.A. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.