



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS**

EMANUEL TARCISIO DO RÊGO FARIAS

**COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE EM FRUTOS DE ARAÇÁ, NONI E ROMÃ**

POMBAL - PB

2014

EMANUEL TARCISIO DO RÊGO FARIAS

**COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE EM FRUTOS DE ARAÇÁ, NONI E ROMÃ**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Tecnologia de Alimentos em Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Ferreira dos Santos

**POMBAL – PB
2014**

EMANUEL TARCISIO DO RÊGO FARIAS

**COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE EM FRUTOS DE ARAÇÁ, NONI E ROMÃ**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Tecnologia de Alimentos em Sistemas Agroindustriais.

EXAMINADORES:

Prof^ª. Dra. Adriana Ferreira dos Santos
- Orientadora -
UATA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva
UATA/CCTA/UFCG

Prof^ª. Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva
DTA/CTDR/UFPB

POMBAL – PB
2014

*À Deus, por sempre iluminar meus caminhos e por
fazer com que mais esse sonho se realize.
Aos meus pais Severino e Eliete pelos ensinamentos de vida e
por todo esforço que sempre foi dedicado a minha educação.
À minha esposa Máira pelo amor, companheirismo e
contribuição em todos os momentos.
A meu filho Bernardo, ser iluminado, maior presente que recebi
em minha vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida, me guiando e iluminando meus caminhos...

A minha esposa Maíra, pelo incentivo e colaboração fundamentais para a realização deste trabalho, e por está ao meu lado sempre.

Ao meu filho Bernardo, presente de Deus, que a cada gesto, sorriso e travessuras, me fez reunir forças para realização deste trabalho.

A minha orientadora e amiga, professora Adriana Ferreira, pela orientação, confiança, amizade e ensinamentos a mim dedicados. Grande incentivadora e responsável pela realização e sucesso deste trabalho (obrigado Thia).

Aos meus pais, Severino e Eliete, meus irmãos, Kátia, Cássio (*in memoriam*), Tarcio, Robson, Késia, Júnior e Emídio, pelo amor, incentivo, ensinamentos e dedicação constante que ofertaram por toda minha vida... Aos meus sobrinhos por todo carinho e atenção dedicados a mim.

A Reudesman Lopes, Edinilza, Marcel e Maitê, família que sempre me recebeu de braços abertos, pelo incentivo, apoio, confiança e amizade.

À Universidade Federal de Campina Grande, e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais pela oportunidade de realização deste curso.

À professora Fernanda Vanessa, por todo apoio, disponibilidade e colaboração dedicados à realização deste trabalho, e, sobretudo pela amizade e ensinamentos a mim ofertados (valeu Thia).

Ao professor Franciscleudo, pela disponibilidade, colaboração através de seus ensinamentos e valiosas sugestões no decorrer desta pesquisa.

Ao professor Osvaldo, pela contribuição e participação neste trabalho como examinador.

Aos professores do PPGSA, pelas aulas ministradas, pelo aprendizado adquirido e pela valiosa contribuição para ampliação do nosso conhecimento.

Aos professores e amigos Luiz Gualberto, Roberlúcia, Roberto Cleiton, Paulo Pamplona, Cleidimário, Helber e Hallisson pelo incentivo, apoio e amizade de sempre.

Ao amigo e irmão Camilo Farias, pelo apoio, incentivo, amizade, parceria e ensinamentos de sempre.

Aos técnicos de laboratório, André, Ariclens, Climene, Daniel, Everton, Flavio, Francisco, Gadelha, Jeanne, Joyce, Luís, Roberta, Sabrina, Thiago pela

colaboração e amizade de sempre, em especial a Fabíola e Wélida pelas contribuições dadas para realização deste trabalho.

As amigas, Júlia e Marlene pela amizade, parceria e colaboração, fundamentais durante toda condução deste trabalho.

Em especial aos amigos Alisson Trindade e João Paulo Prado pelo apoio e amizade de sempre.

Aos amigos, Aline, Ana Marina, Clara, Deocleciano, Inácia, Joana, João Paulo e Thayse, pela amizade e por toda ajuda durante a condução do experimento.

Aos demais servidores e funcionários do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar que fazem uma CCTA cada vez melhor.

Aos demais familiares e amigos, pelo constante apoio, força e palavras de incentivo.

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram de alguma forma ao longo desta trajetória.

Muito obrigado!!!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar.

FARIAS, E. T. R. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante em frutos de araçá, noni e romã**. 2014. 74f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2014.

RESUMO

O consumo de frutas *in natura* é crescente em todo o mundo devido a fatores que levam a modificações nos hábitos alimentares das pessoas, como o cuidado com a saúde e os aspectos nutritivos dos alimentos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade, quantificar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante dos frutos: araçá, noni e romã. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal do CCTA/UFCG, no Campus de Pombal - PB. Frutos do araçazeiro, do noni e da romãzeira foram provenientes de plantios localizados em cidades distintas (Areia-PB, Fortaleza-CE e Sousa-PB, respectivamente). Os frutos foram colhidos diretamente na copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração do fruto. Foram avaliados quatro e cinco estádios de maturação para os frutos de araçá e noni, respectivamente. Foram realizadas avaliações físicas, físico-químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante nos frutos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância, detectando efeito significativo para o teste F, às médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As características físico-químicas de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e relação SS/AT, aumentaram com o avanço da maturação para os três frutos estudados. Para os compostos bioativos: o teor de ácido ascórbico dos frutos de noni apresentou um aumento considerável com o avanço da maturação; o teor de antocianinas da romã aumentou com a maturação, assim como os compostos fenólicos do araçá apresentou valores máximos para o estágio I e teve uma redução de mais de 50% no estágio IV, os frutos de noni e romã também apresentaram valores representativos para os compostos fenólicos. Os frutos estudados apresentaram propriedade antioxidante, entretanto a ação foi diferenciada entre eles, o araçá apresentou a maior capacidade de reduzir o radical DPPH e teve sua capacidade reduzida com o avanço da maturação, o noni apresentou efeito contrário aumentando o poder redutor com o desenvolvimento dos frutos e a romã não apresentou variação entre os estádios de maturação. Concluindo que os frutos avaliados apresentaram quantidades consideráveis de compostos biologicamente ativos, podendo constituir como uma boa fonte de antioxidantes naturais para a dieta humana.

Palavras-chave: *Psidium guineensis* Sw., *Morinda citrifolia* L., *Punica granatum*, qualidade, antioxidantes.

FARIAS, E. T. R. **Bioactive compounds and antioxidant capacity in fruits of strawberry guava, noni and pomegranate.** 2014. 74f. Dissertation (Master in Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB 2014.

ABSTRACT

The consumption of fresh fruits is increasing worldwide due to factors that lead to changes in eating habits of people, such as health care and nutritional aspects of food. This study aimed to evaluate the quality, quantify the bioactive compounds and the antioxidant capacity of fruits: guava, noni and pomegranate. The work was developed in the Laboratory of Technology of Plant Products of CCTA / UFCG, Campus de Pombal - PB. Fruits of strawberry guava, noni and pomegranate were from plantations located in different cities (Areia-PB, Fortaleza-CE and Sousa-PB, respectively). The fruits were harvested directly in the crown of the plant, taking as harvest index coloring of the fruit. Four five maturity stages were evaluated for the fruits of guava and noni, respectively. Physical assessments, physicochemical, bioactive compounds and antioxidant capacity in fruits were performed. The experimental design was completely randomized. The results were subjected to analysis of variance, detecting significant for the F test, the average effect were compared by Tukey test at 5% probability. The physico-chemical characteristics of soluble solids, total soluble sugars, reducing sugars and SS / TA ratio increased with advancing maturity for the three studied fruits. For bioactive compounds: the ascorbic acid content of the fruits of noni showed a significant increase with advancing maturity; the anthocyanin content of pomegranate increased with maturation, as well as phenolic compounds of guava showed maximum values for stage I and decreased by more than 50% in stage IV, the fruits of noni and pomegranate also had representative values for phenolic compounds. The fruits studied exhibited antioxidant property however the action was different between them, guava showed the greatest ability to reduce DPPH radical and had reduced capacity with advancing maturity, noni showed opposite effect by increasing the reducing power with the development of pomegranate fruit and did not vary between the maturity stages. Concluding that the fruits evaluated showers considerables amounts of biologically active compounds may be a good source of natural antioxidants for the human diet.

Keywords: *Psidium guineensis* Sw., *Morinda citrifolia* L., *Punica granatum*, quality, antioxidants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mudança de cor do radical DPPH após reagir com antioxidante.....	16
Figura 2 – Fluxograma de processamento dos frutos	20

LISTA DE QUADROS

Quadro – 1 Classificação dos estádios de maturação de frutos de araçá, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2013.....	17
Quadro – 2 Classificação dos estádios de maturação de frutos de noni, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2013.....	18
Quadro – 3 Classificação dos estádios de maturação de romã, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2014	19

LISTA DE TABELAS

Tabela - 1	Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 201326
Tabela - 2	Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 201327
Tabela - 3	Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 201328
Tabela - 4	Valores médios e desvios padrão para volume (V), densidade (D) e firmeza de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.....28
Tabela - 5	Valores médios e desvios padrão para volume (V), densidade (D) e firmeza de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 201329
Tabela - 6	Valores médios e desvios padrão para volume (V), densidade (D), firmeza, rendimento de casca (RC) e rendimento de suco (RS) de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 201330
Tabela - 7	Valores médios e desvios padrão para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.....31
Tabela - 8	Valores médios e desvios padrão para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 201332

Tabela - 9	Valores médios e desvios padrão para massa seca (MS), pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.....	33
Tabela - 10	Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR), proteínas (PRO) e lipídios (LIP) de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013	34
Tabela - 11	Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), proteínas (PRO) e lipídios (LIP) de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.....	35
Tabela - 12	Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR), proteínas (PRO) e lipídios (LIP) de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013	36
Tabela -13	Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.	38
Tabela -14	Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.....	39
Tabela -15	Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013	40
Tabela -16	Valores médios e desvios padrão para flavonoides, compostos fenólicos e antocianinas de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013	41

Tabela -17	Valores médios e desvios padrão para flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.....	42
Tabela –18	Valores médios e desvios padrão para flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.	43
Tabela - 19	Valores médios e desvios padrão para capacidade antioxidante de araçás colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.	44
Tabela - 20	Valores médios e desvios padrão para capacidade antioxidante de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013. .	45
Tabela - 21	Valores médios e desvios padrão para capacidade antioxidante de romãs colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013	46

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 REVISÃO DA LITERATURA	4
3.1 ARAÇÁ	4
3.2 NONI	5
3.3 ROMÃ	7
3.4 MATURAÇÃO	8
3.5 COMPOSTOS BIOATIVOS	10
3.3.1 Ácido ascórbico	10
3.3.2 Clorofilas	11
3.3.3 Carotenoides	11
3.3.4 Compostos Fenólicos	12
3.3.4.1 Flavonoides.....	13
3.3.4.2 Antocianinas	13
3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	14
3.3.1 Radicais livres	14
3.3.2 Sistemas Antioxidantes	15
3.3.3 DDPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
4.2 AVALIAÇÕES.....	21
4.2.1 Avaliações físicas	21
4.2.2 Avaliações físico-químicas	22
4.2.3 Avaliação dos Compostos Bioativos e da Capacidade Antioxidante	23
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 AVALIAÇÕES FÍSICAS.....	25
5.2 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	30
5.3 COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	37

6 CONCLUSÕES.....47
REFERÊNCIAS48

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições ecológicas para produzir frutas de ótima qualidade e com uma variedade de espécies de frutas tropicais, subtropicais e temperadas (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008). O consumo de fruta *in natura* é crescente em todo o mundo devido a vários fatores que levam a modificações nos hábitos alimentares, como o maior cuidado com a saúde.

As frutas contêm várias substâncias que possuem potencial para fornecer proteção antioxidante ao organismo humano, sendo os principais a vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos (KAUER; KAPOOR, 2001). Entre os antioxidantes presentes nas frutas, os mais frequentemente encontrados são os compostos fenólicos, tais como os flavonoides (CURIN; ANDRIANTSITOHAIMA, 2005).

Várias espécies de frutíferas, pouco conhecidas, vêm sendo avaliadas, como alternativa as espécies tradicionais, que estão sofrendo, pela perda de competitividade e/ou rentabilidade advindas de problemas relacionados a restrições de cultivo em determinadas regiões, assim como pelas novas demandas e exigências do mercado. Neste contexto, os produtos agrícolas cujo conhecimento é limitado e seus níveis de produção e consumo são comparativamente modestos, são considerados como não tradicionais (RUFINO, 2008).

A fruticultura está em expansão e o mercado de frutas exóticas tem ganhado cada vez mais espaço no Brasil, tanto pela procura de alternativas por parte dos produtores, como pela busca de novas opções de frutas pelos consumidores, dentre elas merecem destaque o araçá, o noni e a romã.

Psidium guineensis Sw. é um pequeno arbusto, nativo do Brasil, sendo seu fruto conhecido por diferentes nomes, como araçá, araçaiá, araçá-do-campo, araçá-mirim, goiabada-guiné, ou araçá-azedo. Frutos de araçazeiro possuem compostos com considerável atividade antioxidante (GENOVESE et al., 2008; FETTER et al., 2010), podendo ser consumido *in natura* ou em forma de sobremesas, bebidas, sorvetes e licores (DAMIANI et al., 2013).

A planta do noni (*Morinda citrifolia* Linn) é uma espécie originária do Sudeste Asiático, que vem sendo utilizada pelos habitantes da Polinésia há mais de 2.000 anos (LEÓN; POVEDA, 2000). O suco do fruto do noni está em alta demanda na medicina alternativa devido a seus prováveis efeitos antioxidantes no combate de diferentes tipos de doenças como câncer, aterosclerose, diabetes, úlcera e outros (WANG et al., 2002).

A romã (*Punica granatum L.*) é uma fruta originária do Oriente Médio, é rica em ácidos orgânicos, açúcares, vitaminas, polissacarídeos, minerais e compostos fenólicos que exibem forte atividade antioxidante *in vitro*. Estudos mostram que o consumo do suco da fruta traz benefícios relacionados com a prevenção de processos oxidativos que começam com a participação de radicais livres (AL-MAIMAN; AHMAD, 2002; LANSKI; NEWMAN, 2007; JURENKA, 2008).

A importância do estudo de agentes antioxidantes está relacionada à frequente associação entre danos teciduais e inibição da formação de radicais livres (COSTA et al., 2000). Algumas frutas não foram completamente estudadas devido à complexidade das estruturas químicas dos compostos naturais e a grande variedade desses compostos presentes nesses produtos (DIMITRIOS, 2006).

Frutos de araçazeiro, noni e romãzeira apresentam elevado potencial de utilização, sendo pouco explorados devido à escassez de pesquisas. Entretanto, as suas possibilidades de uso abrangem desde a sua utilização como fonte para uma dieta alimentar saudável, como por apresentar características promissoras para o cultivo, podendo ser uma alternativa econômica para pequenos produtores.

Assim, verifica-se que as pesquisas envolvendo o estudo da avaliação de agentes antioxidantes nessas frutas são necessárias e ainda beneficiaria a indústria alimentícia, como forma de agregação de valor e exposição de novos produtos no setor alimentício e/ou como uma boa fonte de antioxidantes naturais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade, quantificar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante em frutos do araçazeiro, noni e romãzeira em diferentes estádios de maturação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade física e química dos frutos *in natura* em diferentes estádios de maturação;
- Quantificar os compostos bioativos nos frutos;
- Quantificar a capacidade antioxidante nos frutos;
- Identificar o estágio de maturação dos frutos avaliados, mais indicado para o consumo *in natura*, conservação e/ou processamento;

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ARAÇÁ

O “araçá” ou “araçazeiro” é uma dessas espécies de plantas não-tradicionais do Nordeste, que se apresenta espontaneamente em muitos locais de sua ocorrência. Por essas denominações, são encontradas inúmeras espécies do gênero *Psidium* produtoras de frutos comestíveis que ocorrem em todas as regiões do Brasil (BEZERRA et al., 2006). Em quase sua totalidade pertencem à família Myrtaceae, com exceção do araçazeiro de anta da família Melastomaceae (GOMES, 2007).

O fruto tem sabor muito semelhante ao da goiaba, porém pouco mais ácido, sendo considerado de potencial de exploração comercial (TASSARA, 1996). Porém, uma das dificuldades encontradas para isto é a alta perecibilidade, o que confere a este fruto um curto período de armazenamento, e desta forma pequeno tempo de vida de prateleira (PANIANDY; NORMAND; REYNES, 1999).

Em goiabas pertencentes ao mesmo gênero do araçá, o fator limitante do armazenamento pós-colheita é a ocorrência de podridões e a rápida degradação do tecido da polpa (WILLS et al., 1983), sendo que manejos inadequados na colheita e pós-colheita aceleram os processos de amadurecimento e senescência, afetando sensivelmente a qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização (AZZOLINI; JACOMINO; SPOTO, 2004). Dessa forma, o conhecimento de índices de maturidade do fruto do araçá é de grande importância para que se tenham subsídios técnicos que visem à ampliação do tempo de armazenamento e métodos adequados de transporte sem, contudo, alterar suas características físicas, sensoriais e nutricionais. Sabe-se que o estágio de maturação em que os frutos são colhidos determina o seu potencial de conservação pós-colheita e a qualidade quando oferecidos ao consumidor (WILLS et al., 1998).

Esses frutos apresentam ampla variação nas características físicas, com formas, tamanhos e coloração variando até mesmo dentro da mesma espécie ou planta (MANICA, 2000; GOMES, 2007; SANTOS et al., 2008) com sabor desde adocicado até amargo (FRANZON, 2009). O fruto contém 89,91% de água, 1,54% de ácido málico, 5,54% de açúcares (MANICA, 2000). Franco (1999) encontrou 48 mg de retinol, 326 mg de ácido ascórbico, 8 g de açúcar, 1 g de proteína, 0,2 g de lípidos, 14 mg de cálcio, 30 mg de fósforo, e 1,05 mg de ferro 37,8 kcal em 100 g da fruta araçá. Andrade et al., (1993) encontraram 11°Brix, 0,103 mg de carotenóides e 389,34 mg de vitamina C em *Psidium acutangulum* DC.

No entanto, sua composição química pode variar de acordo com a precipitação, altitude, clima e solo, nas regiões onde é colhida (CALDEIRA et al., 2004.) e também, de acordo com a origem do seu material genético, o período de produção e de maturação do fruto com todas as características que influenciam em sua composição e valor nutritivo (BEZERRA et al., 2006).

Genovese et al. (2008) em estudo com polpa congelada de diferentes frutos comercializados no Brasil, relataram que a polpa do *P. guineensis* apresenta compostos bioativos, a exemplo da vitamina C e flavonoides, mantendo uma quantidade considerável desses compostos, mesmo no armazenamento congelado. Gonçalves (2008) relataram que a atividade antioxidante para os frutos e polpa dessa espécie se assemelha a frutas ricas em antocianinas a exemplo do morango, sendo ricos em flavonoides do tipo quercetina.

Frutos de araçazeiro possuem compostos com considerável atividade antioxidante (GENOVESE et al., 2008; GIACOBBO et al., 2008; FETTER et al., 2010), podendo apresentar agregação de valor para a indústria alimentícia que busca introduzir componentes naturais que trazem benefícios a saúde humana (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

3.2 NONI

O fruto do noni (*Morinda citrifolia L.*) embora bastante consumido na Ásia há mais de 2000 anos, é praticamente desconhecido no Brasil. O noni é uma espécie da família Rubiaceae. A planta é nativa do Sudoeste da Ásia sendo, atualmente cultivada na Polinésia, Índia, Caribe, América do Norte e América Central. É um arbusto com 3-10 m de altura, com flores pequenas, brancas e tubulares, que há muitos séculos é usada como planta medicinal devido a seu efeito terapêutico (BARROS et al., 2008).

O fruto do noni apresenta formato ovalado, polpa suculenta e várias sementes por fruto. Quando imaturo tem coloração da casca verde e com o amadurecimento torna-se amarelo pálido ou esbranquiçado, posteriormente cinza translúcido e finalmente castanho no estágio de senescência. A película é fina e facilmente retirada quando o fruto está maduro. Na polpa, ocorre mudança de coloração, passando da cor branca para a amarela à medida que o fruto amadurece, sendo perceptível um aroma forte característico nos frutos maduros e a senescência inicia-se rapidamente após a maturação (CORREIA, 2011; SILVA et al., 2009; TOMBOLATO; BARBOSA; HIROCE, 2005).

O fruto é composto por 90% de água, e os principais componentes da matéria seca são de sólidos solúveis, fibras dietéticas e proteínas. A composição protéica 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; CHANBLANCO et al., 2006).

O fruto do noni dependendo das técnicas pós-colheita adotadas, podem ser colhidos em diferentes estádios de desenvolvimento e continuarem o processo de amadurecimento fora da planta. A colheita das frutas deve ser manual no estágio em que ainda estão firmes. A exposição dos frutos à luz e a altas temperaturas logo após a colheita parece não comprometer sua qualidade. Os frutos ficam com a textura macia muito rapidamente, passando do estágio amarelo pálido para o acinzentado translúcido em poucas horas. Neste estágio a polpa torna-se quase liquefeita e adquire um odor butílico característico (BARROS, 2009; CORREIA et al., 2011).

A planta do noni tem sido utilizada pelos Polinésios, tanto como alimento como para fins medicinais, por mais de 2000 anos (EARLE, 2001). Na farmacopéia tradicional alega-se que o fruto previne várias doenças, onde é usada principalmente para estimular o sistema imunológico, portanto, para combater bactérias, infecções virais, parasitárias, fúngicas e também para prevenir a formação e a proliferação de tumores, incluindo malignos (DIXON; MCMILLEN; ETKIN, 1999; EARLE, 2001; McCLATCHEY, 2002). Entre as enfermidades e afecções mais tratadas encontram-se: alergia, artrite, asma, câncer, depressão, diabetes, hipertensão, distúrbios menstruais, musculares, obesidade, úlceras gástricas, dores de cabeça, inibição sexual, insônia, depressão, estresse, problemas respiratórios, AIDS, esclerose múltipla e dependência de drogas (McCLATCHEY, 2002; WANG et al., 2002).

As plantas contêm vários componentes ativos medicinalmente que apresentam diversos efeitos terapêuticos. Experimentos de laboratório *in vitro* e *in vivo* com o suco, extrato ou compostos isolados do noni realizados por pesquisadores e profissionais da área médica demonstram que o noni pode conferir benefícios à saúde por promover efeito antimicrobiano, atividade anticancerígena, antioxidante, antiinflamatória, analgésica e cardiovascular (FURUSAWA; HIRAZUMI, 1999; WANG; SU, 2001; SALUDES et al., 2002; WANG et al., 2002; ZIN; ABDUL-HAMID; OSMAN, 2002; FURUSAWA et al., 2003; KAMIYA et al., 2004;).

Segundo Silva et al. (2013) o fruto do noni pode ser considerado um antioxidante natural e o seu consumo diário, na forma de suco, auxilia o sistema imunológico e aumenta a capacidade das células na absorção de nutrientes. Um dos principais componentes encontrados nas frutas é a proxeronina, precursora da alcalóide xeronina que ativa as enzimas

catalizadoras do metabolismo celular. Apresenta elevado valor de compostos fenólicos totais, informação relevante já que a ação antioxidante dos polifenóis permite atuar como agentes redutores, doadores de hidrogênio e eliminadores de espécies reativas de oxigênio (BARROS, 2009).

3.3 ROMÃ

A romãzeira (*Punica granatum L.*) é um arbusto lenhoso, ramificado, da família Punicaceae, nativa da região que abrange desde o Irã até o Himalaia, a Noroeste da Índia. Apresenta propriedades medicinais, com potencial para tratar grande variedade de doenças (LANGLEY, 2000).

A parte comestível da romã representa perto de 50% do peso total da fruta e, por sua vez, consiste em 80% de arilo (parte carnuda) e 20% de semente (parte lenhosa). Os bagos da romã apresentam em sua composição 85% de água; 10% de sólidos solúveis principalmente frutose e glicose; 1,5% de ácidos orgânicos, designadamente, ácido ascórbico, cítrico e málico; 1% de proteínas e 0,6% de fibras dietéticas (SÁNCHEZ; BARRACHINA, 2012).

A romã, bem como seus sucos e extratos, estão sendo amplamente processados, com ou sem apoio científico, para os consumidores como um dos novos superalimentos, capazes de prevenir algumas doenças. Esta fruta já vem sendo consumida e utilizada como um alimento funcional no Médio Oriente há milhares de anos e ganhou popularidade recentemente nos Estados Unidos (JOHANNINGSMEIER; HARRIS, 2011).

Na medicina popular, as sementes e a mucilagem que as envolvem, são utilizadas principalmente no tratamento de infecções da garganta, podendo também ser empregada como vermífugo (em casos de teníase) (MARTINS, 1995; SCHUBERT; LANSKI; NEEMAN, 1999; MACHADO et al., 2002).

A romã tem propriedades antioxidantes pela concentração de compostos como as punicalaginas e o ácido elágico (CARDOSO et al., 2011). O fruto é rico em compostos fenólicos, sendo as antocianinas predominantes que além de atuarem como uns dos mais importantes antioxidantes naturais, são responsáveis pela intensa coloração vermelha do suco de romã, parâmetro de qualidade que mais influencia na aceitação sensorial dos consumidores (GIL et al., 2000; BOROCHOV et al., 2009; PATRAS et al., 2010).

Entre os principais compostos fenólicos da romã podem-se destacar as punicalaginas A e B, ácido gálico e o ácido elágico (QU et al., 2012). Dikmen, Ozturk e Ozturk (2011) descrevem o ácido elágico como principal composto fenólico presente na romã, sendo que o

ácido elágico é metabolizado pela microflora humana e contribui para benefícios à saúde como composto antioxidante. O suco da romã apresenta em sua composição compostos fenólicos como: antocianinas (delfinidina, cianidina e pelargonidina), quercetina, ácidos fenólicos (caféico, catequínico, clorogênico, *orto* e *para* cumárico, elágico, gálico e quínico) e taninos (punicalagina) (ARTIK; MURAKAMI; MORI, 1998; NODA et al., 2002; POYRAZOGLU; GÖKMEN; ARTIK, 2002). Trabalhos experimentais demonstraram que os compostos fenólicos da romã apresentaram influência sobre fatores biológicos, como a atenuação de fatores aterogênicos (AVIRAN et al., 2000; AVIRAN; DORNFELD, 2001), modulação das respostas antiinflamatórias (ROSS; SELVASUBRAMANIAN; JAYASUNDAR, 2001) e de enzimas do sistema de defesa antioxidante endógeno (superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase) (AJAIKUMAR et al., 2005). Também os flavonoides extraídos do suco fermentado e do óleo da romã tiveram atividade inibitória das enzimas oxidantes ciclooxigenase e lipooxigenase (SCHUBERT; LANSKI; NEEMAN, 1999).

3.4 MATURAÇÃO

O estudo dos processos relacionados com o desenvolvimento de frutos é de grande importância para o estabelecimento de índices de maturidade e adequação das estratégias de colheita, como também para se estabelecer técnicas adequadas de conservação pós-colheita, capazes de aumentar a vida útil, visando um melhor aproveitamento do potencial de comercialização do fruto (COOMBE, 1976).

O conhecimento do estágio de maturação adequado para a colheita é importante para o planejamento da safra e determinação de utilização do fruto. O conteúdo de açúcares é um bom indicativo da evolução da maturação, sendo o clima um dos fatores que mais influem no seu acúmulo. Portanto, é importante avaliar o comportamento das curvas de maturação no ciclo de desenvolvimento, permitindo a estimativa do teor de sólidos solúveis, e assim determinar estágio de maturação mais adequado para a colheita (PEDRO JUNIOR; POMMER; MARTINS, 1997). O ponto adequado de colheita depende do tipo de mercado a que os frutos se destinam, e tem influência decisiva na qualidade organoléptica do produto e na sua aceitação pelo consumidor ou pela indústria (GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

A maturação é a fase do desenvolvimento na qual podem ocorrer perdas consideráveis devido ao manuseio impróprio, podendo-se obter maior benefício econômico com a redução dessas perdas que com o aumento de produção (AWAD, 1993). A maturação constitui a fase

final do desenvolvimento dos frutos na qual as células atingem seu tamanho máximo adquirindo forma e composição característica própria da espécie, tornando-os aceitáveis para o consumo (WILLS et al., 1981).

Durante a maturação, os frutos sofrem grandes transformações físicas e químicas que representam um extenso espectro de processos de síntese e degradação simultâneos ou sequenciais, conduzindo ao aprimoramento dos atributos de qualidade, notadamente da pigmentação, da textura e do flavor (TUCKER, 1993).

A indução e a evolução da maturação são etapas geneticamente reguladas, controladas durante o ciclo da vida do fruto, onde, enzimas específicas são sintetizadas ou ativadas, desencadeando ou acelerando eventos metabólicos específicos. Com a maturação, observa-se aumento de matéria seca, dos teores de açúcares totais e redutores, diminuição da firmeza e da acidez total titulável e desenvolvimento da cor e do flavor (MATTOO et al. 1975; WILLS et al. 1981).

A mudança mais importante durante a maturação de muitos frutos é a hidrólise de carboidratos e sua conversão em açúcares solúveis, contribuindo para sabor agradável do fruto. Por sua vez, a hidrólise de carboidratos da parede celular, a exemplo das pectinas, hemiceluloses, celulose, provocam o amaciamento da polpa dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Durante o amadurecimento, que compreende a etapa final da maturação e o início da senescência, ocorre caracteristicamente uma série de mudanças, muitas das quais independentes uma da outra. Destas, destacam-se aquelas que resultam em alterações no flavor, na cor e na textura (KAYS, 1997; WILLS et al., 1998).

Os frutos durante o amadurecimento tornam-se mais palatáveis devido ao desenvolvimento de sabores específicos como, por exemplo; os açúcares solúveis cujos, mais comuns nos frutos são a frutose, glicose e sacarose, que juntamente com os ácidos orgânicos fornecem a maior contribuição para o sabor do fruto (SEYMOUR; TAYLOR; TUCKER, 1993). As alterações na acidez são importantes para o desenvolvimento do sabor de muitos frutos. A redução no teor de ácidos é devida à utilização desses compostos como substratos respiratórios e na síntese de novas substâncias durante o amadurecimento. Adicionalmente, os ácidos fracos livres, associados na célula com seus sais de potássio, constituem sistemas-tamponantes que exercem um importante papel na célula (ULRICH, 1970; KAYS, 1997). O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, tende a diminuir com o amadurecimento dos frutos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Sendo o amadurecimento o período de maior atividade metabólica, pode-se dizer que os ácidos

orgânicos constituem uma excelente reserva energética dos frutos, para posterior oxidação no ciclo de Krebs (BRADY, 1987).

3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são também conhecidos por fitoquímicos e são compostos químicos presentes em frutas e hortaliças, que exercem uma potente atividade biológica, e podem desempenhar diversos papéis em benefício da saúde humana (CARRATU; SANZINI, 2005).

Os compostos bioativos das frutas têm despertado interesse devido às suas importantes funções e ações para a saúde humana, principalmente por atuarem como antioxidantes e sequestrantes de radicais livres (AGUIAR, 2001). Pesquisas têm demonstrado a relação entre ingestão de frutas e vegetais e a diminuição do risco de desenvolvimento de diversas doenças crônico-degenerativas mediadas pela ação de radicais livres. As frutas e hortaliças contêm grande concentração de compostos bioativos que possuem como função fisiológica, a ação contra radicais livres (AVELLO; SUWALSKY, 2006).

3.3.1 Ácido Ascórbico

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), solúvel em água (hidrossolúvel) e pouco solúvel em solventes orgânicos, se encontra largamente distribuído nos reinos animal e vegetal, sendo utilizado na hidroxilação de diversas reações químicas celulares que apresentam caráter ácido e ação redutora, características que são atribuídas à presença do grupo enodiol $-\text{COH}=\text{COH}-$ (ANDRADE et al., 2002).

A vitamina C é um inibidor da formação de compostos *N*-nitrosos no estômago. Em plantas, também desempenha um papel protetor contra espécies reativas de oxigênio que são formadas a partir da fase fotossintética e processos respiratórios. O ácido ascórbico está ligado ao crescimento celular, estando envolvido no ciclo celular e outros mecanismos de crescimento da célula vegetal e divisão, bem como atuando como co-fator para muitas enzimas. Talvez, a vitamina C seja o mais abundante antioxidante solúvel em água no corpo (BYERS; PERRY, 1992; SILVA; NAVES, 2001; BARATA-SOARES et al., 2004).

A vitamina C é geralmente consumida em grande quantidade na dieta humana, sendo adicionada a muitos produtos alimentícios para inibir a formação de metabólitos carcinogênicos. Ela é capaz de sequestrar os radicais livres com grande eficiência protegendo o organismo contra diversas infecções e contra os danos causados pela exposição às radiações e medicamentos (BIANCHI; ANTUNES, 1999). A vitamina C participa ainda da formação do tecido conjuntivo, produção de hormônios e anticorpos e da biossíntese de aminoácidos. É considerado um antioxidante fisiológico versátil, uma vez que exerce ação nos compartimentos extra e intracelulares (BENDICH; LANGSETH, 1995).

3.3.2 Clorofilas

As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Estudos em uma grande variedade de plantas caracterizaram que os pigmentos clorofilianos são os mesmos. As diferenças aparentes na cor do vegetal são devidas à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados, como os carotenoides, os quais sempre acompanham as clorofilas (VON ELBE, 2000).

A perda da cor verde resulta da quebra da estrutura de clorofila, causada principalmente pelas mudanças de pH, resultantes da presença de ácidos orgânicos provenientes do vacúolo, pela presença de sistemas oxidantes, pela atividade de clorofilases, que separam o fitol da porfirina na molécula de clorofila e da ação das enzimas lipoxigenase e peroxidase, as quais parecem estar indiretamente ligadas ao processo de degradação da clorofila (VON ELBE, 2000). A ação desses fatores acaba desorganizando a estrutura interna do cloroplasto (XU et al., 2001) e essa instabilidade da molécula pode alterar a sua cor, o valor comercial e as qualidades nutritivas, levando também a uma impressão negativa do produto (SHOEFS, 2002).

3.3.3 Carotenoides

Os carotenoides são os principais responsáveis pela diversidade de coloração dos frutos e hortaliças, variando entre o amarelo e laranja até o vermelho, dependendo do produto e do conteúdo em que está presente. A cor e a atividade biológica dos carotenoides estão intimamente relacionadas com as suas estruturas e há muitos deles que ocorrem naturalmente (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). O conteúdo destes pigmentos geralmente varia com a

evolução da maturação (KOTÍKOVÁ et al., 2009). Esses pigmentos têm um papel diverso nas funções biológicas de plantas e animais; além de possuir propriedades pró-vitamínicas e antioxidantes, modulam a ação de enzimas detoxificantes, regulam a expressão de genes, auxiliam na comunicação celular e aumentam a imunidade dos organismos (CLEVIDENCE et al., 2000).

Os carotenoides são compostos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em frutas e vegetais que atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008). Segundo Quirós e Costa (2006) seus principais representantes são os carotenos (hidrocarbonetos puros) e as xantofilas (hidrocarbonetos que possuem grupos funcionais oxigenados). Além da atividade antioxidante através da interação com radicais livres e do sequestro do oxigênio singlete, os carotenoides possuem atividade provitamina A, sendo o β -caroteno o principal precursor da vitamina A e o mais abundante, estando presente em diversos vegetais como a cenoura, mamão, abóbora, dentre outros (SOUZA et al., 2012).

Licopeno e β -caroteno são os principais pigmentos responsáveis pela cor característica de frutos maduros. Estes carotenoides exercem grande influência na percepção da qualidade de tomates frescos, porque os consumidores preferem tomates de cor vermelho intenso. O conteúdo de carotenoides e o teor de antioxidantes do tomate dependem em grande parte das cultivares, estágio de maturação, fatores ambientais e as condições de cultivo (KOTÍKOVÁ et al., 2009).

A principal causa de perdas de carotenoides é a oxidação enzimática ou não enzimática e depende da disponibilidade de oxigênio e da estrutura dos carotenoides. Essas perdas são estimuladas pela luz, calor, metais, enzimas e peróxidos e é inibida por antioxidantes (DANTAS, 2010). A degradação aumenta com a destruição da estrutura celular dos alimentos, aumento da área superficial ou porosidade, duração e severidade do tratamento, condições de temperatura de armazenamento, assim como utilização de embalagens permeáveis ao oxigênio e luz (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

3.3.4 Compostos Fenólicos

Entre os vários grupos de compostos bioativos presentes na natureza, os polifenóis e os carotenóides se destacam em função de suas atividades antioxidantes. Os polifenóis são produtos secundários do metabolismo vegetal, constituem um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, de natureza hidrofílica, com mais de 10.000 estruturas conhecidas. (TAIZ;

ZEIGER, 2004). Atualmente, os compostos fenólicos ganharam bastante destaque em função de suas elevadas atividades antioxidantes. (ROBARDS et al., 1999; THAIPONG, et al., 2006).

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, que podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (BRENNAN; PAGLIARINI, 2001; ZHENG; WANG, 2001).

3.3.4.1 Flavonoides

Os flavonoides representam um dos grupos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem vegetal e são amplamente distribuídos no reino vegetal. A distribuição dos flavonoides nos vegetais depende de diversos fatores, de acordo com o filo/ordem/família do vegetal, bem como da variação das espécies. Geralmente, flavonoides encontrados nas folhas podem ser diferentes daqueles presentes nas flores, nos galhos, raízes e frutos. O mesmo composto ainda pode apresentar diferentes concentrações, dependendo do órgão vegetal em que se encontra (MACHADO et al., 2008).

Diversas funções são atribuídas aos flavonoides nas plantas. Entre elas, pode-se citar a proteção contra a incidência de raios ultravioleta, proteção contra micro-organismos patogênicos, ação antioxidante, ação alelopática e inibição enzimática (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Os flavonoides têm sido de interesse devido aos seus efeitos biológicos observados *in vitro* tais como limpeza de radicais livres, modulação da atividade enzimática e inibição de proliferação celular, bem como sua utilidade potencial como antibióticos, antialérgicos, agentes antidiarreicos, antiúlcera e anti-inflamatória (ROSS; KASUME, 2002).

3.3.4.2 Antocianinas

As duas classes de flavonóides consideradas como mais importantes são os flavonóis e as antocianidinas. O termo antocianina, derivado do grego de flor e azul (*anthos* = flores; *kianos* = azul), foi inventado por Marquart em 1853 para se referir aos pigmentos azuis das flores. Percebeu-se mais tarde que não apenas a cor azul, mas também várias outras cores observadas em flores, frutos, folhas, caules e raízes são atribuídas a pigmentos quimicamente similares aos que deram origem à “flor azul” (MARÇO; POPPI, 2008).

As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica. As cores vivas e intensas que elas produzem têm um papel importante em vários mecanismos reprodutores das plantas, tais como a polinização e a dispersão de sementes (LOPES et al, 2007).

NARAYAN et al (1999), descrevem que as antocianinas são um potente antioxidante comparado com antioxidantes clássicos como butilato hidroxil anisol, butilato hidroxil tolueno e alfa tocoferol (vitamina E). Este agente natural, quando adicionado a alimentos, além de conferir a coloração aos alimentos propicia a prevenção contra auto-oxidação e peroxidação de lipídeos em sistemas biológicos.

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes são compostos que atuam inibindo e/ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres e compostos oxidantes. São importantes no combate aos processos oxidativos, como menores danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando assim os danos cumulativos que podem desencadear doenças como o câncer, cardiopatias e cataratas (SANTOS et al., 2008).

3.4.1 Radicais Livres

Os radicais livres são produzidos em células normais e patológicas no metabolismo, considerando que a oxidação é indispensável para o organismo na produção de energia para alimentar os processos biológicos. As moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres. Algumas espécies de radicais livres: $^1\text{O}_2 \rightarrow$ oxigênio singlete; $\text{O}^{2-} \rightarrow$ radical superóxido; $\text{OH} \cdot \rightarrow$ radical hidroxila; $\text{NO} \cdot \rightarrow$ óxido nítrico; $\text{ONOO}^- \rightarrow$ peroxinitrito; $\text{Q} \cdot \rightarrow$ radical semiquinona. Oxigênio central, radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (ROS/RNS) têm sido associados com o início de muitas doenças e processos degenerativos do envelhecimento. Quase todos os organismos são bem protegidos contra os danos causados pelos radicais livres por enzimas oxidativas como a superóxido dismutase e catalase ou compostos químicos como o α -tocoferol, ácido ascórbico, carotenoides, compostos polifenóis e glutathione (BIANCHI; ANTUNES, 1999; OKTAVA; GULCINI; KUFREVIOGLU, 2003; CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007; SOARES et al., 2009).

Algumas frutas, por possuírem altos teores de compostos fenólicos e expressiva atividade de sequestro de radicais livres, ganham importância não somente pelos benefícios proporcionados à saúde, mas também pelo potencial de utilização em indústrias processadoras de alimentos (NETZEL et al., 2007).

3.4.2 Sistemas Antioxidantes

Um paradoxo no metabolismo demonstra que, apesar da grande maioria da vida na Terra necessitar de oxigênio para a sua própria existência, o oxigênio é uma molécula altamente reativa que danifica organismos vivos através da produção de espécies reativas do oxigênio (DAVIES, 1995). Como consequência, os organismos apresentam uma rede complexa de metabólitos e enzimas antioxidantes que trabalham juntos de modo a prevenir os danos resultantes da oxidação em componentes celulares como o ADN, proteínas e lípidos (ARTUANI; ANGUSTIA; MANFREDINI, 2004). Geralmente, os sistemas antioxidantes impedem a formação destas espécies, ou eliminam-nas antes que possam danificar componentes vitais das células. Porém, uma vez que as espécies reativas do oxigênio desempenham funções úteis nas células, como a sinalização da redução de oxidação, a função dos sistemas antioxidantes não é remover completamente os antioxidantes, mas sim mantê-los nos níveis de referência (RHEE, 2006).

O sistema de defesa antioxidante reduz os danos provocados pelas espécies reativas de oxigênio. Podendo, portanto, ser enzimático, do qual fazem parte as enzimas superóxido dismutase, catalase, peroxidases e enzimas do ciclo ascorbato-glutationa (ascorbato peroxidase, mono e deidroascorbato redutase e glutaciona redutase), ou através de antioxidantes não-enzimáticos, que incluem tocoferol, carotenoides, ascorbato e glutaciona, moléculas com elevada capacidade redutora (HALLIWELL, 2006). Tanto o sistema enzimático, como aquele não enzimático, contribuem para a eliminação do peróxido de hidrogênio com consumo reduzido de energia (JIMENEZ et al., 2002; SOUSA et al., 2007; PALIYATH; MURR, 2008).

3.4.3 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)

Existem diversos métodos para avaliar a atividade antioxidante in vitro de substâncias biologicamente ativas, envolvendo desde ensaios químicos com substratos lipídicos a ensaios mais complexos utilizando as mais diversas técnicas instrumentais (Sánchez, 2002).

Estes testes têm se tornado ferramentas usuais e extremamente necessárias na seleção inicial de substâncias que possam ser utilizadas como fármacos, auxiliando os pesquisadores na avaliação da atividade de substâncias isoladas de produtos naturais, bem como obtidas de fontes sintéticas (Alves et al., 2010).

Devido aos diferentes tipos de radicais livres e as suas diferentes formas de atuação nos organismos vivos, dificilmente existirá um método simples e universal pelo qual a atividade antioxidante possa ser medida precisa e quantitativamente. Assim, a busca por testes mais rápidos e eficientes tem gerado um grande número de métodos para avaliar a atividade de antioxidantes naturais pelo uso de uma grande variedade de sistemas geradores de radicais livres (Alves et al., 2010).

O teste do radical DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) consiste na colocação do composto sobre uma solução contendo o radical, cuja absorvância é lida em comprimento de onda de 515nm. Após a adição, o composto provoca a redução do radical, provocando a descoloração da cor inicial. As vantagens do método consistem em que o radical é comercializado na forma pronta para sua utilização e no tempo de reação curto (30 minutos), o que o torna um método comum para a análise de compostos provenientes de matrizes alimentares. Entretanto, por ser uma reação que ocorre em solvente metanol, seu uso é inapropriado para amostras biológicas, devido à precipitação das proteínas em meio alcoólico (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995).

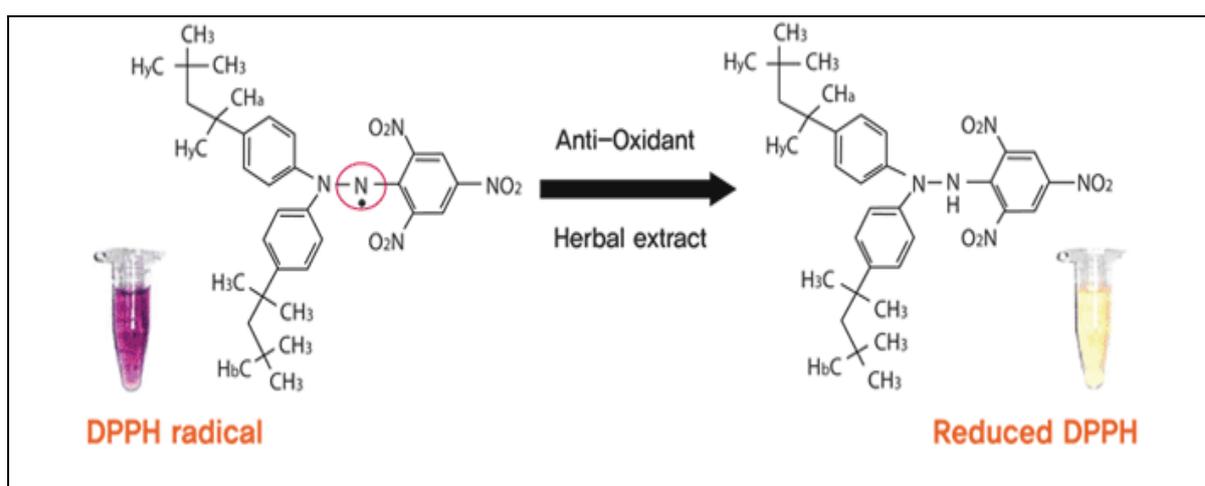


Figura 1 – Mudança de cor do radical DPPH após reagir com antioxidante. (fonte: http://www.damocos.co.kr/damo/lab_paper3.php).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Frutos do araçazeiro, noni e romãzeira foram provenientes de plantios localizados em cidades distintas (Areia-PB, Fortaleza-CE e Sousa-PB, respectivamente). Os araçás e noni foram colhidos nos meses de agosto e setembro de 2013, a romã em fevereiro de 2014. Os frutos foram colhidos em diferentes estádios de maturação para cada fruto. E também colhidos diretamente na copa da planta, tomando-se como índice de colheita a coloração da casca do fruto.

Quadro 1 – Classificação dos estádios de maturação dos araçás, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2013.

ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO		PIGMENTAÇÃO APARENTE
I		Fruto na maturação fisiológica com coloração verde
II		Fruto com quebra da coloração verde
III		Frutos com coloração verde amarelada, com predominância de amarelo
IV		Fruto totalmente amarelo

Quadro 2 – Classificação dos estádios de maturação de frutos de noni, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2013.

ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	PIGMENTAÇÃO APARENTE
I 	Fruto na maturação fisiológica com coloração verde
II 	Fruto com quebra da coloração verde
III 	Frutos com coloração verde amarelada, com predominância de amarelo
IV 	Fruto com coloração amarelo esbranquiçada
V 	Fruto translúcido acinzentado

Quadro 3 – Classificação dos estádios de maturação de romã, com base na coloração da casca, mediante seleção visual, Pombal – PB, 2014.

ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO	PIGMENTAÇÃO APARENTE
<p data-bbox="336 584 357 618">I</p> 	<p data-bbox="995 557 1390 591">Fruto na maturação fisiológica</p>
<p data-bbox="331 842 362 875">II</p> 	<p data-bbox="999 851 1385 884">Fruto na maturação comercial</p>

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixas isotérmicas e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar do CCTA/UFCG, onde foram selecionados quanto ao tamanho, peso, estágio de maturação e aparência. Foi realizada uma pré-seleção descartando os frutos danificados e em fase de senescência avançada. Os frutos foram lavados por imersão em água clorada (50 ppm) por 15 minutos. Em seguida, parte dos frutos foi submetida à avaliação física e outra parte foi submetida para a extração do extrato em juicer (Walita), onde o equipamento separou as sementes e a casca da polpa dos frutos, depois foram congelados a -18°C para análises posteriores. A extração para os frutos da romãzeira foi diferente, com o intuito de evitar perda da qualidade com o provável esmagamento das sementes, desta forma após a abertura dos frutos a polpa foi colocada em sacos de polietileno de alta densidade e manualmente foi realizada uma pressão leve, tentando retirar o máximo do extrato contido nas sementes.

Foram realizadas avaliações físicas, físico-químicas, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante dos frutos em diferentes estádios de maturação, de acordo com cada fruto. As amostras foram compostas por 30 frutos/estádio de maturação para araçá e romã, e 10 frutos/estádio de maturação para o noni com o intuito da realização das avaliações físicas. Para as demais avaliações (químicas, compostos bioativos e antioxidantes) foram utilizadas o

sumo de cinco repetições de 5 frutos/parcela para o noni e a romã e de 10 frutos/parcela para o araçá, para cada estágio de maturação, totalizando 25 frutos (noni e romã) e 50 frutos (araçá), para cada estágio de maturação.

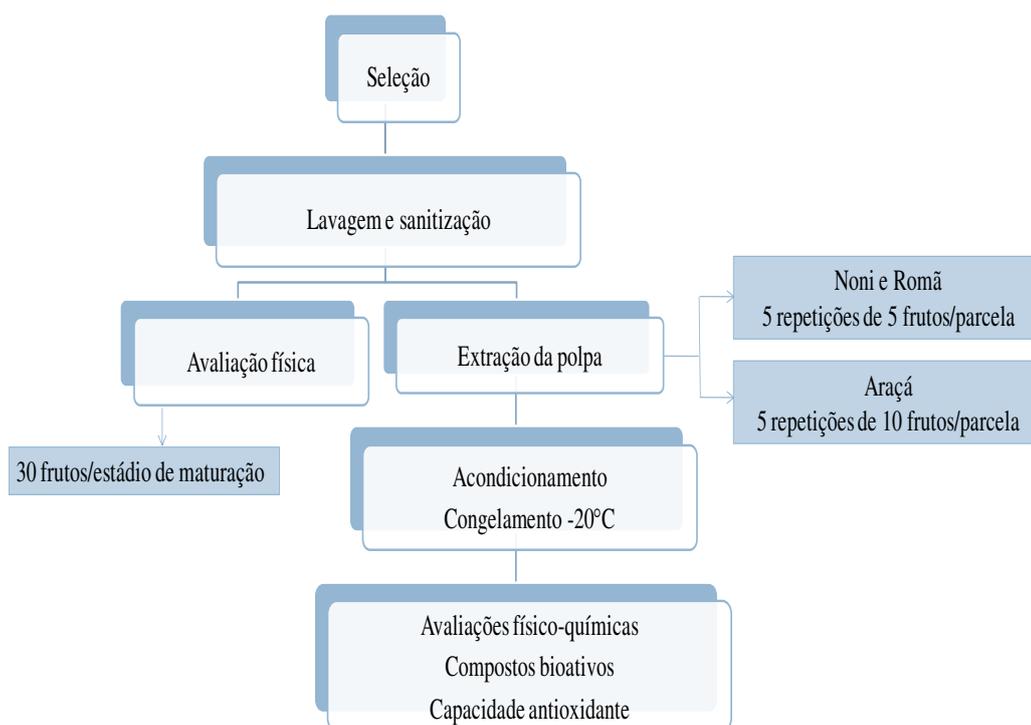


Figura 2 - Fluxograma do processamento dos frutos.

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância. Os tratamentos foram representados pelos estádios de maturação e as repetições foram de 30 frutos/estádio de maturação para araçá e romã e 10 frutos/estádios para o noni para as avaliações físicas e 5 repetições do sumo de 5 frutos/parcela para o noni e a romã e de 10 frutos/parcela para o araçá para cada estágio de maturação para as avaliações físico-químicas, compostos bioativos e para a capacidade antioxidante.

4.2 AVALIAÇÕES

4.2.1 Avaliações físicas

Massa fresca do fruto (g): determinada por pesagem individual dos frutos em balança semianalítica de precisão 0.01 g;

Diâmetros longitudinal e transversal (mm): Os diâmetros foram obtidos medindo-se os frutos nos sentidos longitudinal e transversal com o uso de paquímetro digital;

Relação DL/DT: razão entre os diâmetros longitudinais e transversais dos frutos;

Volume (cm³): foi determinado através da medição do volume de água deslocado pelo fruto em uma proveta graduada;

Massa específica (g/cm³): a massa específica foi obtida através da razão entre massa e volume do fruto;

Firmeza da polpa (N): foi determinada com penetrômetro analógico, com ponteira de 8mm na região equatorial da fruta, tomando-se duas leituras por fruta e multiplicando-se o valor da leitura do penetrômetro pelo fator de transformação para Newton que é 4,45 (Instituto Adolfo Lutz, 2008);

Rendimento (% de polpa): medição do peso da polpa relacionada ao peso total dos frutos em balança semi-analítica (IAL, 2008);

4.2.2 Avaliações Físico-Químicas

Sólidos Solúveis – SS (%): a polpa dos frutos foi filtrada em uma camada de algodão e o teor de sólidos solúveis determinado por leitura direta em refratômetro digital com compensação automática de temperatura, de acordo com AOAC (2005);

Acidez Titulável – AT (g/100g): por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008);

Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): obtida através da razão entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável;

Potencial Hidrogeniônico - pH: determinado em pHmetro, com inserção direta do eletrodo, de acordo com IAL (2008);

Lipídeos totais (g/100g): foram determinados como extrato etéreo através da extração contínua pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente conforme as normas do IAL (2008).

Proteínas totais (g/100g): o teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo Método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína segundo o método descrito pelo IAL (2008).

Açúcares Solúveis Totais - AST (g/100g): determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 0,5 g da polpa em 50 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 50 μ L do extrato, 950 μ L de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão;

Açúcares Redutores (g/100g): realizado pelo método do ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), descrito por Miller (1959). O extrato foi preparado utilizando-se 1 g de polpa diluída em 50 mL de água destilada. Uma alíquota de (0,3, 0,4, 0,3 mL) dos extratos de araçá, noni e romã respectivamente, foi misturada a água destilada completando o volume para 1,5mL e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm;

4.2.3 Avaliação dos Compostos Bioativos e da Capacidade Antioxidante

Ácido Ascórbico (mg.100⁻¹ g): determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1 g da amostra diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5%;

Carotenoides (µg.100⁻¹ g) e Clorofilas Totais (mg/100 g): foram determinados de acordo com Lichtenthaler (1987) e calculados pelas Equações 1 e 2. Cerca de 0,5 g de amostra fresca foi macerada em almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 10 mL de acetona (80%) gelada em ambiente escuro. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

$$\text{EQ. 1: Carotenoides} = [(1000 \text{ Abs. } 470 - 1,82 \text{ Ca} - 85,02 \text{ Cb}) / 198] \times 100 / 1000$$

$$\text{EQ. 2: Clorofila total} = [(17,3 \text{ Abs. } 646 + 7,18 \text{ Abs. } 663) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000$$

Onde: Ca = [(12,21 Abs. 663 - 2,81 Abs. 646) / massa (g)] x 100 / 1000; Cb = [(20,13 Abs. 646 - 5,03 Abs. 663) / massa (g)] x 100 / 1000; Ca = Clorofila A; Cb = Clorofila B; Abs. = absorvância.

Flavonoides e Antocianinas (mg.100⁻¹ g): determinados de acordo com a metodologia de Francis (1982) e calculados pelas equações 3 e 4. Cerca de 1 g de amostra fresca foi macerada em almofariz com 10 mL de etanol - HCl (1,5 N) na proporção 85:15 em ambiente escuro e deixados em repouso por 24 horas na geladeira. As amostras foram filtradas e as leituras realizadas em espectrofotômetro a 374 e 535nm para a determinação de flavonoides e antocianinas respectivamente.

$$\text{EQ. 3: Flavonoides (mg/100 g)} = Fd \times \text{Abs} / 76,6$$

$$\text{EQ. 4: Antocianinas (mg/100 g)} = Fd \times \text{Abs} / 98,2$$

Onde: Fd = fator de diluição; Abs. = absorvância a 374 e 535nm.

Polifenóis Extraíveis Totais – PET (mg.100⁻¹ g de ácido gálico): a determinação foi feita conforme descrito pelo método de Larrauri, Pupérez e Saura-Calixto (1997). Tomou-se em um Becker (0,5g, 1g, 1g) das amostras de araçá, noni e romã respectivamente, adicionando 4

mL de metanol 50 % e deixou-se extraindo por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 3.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 10 mL, o resíduo foi transferido para um becker adicionando 4 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Em seguida, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado, juntamente, ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio, colocou-se uma alíquota do extrato de 50 µL, acrescida de 950 µL de água destilada, mais 1,0 mL de Folin Ciocalteau, 2,0 mL de carbonato de sódio 20% e 2,0 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 700 nm e o resultado foi expresso em mg/100 g de ácido gálico;

Determinação da capacidade antioxidante sequestrante do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil): tomou-se em um Becker (0,5g, 1g, 1g) das amostras de araçá, noni e romã respectivamente, adicionando 4 mL de metanol 50 % e deixou-se extraindo por 1h. Em seguida, foram centrifugados a 3.000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 10 mL, o resíduo foi transferido para um becker adicionando 4 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 h. Em seguida, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado, juntamente, ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. Em tubos de ensaio foram preparadas três concentrações diferentes (10, 30 e 50µL) e em triplicata, a partir do extrato obtido. Foi utilizado 0,1 mL de cada concentração da amostra com 3,9 mL da solução de DPPH. As leituras foram realizadas em comprimento de onda a 515 nm, no qual, foi observada a redução da absorbância até sua estabilização. O resultado é expresso na forma de EC50, que corresponde à concentração da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (RUFINO et al., 2007).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Verificando efeito significativo para o teste F, os dados foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para o araçá e para os frutos do noni, enquanto que para a romã foi submetida o teste de T student ao nível de 5%, de acordo com Gomes (1987), utilizando o programa computacional SISVAR 4.0 (FERREIRA, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÕES FÍSICAS

Verificou-se que há diferença significativa ($p < 0,05$) nas características físicas de DL e Relação DL/DT para o araçá. De acordo com a Tabela 1, observou-se que para o diâmetro longitudinal (DL) do araçá aumentou de acordo com o avanço dos estádios de maturação. Detectando que, para o diâmetro transversal (DT) não houve diferença significativa, obtendo uma média de 21,5 mm. Dantas (2010) estudando diferentes genótipos de araçás constatou que o DL de araçás variou de 24,64 mm para o estádio I a 25,27 mm para o estádio IV, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Já para a relação DL/DT verificou-se que os estádios III e IV apresentaram valores superiores aos estádios I e II, entretanto não apresentando diferenças significativas entre si, esta relação segundo Chitarra e Chitarra (2005) indica o formato do fruto, onde araçás que apresentam forma periforme ou ovalada (relação DL/DT maior que 1,0), podem ser destinados ao consumo *in natura*, como os frutos estudados neste trabalho que apresentaram como menor valor 1,15 (estádio I). Melo et al. (2013) estudando as características físicas do araçá, verificaram valores semelhantes para o araçá entre 0,9 e 1,05.

Segundo Subramanyam et al. (1975), todas as mudanças observadas em relação ao desenvolvimento do fruto têm sido relacionadas ao peso do fruto. Na Tabela 1, pode-se observar ainda que a massa fresca dos frutos de araçá não variou significativamente, que pode ter ocorrido devido aos frutos já estarem em maturação fisiológica. Para Dantas (2010) avaliando frutos de araçazeiro do Brejo Paraibano em diferentes estádios de maturação, a massa fresca variou em média de 7,53g a 8,17g, um pouco acima das médias encontradas neste trabalho que foi de 6,39g a 6,81g, mínima no estádio I e máxima no estádio IV de maturação. Já Melo et al. (2013), obtiveram valores semelhantes aos desta pesquisa, encontrando valores de 6,4g a 7,83g para os estádios II e IV, respectivamente.

Tabela 1 – Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de araçá colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas			
	DL (mm)	DT (mm)	Relação DL/DT	Massa fresca (g)
I	24,65b ± 1,44	21,29a ± 1,08	1,15b ± 0,02	6,39a ± 1,16
II	25,21ab ± 1,47	21,38a ± 1,18	1,17b ± 0,02	6,44a ± 1,33
III	26,36ab ± 2,73	21,55a ± 1,75	1,22a ± 0,08	6,56a ± 1,67
IV	26,67a ± 3,96	21,73a ± 2,62	1,22a ± 0,08	6,81a ± 2,66
CV (%)	10,19	8,25	5,03	27,53

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo.

Verificou-se que há diferença significativa, ($p < 0,05$) nas características físicas de DL, DT, Relação DL/DT e Massa fresca para frutos do noni (Tabela 2). O DL, o DT e a Relação DL/DT aumentaram de acordo com o estágio de maturação dos frutos. Entre os frutos nos estádios de maturação III e IV e no estágio V, houve diferença significativa para essas características. Silva et al. (2009) realizando caracterização física de frutos de noni, encontraram DL e DT de 103,83 e 79,50 mm, respectivamente, sendo os valores de DT semelhantes aos desse estudo, porém o DL foi maior, esses valores definem o noni como fruto de formato ovalado.

Para a massa fresca, verificou-se aumento em seu peso durante a maturação, de 82,44g a 129,35g. Nascimento (2012), realizando caracterização centesimal em frutos de noni, encontrou valor médio de 83,24g, enquanto que Lima et al. (2010) estudando frutos de noni da região do São Francisco, encontraram 195,9 g de massa fresca.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas			
	DL (mm)	DT (mm)	Relação DL/DT	Massa fresca (g)
I	76,26c ± 4,31	45,29b ± 2,65	1,68b ± 0,08	82,44d ± 6,68
II	77,65c ± 6,61	44,92b ± 3,54	1,73b ± 0,13	88,37cd ± 14,59
III	88,29b ± 5,29	49,24ab ± 2,64	1,79ab ± 0,16	112,43bc ± 8,01
IV	97,32ab ± 7,70	50,66a ± 4,08	1,92a ± 0,11	129,35b ± 18,21
V	101,19a ± 10,22	53,27a ± 5,43	1,90a ± 0,11	155,05a ± 34,42
CV (%)	8,09	7,84	6,88	16,89

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado.

Verificou-se que há diferença significativa, ($p < 0,05$) na característica física de massa fresca para a romã (Tabela 3). Não havendo, entretanto, diferença significativa para as características físicas DL, DT e DL/DT para a romã corroborando com os dados encontrados nos trabalhos realizados por Moreira (2014) e Santos et al. (2010) para frutos da romã onde encontraram nas características físicas DT e DL 70,59 e 63,92 e 68,20 e 73,73mm, respectivamente.

A massa fresca da romã variou estatisticamente entre os estádios de maturação, variando de 185,98g (estádio I) e 200,63g (estádio II) (Tabela 3), estando de acordo com os resultados encontrados por Moreira (2014) e Santos et al. (2010), apresentando valores de 189,29g e 199,23g, respectivamente.

A taxa de crescimento medida em frutos em desenvolvimento tem sido determinada com base no diâmetro, comprimento, circunferência, peso, volume, coloração e formato do fruto, desde a antese até a maturação do fruto (NETO; REINHARDT, 2003).

Tabela 3 – Valores médios e desvios padrão para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação DL/DT e massa fresca de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas			
	DL (mm)	DT (mm)	Relação DL/DT	Massa fresca (g)
I	69,69a ± 4,71	72,79a ± 3,61	0,96a ± 0,05	185,98b ± 20,60
II	70,13a ± 4,54	74,57a ± 3,48	0,94a ± 0,06	200,63a ± 20,89
CV (%)	6,62	4,82	6,49	10,73

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

De acordo com a Tabela 4, observa-se que o volume e a densidade dos frutos de araçá não sofreram variação durante a maturação, sendo a média desses valores de 6,2 cm³ e 1,06g/cm³, respectivamente.

Verificou-se que há diferença significativa ($p < 0,05$) na característica física de firmeza para o araçá, detectando uma perda de firmeza com o avanço da maturação, onde esta diminuição foi de aproximadamente 50% do seu valor de um estágio para outro.

Tabela 4 – Valores médios e desvios padrão para volume (V), densidade (D) e firmeza de araçá colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas		
	V (cm ³)	Densidade (g/ cm ³)	Firmeza (N)
I	5,80a ± 1,18	1,11a ± 0,08	51,90a ± 7,02
II	6,03a ± 1,27	1,06a ± 0,08	27,78b ± 6,57
III	6,30a ± 1,57	1,06a ± 0,21	17,35c ± 7,12
IV	6,66a ± 2,85	1,04a ± 0,10	8,13d ± 3,90
CV (%)	29,83	12,62	23,94

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo.

O volume para os frutos de noni apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), verificando um aumento desta característica com a maturação encontrando 93 cm³ para o estágio I e 156 cm³ para o estágio IV (Tabela 5).

Enquanto que, a densidade não apresentou diferença significativa entre os estádios de maturação, sendo o valor médio obtido de 0,98 cm³ (Tabela 5).

Para a firmeza dos frutos de noni, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$), variando com valores de 115,7 N (estádio I) a 10,62 N (estádio V), observando uma redução de mais de

10 vezes desta característica com o avanço da maturação. Em estudos de caracterização física de frutos de noni, Silva et al. (2009) observaram que a firmeza da polpa diferiu entre os estádios de maturação, com média geral de 118,74 N, sendo que o fruto no estágio verde apresentou maior valor médio (128,41 N) semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 5 – Valores médios e desvios padrão para volume (V), densidade (D) e firmeza de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas		
	V (cm ³)	Densidade (g/ cm ³)	Firmeza (N)
I	93,00c ± 11,10	0,891a ± 0,05	115,70a ± 0,0
II	94,50c ± 13,63	0,933a ± 0,04	115,70a ± 0,0
III	112,50bc ± 13,59	1,014a ± 0,17	47,83b ± 12,00
IV	127,80ab ± 37,45	1,069a ± 0,26	27,32c ± 9,69
V	156,00a ± 38,64	1,005a ± 0,09	10,62d ± 4,59
CV (%)	22,30	15,21	11,35

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado.

O volume apresentou diferença estatística, encontrando valores 217,33 cm³ para o estágio I e 230,83 cm³ para o estágio II (Tabela 6), o que contradiz dos resultados encontrados por Akbarpour et al. (2009), onde o volume variou de 99,41 a 547,88 cm³, provavelmente pode ser explicado por esse estudo ter sido conduzido com doze diferentes cultivares de romã produzidas no Irã.

De acordo com a tabela 6 verificou-se a não significância nos resultados de densidade para os estádios de maturação, resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2010) e Akbarpour et al. (2009) apresentando valores de 0,92 g/cm³ e 0,91 a 1,04 g/cm³, respectivamente.

A firmeza diminuiu com o avanço de maturação de 98,23N (estádio I) a 85,16N (estádio II) (Tabela 6). A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento é função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e pectina, gera alterações na parede celular levando ao amolecimento da polpa. Outros processos também podem levar ao amolecimento dos frutos, como a degradação do amido e a perda de turgor (CERQUEIRA, 2007).

Para o rendimento de casca, verificou-se diferença entre os estádios, onde os valores encontrados foram de 48,15 e 50,86%, respectivamente. Resultados da mesma ordem de

grandeza aos encontrados por Fawole e Opara (2013) que foi de 41,18 e 41,55%, porém o rendimento de casca encontrado por Amiryousefi et al. (2012) foi menor, apresentando um rendimento de 32,03%. Quanto ao rendimento de suco não houve diferença significativa, sendo os valores semelhantes aos encontrados por Fawole e Opera (2013), porém bem inferior aos encontrados por Amiryousefi et al. (2012), que foi de 57,15%.

Tabela 6 – Valores médios e desvios padrão para volume (V), densidade (D), firmeza, rendimento de casca (RC) e rendimento de suco (RS) de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físicas				
	V (cm ³)	d (g/cm ³)	Firmeza (N)	RC (%)	RS (%)
I	217,33b ± 26,31	0,86a ± 0,04	98,23a ± 12,21	48,15b ± 4,58	26,79a ± 6,07
II	230,83a ± 21,38	0,87a ± 0,06	85,16b ± 10,59	50,86a ± 4,13	26,15a ± 3,24
CV (%)	10,70	6,54	12,25	8,81	18,40

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

5.2 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

Observou-se que os sólidos solúveis do araçá aumentaram com o desenvolvimento dos frutos, com valores variando de 6,27% (estádio I) a 12,3% (estádio IV) (Tabela 7). Os resultados variaram significativamente entre todos os estádios de maturação. Os sólidos solúveis dos frutos de araçá estudados por Dantas (2010) foram de 8,82% para o estágio de maturação I e de 12,72% para o IV, e ainda Melo et al. (2012) encontraram 8,0% e 11,0% de sólidos solúveis para o araçás nos estádios I e III respectivamente, as duas pesquisas trazem resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

A acidez titulável diminuiu com o desenvolvimento da maturação, mostrando diferença significativa entre os estádios. Os valores médios de acidez variaram de 1,52 (estádio I) a 1,23 (estádio IV) (Tabela 7). Melo et al. (2012) caracterizando três estádios de maturação obtiveram valores de 1,02% e 1,21%, para os estádios I e III respectivamente, enquanto Damiani et al. (2011) encontraram 0,52% de ácido cítrico, valor bem inferior aos desse estudo.

Para o pH do araçá (Tabela 7) os estádios I e II diferiram dos demais estádios, porém não diferiram entre si. Verificou-se um acréscimo do pH com o avanço da maturação

apresentando valores entre 3,6 para os estádios de maturação I e II a 3,8 estágio IV. Esses valores são superiores aos encontrados por Andrade et al. (1993), enquanto são semelhantes aos encontrados em estudo de Dantas (2010) que obteve 3,68, 3,57, 3,57 e 3,61 para os estádios de maturação de I a IV.

Para a relação SS/AT do araçá (Tabela 7) também verificou-se um aumento dos valores com o avanço da maturação de 4,14 (estádio I) a 9,96 (estádio IV). De acordo com os valores encontrados por Dantas (2010), observou-se que foram superiores aos deste estudo, 7,06 a 12,26, para os estádios I e IV respectivamente, essa diferença ocorreu principalmente pelo fato dos frutos apresentarem menor acidez titulável.

Tabela 7 – Valores médios e desvios padrão para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e SS/AT de araçá colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas			
	SS (%)	AT (% ácido cítrico)	pH	SS/AT
I	6,27d ± 0,25	1,52a ± 0,02	3,6c ± 0,33	4,14d ± 0,21
II	7,47c ± 0,17	1,47a ± 0,33	3,6c ± 0,02	5,09c ± 0,23
III	8,5b ± 0,28	1,35b ± 0,06	3,7b ± 0,06	6,28b ± 0,49
IV	12,3a ± 0,14	1,23c ± 0,02	3,8a ± 0,02	9,96a ± 0,09
CV	5,47	0,014	0,015	5,51

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Totalmente amarela.

Constatou-se que os sólidos solúveis do noni (Tabela 8) aumentaram com o avanço da maturação, sendo os valores de 6,52%, 6,97%, 7,45%, 7,70%, 8,67% para os estádios de I a V respectivamente. Cunha (2011) obteve o valor de 8,6%, Nascimento (2012) 8,17%, resultados que corroboram com os deste trabalho. Entretanto, Silva et al. (2012) em estudos realizados com frutos de noni em três estádios de maturação; verde, intermediário e maduro relataram elevado teor de sólidos solúveis quando maduro (10,33%) e baixo quando verde (4,83%).

A acidez titulável dos frutos de noni aumentou significativamente entre os estádios de maturação (Tabela 8) sendo de 0,45% para o estágio I e 0,57% para o estágio V. Silva et al. (2012) caracterizando frutos de noni em três estádios de maturação, obteve valores de 0,21%, 0,30% e 0,39% de acidez titulável nos estádios I, II e III respectivamente, enquanto Nascimento (2012) relatou valor semelhante ao deste trabalho, 0,54%. Silva (2014),

apresentou um acréscimo de 87,71% de acidez durante o processo de amadurecimento do fruto, 0,21% no fruto verde e 0,39% no fruto maduro.

O pH para os frutos de noni apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), observando uma redução durante o amadurecimento de 4,95 (estádio I) a 4,30 (estádio V) (tabela 8). Faria (2013) em trabalho de caracterização físico-química e análise fitoquímica preliminar de frutos do noni produzidos na cidade de Cuiabá – MT, encontrou um pH de 3,54, inferior ao deste estudo, em contrapartida Silva et al. (2012) obtiveram valores mais próximos entre 5,0 e 4,66 para os estádios I e III respectivamente, também observando a diminuição deste parâmetro durante a maturação.

A relação SS/AT observada para os frutos de noni variou entre 13,97 e 15,47 para os estádios III e II respectivamente (Tabela 8). Para Silva et al. (2012) os dados obtidos dessa relação foi bem maior do que os encontrados neste trabalho, sendo de 23,01, 27,80 e 26,69 entre os estádios de maturação. Porém, Barros 2009 e Nascimento 2012 obtiveram valores bem próximos ao dessa pesquisa, 14,66 e 14,97, respectivamente. Para Silva (2014), a relação SS/AT apresentou variação nos seus resultados, de 18,69 a 34,26 considerando que a acidez deste fruto é baixa. Para Cunha et al. (2012) a quantificação da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável está relacionada com o balanço entre açúcares e ácidos presentes na fruta, sendo importante indicativo do sabor. Para o mercado consumidor de frutas frescas a relação SS/AT elevada é desejada, pois é importante no equilíbrio do sabor doce e ácido.

Tabela 8 – Valores médios e desvios padrão para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e SS/AT de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas			
	SS (%)	AT (% ácido cítrico)	pH	SS/AT
I	6,52e ± 0,17	0,45c ± 0,01	4,95a ± 0,15	14,66b ± 0,22
II	6,97d ± 0,05	0,45c ± 0,01	4,78ab ± 0,01	15,47a ± 0,41
III	7,45c ± 0,06	0,53b ± 0,01	4,43bc ± 0,24	13,97c ± 0,34
IV	7,70b ± 0,08	0,52b ± 0,01	4,30c ± 0,29	14,76b ± 0,24
V	8,67a ± 0,10	0,57a ± 0,01	4,41bc ± 0,05	15,16ab ± 0,23
CV	0,56	0,003	0,09	0,34

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado.

Na Tabela 9 observando os resultados para os sólidos solúveis da romã nos dois estádios de maturação, constatou-se diferença significativa entre os estádios de maturação,

sendo 13,0% para o estágio I e 14,52% para o estágio II. Para Moreira (2014) e Santos et al. (2010) os valores de sólidos solúveis foram de 12,18% e 12,89%, ligeiramente inferiores aos encontrados neste trabalho. Gadze et al. (2012) estudando romã da região da Croácia encontraram valores entre 13,1% e 15,2%, quase condizentes aos deste trabalho.

Em relação à acidez titulável (Tabela 9) verificou-se diferença significativa entre os estádios de maturação, com valores médios de 0,77 a 0,69% para os I e II respectivamente, resultado semelhante foi encontrado por Moreira (2014), porém inferior aos encontrados por Gozlekci et al. (2011) que foi entre 3,12% a 1,73% e superior ao de Fawole e Opara (2013) de 0,33% a 0,31% para os dois estádios de maturação estudados.

O pH obtido para a romã apresentou efeito significativo entre os estádios de maturação (Tabela 9), onde houve aumento do estágio I (3,14) para estágio II (3,26). Resultados semelhantes foram encontrados por Moreira (2014), Santos et al. (2010) e Fawole e Opara (2013), estes obtiveram os valores de 3,18 e 3,28 para os estádios de maturação I e II, respectivamente.

Ainda na Tabela 9 observou-se que a relação entre SS/AT encontrada para os estádios de maturação I e II da romã foram de 16,91 e 21,01, respectivamente. Os valores de SS/AT encontrados por Fawole e Opara (2013) são superiores aos encontrados neste trabalho, 45,56 e 49,49 para os estádios I e II de maturação.

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).

Tabela 9 – Valores médios e desvios padrão para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH e SS/AT de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas			
	SS (%)	AT (% ácido cítrico)	pH	SS/AT
I	13,00b ± 0,00	0,77a ± 0,03	3,14b ± 0,01	16,91b ± 0,55
II	14,52a ± 0,05	0,69b ± 0,02	3,26a ± 0,02	21,01a ± 0,52
CV	0,67	0,002	0,005	5,05

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

De acordo com a Tabela 10, o teor de Açúcares Solúveis Totais (AST) e os Açúcares Redutores (AR) evoluíram com o desenvolvimento dos frutos de araçá, apresentando

diferença significativa entre todos os estádios de maturação. Os AST evoluíram de 4,83% (estádio I) para 11,74% (estádio IV), e os AR de 1,51% para 7,70%. Os resultados de AST corroboram com os encontrados por Dantas (2010), que também verificou em quatro estádios de maturação um teor de AST entre 3,64% a 9,33%, o mesmo autor obteve 2,59% de AR para o estágio I e 7,48% para o IV, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo.

Não foi observada diferença significativa para proteínas entre os diferentes estádios de maturação para os frutos de araçá (Tabela 10), observando uma média de 1,15% dos estádios I a IV respectivamente, para Caldeira et al. (2004) o araçá apresentou 1% de proteína e segundo Damiani et al. (2011) 1,87%, resultados bem próximos aos encontrados neste trabalho.

Para o teor de lipídios do araçá, verificou-se diferença significativa entre os estádios e um declínio do teor de lipídios de 0,59% (estádio I) a 0,31% (estádio IV) (Tabela 10). Damiani et al. (2011) verificaram um teor de 0,33% de lipídios, resultado semelhante ao deste estudo.

Tabela 10 – Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR), proteínas (PRO) e lipídios (LIP) de araçá colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas			
	AST(%)	AR(%)	PRO(%)	LIP(%)
I	4,83d ± 0,70	1,51d ± 0,14	1,07a ± 0,24	0,59a ± 0,05
II	6,63c ± 1,31	4,73c ± 0,14	1,08a ± 0,24	0,55ab ± 0,03
III	8,57b ± 0,10	5,77b ± 0,16	1,17a ± 0,20	0,48b ± 0,03
IV	11,74a ± 0,36	7,70a ± 0,48	1,26a ± 0,02	0,31c ± 0,06
CV	7,47	5,43	0,04	0,01

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Totalmente verde; II = Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker); III = Início da pigmentação amarela; IV = Totalmente amarela.

Para os AST dos frutos de noni, verificou-se diferença significativa, aumentando de 5,28 (estádio I) a 7,29 (estádio V) com o avanço da maturação (Tabela 11). Esse aumento concorda com o comportamento dos sólidos solúveis, uma vez que os açúcares fazem parte de sua constituição. Os AST encontrados por Faria (2013) e Correia (2010) de 5,27% e 5,45%, respectivamente são bem próximos aos encontrados neste estudo para os estádios I e II de maturação, porém inferiores aos estádios mais avançados, cujos valores foram 6,57%, 7,31% e 7,39% para os estádios III, IV e V respectivamente.

Para os AR também houve diferença significativa entre os estádios de maturação, verificando valores médios de 3,28 (estádio I) a 6,39 (estádio V) com o avanço do desenvolvimento dos frutos, apresentando comportamento semelhante aos AST e SS. Faria (2013) em frutos de noni maduro encontrou 3,71% de AR, já Correia (2010) 5,32% deste mesmo parâmetro, corroborando com os resultados mostrados neste trabalho.

Na Tabela 11 observa-se que as proteínas para os frutos de noni apresentaram acréscimo durante a maturação, entretanto apenas os estádios I e II foram diferentes significativamente do estágio V, os demais iguais estatisticamente. O maior e o menor valor encontrado na literatura para proteína em fruto de noni foi de 4,2% (Nascimento, 2012) e 0,89% (Cunha, 2011), diferentemente dos encontrados nesta pesquisa, porém não foi encontrado resultado para diferentes estádios de maturação, os valores mais próximos foram obtidos por Correia (2010) e Barros (2009), de 1,06% e 1,26% respectivamente, também analisando os frutos em um único estágio de maturação.

O teor de lipídios em frutos de noni diminui durante a maturação de 0,61% de lipídios para o estágio I e 0,28% para o estágio V de maturação (Tabela 11). Os resultados encontrados na literatura para Faria (2013) e Cunha (2011) são inferiores a estes, de 0,04% e 0,06%, já Costa (2011) e Nascimento (2012) obtiveram resultados mais próximos aos deste trabalho 0,37% e 0,34%, respectivamente, ressaltando apenas que para esses resultados utilizaram-se apenas um estágio de maturação.

Tabela 11 – Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR), proteínas (PRO) e lipídios (LIP) de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas			
	AST(%)	AR(%)	PRO(%)	LIP(%)
I	5,08c± 0,22	3,28d± 0,01	0,96b ± 0,19	0,61a ± 0,09
II	5,60c ± 0,53	4,03c± 0,23	0,97b ± 0,20	0,57a± 0,04
III	6,57b ± 0,20	4,54b ± 0,05	1,16ab± 0,20	0,26b± 0,05
IV	7,31a ± 0,25	6,08a± 0,07	1,38ab ± 0,17	0,26b± 0,07
V	7,39a ± 0,30	6,39a ± 0,30	1,50a ± 0,23	0,28b ± 0,05
CV	0,97	1,5	0,08	0,03

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado.

Os AST da romã diferiram significativamente, aumentando com o avanço da maturação, apresentando uma elevação de 9,45% no estágio de maturação I a 11,13% no

estádio de maturação II. Para os AR observou-se também um acréscimo do estágio I para o II, de 4,33% a 6,13% respectivamente. Para Akbarpour et al. (2009), analisando romãs de terras iranianas obtiveram para açúcares redutores os teores de 13,29 a 29,83% para frutos maduros (Tabela 12).

A determinação dos açúcares solúveis em frutos é importante tanto para o consumo na forma fresca como para o processamento, uma vez que esses açúcares presentes de forma livre ou combinada são responsáveis pelo grau de doçura dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Com a evolução da maturação, há aumento da concentração de açúcares simples até o completo amadurecimento, com declínio posterior em função de sua utilização como fonte de energia (CHITARRA; CHITARRA, 2005), como foi observado nos frutos de araçá, noni e romã, em todos se percebeu um acréscimo de açúcares totais e redutores, em detrimento do avanço da maturação.

A Tabela 12 mostra que os resultados obtidos para proteínas foram semelhantes estatisticamente sendo 1,07% e 1,08% para os estádios de maturação, esses se distanciam dos encontrados por Gozlecki et al. (2011) para romãs em dois estádios de maturação, sendo 9,5% e 5,3% respectivamente para os estádios I e II de maturação. Já Santos et al. (2010) encontraram 1,48% de proteínas, mais próximo aos encontrados neste estudo.

Os teores de lipídios também não apresentaram diferença estatística para os estádios de maturação estudados, os valores médios foram de 0,36% para o estágio I e 0,34% para o estágio II (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios e desvios padrão para açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR), proteínas (PRO) e lipídios (LIP) de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis físico-químicas			
	AST(%)	AR(%)	PRO(%)	LIP(%)
I	9,45b± 0,57	4,33b± 0,19	1,07a± 0,24	0,36a ± 0,07
II	11,13a± 0,44	6,13a± 0,25	1,08a± 0,25	0,34a ± 0,04
CV	0,89	0,97	0,05	0,003

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

5.3 COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Observou-se um aumento no conteúdo de ácido ascórbico para frutos de araçá (Tabela 13), onde os valores médios variaram de 5,08mg.100 g⁻¹ para o estágio I a 9,99 mg.100g⁻¹ para o estágio IV. Para estádios I e II não houve diferença significativa, porém estes diferiram dos demais estádios. Comportamento similar a este foi relatado por Dantas (2010) em frutos de araçá de diferentes genótipos e estádios de maturação, observando um incremento no teor de ácido ascórbico durante o avanço da maturação, porém os valores encontrados foram superiores aos deste trabalho, com médias de 17,1 mg.100g⁻¹ para o estágio I até 46,45 mg.100g⁻¹ para o estágio IV de maturação. Em outro estudo, Damiani et al. (2011) encontraram em frutos de araçá 14,2 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico.

De acordo com a Tabela 13 o teor de clorofila total para o araçá diminuiu com o amadurecimento dos frutos, não diferindo significativamente apenas entre os estádios I e II, II e III. Os valores obtidos variaram de 3,97 mg.100g⁻¹ (estádio I) a 1,51 mg.100g⁻¹ (estádio IV) (Tabela 13). Dantas (2010) encontrou maiores teores de clorofila total, de 13,77 mg.100g⁻¹ para o estágio I e 2,90 mg.100g⁻¹ para o estágio IV de maturação, ressaltando apenas que estes resultados referem-se apenas as cascas do araçá, onde temos uma maior concentração destes componentes.

Para os carotenoides totais no araçá, observou-se um aumento entre os estágio I e III, variando de 1,16 µg.100g⁻¹ para 1,34 µg.100g⁻¹ respectivamente, porém no estágio IV houve uma redução para 1,10 µg.100g⁻¹ (Tabela 13). O estágio IV apresentou a menor média entre todos os estádios, diferindo estatisticamente dos estádios II e III e não apresentando diferença estatística em relação ao estágio I. Fetter et al. (2010), encontraram valores semelhantes para araçá amarelo (1,07 µg.100g⁻¹), já Dantas (2010) estudando o teor de carotenóides em casca de araçá observou uma redução de 0,19µg.100g⁻¹ para 0,13µg.100g⁻¹ para os estádios I e IV respectivamente, valores inferiores aos encontrados neste trabalho.

Tabela 13 – Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais de araçá colhidas em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis fitoquímicas		
	ÁC ASCÓRBICO (mg.100g ⁻¹)	CLOROFILA (mg.100g ⁻¹)	CAROTENÓIDES (µg.100g ⁻¹)
I	5,08c ± 0,40	3,97a ± 0,26	1,16bc ± 0,03
II	5,32c ± 0,33	3,22ab ± 0,19	1,28ab ± 0,06
III	6,10b ± 0,35	2,53b ± 0,36	1,34a ± 0,05
IV	9,99a ± 0,36	1,51c ± 0,45	1,10c ± 0,07
CV	4,29	0,97	0,01

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo.

Os teores de ácido ascórbico para os frutos de noni em função do estágio de maturação diferiram significativamente (Tabela 14), houve um aumento de mais de 100% do estágio I (70,15 mg.100g⁻¹) para o estágio V (195,85 mg.100g⁻¹). Silva et al. (2012) realizando a caracterização físico-química de frutos de noni em três estádios de maturação, observou uma redução de 385,16 mg.100g⁻¹ para 101,41 mg.100g⁻¹ com o avanço da maturação, já Iloki Assanga et al. (2013) estudando os efeitos da maturação em frutos de noni encontrou valores médios de 75,6 mg.100g⁻¹ a 182,42 mg.100g⁻¹ para os estádios de maturação I a IV, resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

A polpa *in natura* do fruto de noni pode ser considerada uma fonte elevada de vitamina C. Segundo Andrade et al. (2002), as fontes de ácido ascórbico são classificadas em: fontes elevadas contendo de 100 a 300 mg.100g⁻¹, fontes médias contendo de 50 a 100 mg.100g⁻¹ e fontes baixas contendo 25 a 50 mg.100g⁻¹. Os valores encontrados nesta pesquisa são condizentes a teores altos de ácido ascórbico, principalmente para os estádios II a IV. Para Correia et al. (2011), o noni caracteriza-se como uma excelente fonte de vitamina C, apresentando o dobro do teor presente na laranja que é a fonte mais consumida de vitamina C, um poderoso antioxidante com potencial de oferecer proteção contra algumas doenças e contra os aspectos degenerativos do envelhecimento.

De maneira geral, o teor de ácido ascórbico tende a diminuir com o desenvolvimento de produtos hortícolas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Contudo, para alguns frutos pode haver um aumento neste parâmetro, como é o caso do araçá e noni para este trabalho, que apresentaram um acréscimo neste teor com o avanço da maturação.

Os valores de clorofila total do noni decresceram significativamente com o avanço da maturação, sendo iguais estatisticamente apenas entre os estádios I e II, III e IV. Esses valores variaram de 1,64 mg.100g⁻¹ a 0,63 mg.100g⁻¹ para os estádios I a V, respectivamente. Para os carotenoides totais, observou-se uma variação de 0,83 µg.100g⁻¹ a 0,38 µg.100g⁻¹ para os estádios I e V respectivamente (Tabela 14).

Tabela 14 – Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais de noni colhidas em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis fitoquímicas		
	ÁC ASCÓRBICO (mg.100g ⁻¹)	CLOROFILA (mg.100g ⁻¹)	CAROTENÓIDES (µg.100g ⁻¹)
I	70,15e ± 0,99	1,64a ± 0,08	0,83a ± 0,04
II	112,38d ± 3,15	1,55a ± 0,11	0,82a ± 0,06
III	155,78c ± 4,15	1,27b ± 0,08	0,67b ± 0,02
IV	188,86b ± 2,19	1,05b ± 0,06	0,58b ± 0,05
V	195,85a ± 3,49	0,63c ± 0,11	0,38c ± 0,05
CV	6,7	0,15	0,031

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado.

Na Tabela 15 verificou-se que o conteúdo de ácido ascórbico para frutos de romã diminuiu do estágio de maturação I para o II, sendo as médias desses valores de 9,52 mg.100g⁻¹ e 7,41 mg.100g⁻¹, respectivamente. Corroborando com estes valores Moreira (2014) que obteve 10,9 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico em estudo com romã da cultivar Molar submetida a temperaturas de armazenamento e biofilmes comestíveis e Akbarpour et al. (2009) encontraram valores entre 9,8 e 17,45 mg.100g⁻¹ superiores aos relatados aqui neste estudo.

Para os teores de clorofila e carotenoides totais da romã não foram observadas diferenças significativas entre os estádios de maturação avaliados (Tabela 15). Os valores de clorofila total foram de 0,96 mg.100g⁻¹ e 0,72 mg.100g⁻¹ para os estádios I e II, respectivamente. Já para os carotenoides totais os valores encontrados foram de 0,27 µg.100g⁻¹ para o estágio I e 0,26 µg.100g⁻¹ para o II.

A maioria das mudanças de coloração nos frutos é associada com a diminuição na concentração de clorofila nos cloroplastos, ocasionada por transformações em sua membrana interna durante a maturação e amadurecimento (LOONEY; PATTERSON, 1967). Como observou-se em todos os frutos estudados a perda da cor verde ocorreu devido a degradação

da clorofila em função das mudanças no pH, em ácidos, no aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases (WILLS et al, 1998)

Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) relataram que em algumas hortaliças, o perfil de maturação não é bem definido, sendo no geral, observado um acréscimo dos carotenoides com o avanço do desenvolvimento. Caso similar foi observado no presente estudo, o que pode ser explicado pela influência dos fatores ambientais, da cultivar, das condições de cultivo, de uma alteração dos carotenoides presentes no produto e até mesmo do método de quantificação.

Tabela 15 – Valores médios e desvios padrão para ácido ascórbico, clorofila e carotenoides totais de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis fitoquímicas		
	ÁC ASCÓRBICO (mg.100g ⁻¹)	CLOROFILA (mg.100g ⁻¹)	CAROTENÓIDES (µg.100g ⁻¹)
I	9,52a ± 0,99	0,96a ± 0,15	0,27a ± 0,02
II	7,41b ± 0,68	0,72a ± 0,47	0,26a ± 0,00
CV	1,89	0,01	0,00

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

Os flavonoides para os frutos de araçá apresentaram diferença significativa entre os estádios de maturação, observou-se uma redução de aproximadamente 36% no conteúdo de flavonoides com o amadurecimento dos frutos (Tabela 16). Os valores médios obtidos foram de 10,29 mg.100g⁻¹ para o estágio I e de 6,38 mg.100g⁻¹ correspondente ao estágio IV. Dantas (2010) apresenta valores bem próximos aos descritos acima, de 9,91 mg.100g⁻¹ para o estágio I e 5,12 mg.100g⁻¹ para o estágio IV, também observando um declínio no conteúdo de flavonoides. Em relação às antocianinas, verificou-se diferença significativa apenas entre o estágio I e os demais estádios, onde observamos uma redução deste parâmetro com o desenvolvimento dos frutos, apresentando valor médio máximo de 0,58 mg.100g⁻¹ e mínimo de 0,46 mg.100g⁻¹ para os estádios I e II respectivamente (Tabela 16).

Os compostos fenólicos para o araçá foram semelhantes estatisticamente apenas entre os estádios III e IV, sendo diferente para os demais estádios de maturação. O teor de fenólicos reduziu consideravelmente do primeiro ao quarto estágio, sendo esta redução de 838,97 mg.100g⁻¹ para 365,01 mg.100g⁻¹. Os trabalhos relatam grande divergência entre os valores de compostos fenólicos para frutos de araçá: 1.279 mg.100g⁻¹, 546 mg.100g⁻¹, 113 mg.100g⁻¹, descritos respectivamente por Andrade et al. (1993), Balisteiro (2012) e Damiani

et al. (2011), todos verificaram para frutos em um único estágio de maturação. Já Dantas (2010) relata comportamento contrário ao deste trabalho, verificando um incremento no conteúdo de fenólicos ao longo da maturação do araçá, sendo de 176,09 mg.100g⁻¹ para o estágio I e de 238,11 mg.100g⁻¹ para o estágio IV.

Tabela 16 – Valores médios e desvios padrão para flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos de araçá colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis fitoquímicas		
	FLAVONOIDES (mg.100g ⁻¹)	ANTOCIANINAS (mg.100g ⁻¹)	FENÓLICOS (mg.100g ⁻¹)
I	10,29a ± 0,61	0,58a ± 0,03	838,97a ± 24,99
II	8,40b ± 0,49	0,46b ± 0,02	562,62b ± 70,48
III	7,51bc ± 0,43	0,45b ± 0,04	362,84c ± 25,73
IV	6,38c ± 0,28	0,49b ± 0,01	365,01c ± 26,87
CV	2,39	0,003	3,91

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo

Verificou-se que há diferença significativa, no conteúdo de flavonoides para os frutos de noni (Tabela 17). Houve uma redução neste conteúdo com o avanço da maturação, a variação foi de 9,76 mg.100g⁻¹ a 3,24 mg.100g⁻¹ do estágio I ao V.

Os valores de antocianinas para os frutos do noni foram iguais estatisticamente entre os estádios I e II, IV e V, sendo os demais significativamente diferentes (Tabela 17). O teor de antocianinas diminuiu com o avanço da maturação, sendo o valor máximo de 0,92 mg.100g⁻¹ (estádio II) e o mínimo de 0,11 mg.100g⁻¹ (estádio V).

Ainda de acordo com a Tabela 17, verificou-se diferença estatística para o conteúdo de fenólicos totais dos frutos de noni entre os estádios de maturação, apresentando um aumento do estágio I ao V, onde o máximo foi de 262,29 mg.100g⁻¹ (estádio IV) e o mínimo foi de 143,99 mg.100g⁻¹ (estádio I). Correia (2010) e Barros (2009) corroboram com esses valores ao relatarem um teor de 216,67 mg.100g⁻¹ e 160,84 mg.100g⁻¹ de compostos fenólicos, respectivamente.

Tabela 17 – Valores médios e desvios padrão para flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis fitoquímicas		
	FLAVONOIDES (mg.100g ⁻¹)	ANTOCIANINAS (mg.100g ⁻¹)	FENÓLICOS (mg.100g ⁻¹)
I	9,76a ± 1,22	0,84a ± 0,07	143,99d ± 13,44
II	7,90ab ± 0,32	0,92a ± 0,11	182,05cd ± 16,42
III	6,15b ± 1,52	0,58b ± 0,15	212,25bc ± 16,74
IV	3,33c ± 0,06	0,23c ± 0,03	262,29a ± 19,96
V	3,24c ± 0,03	0,11c ± 0,02	236,29ab ± 9,87
CV	7,53	0,12	7,37

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado

Os teores de flavonoides obtidos para os frutos de romã nos dois estádios de maturação apresentaram diferença significativa, sendo de 7,42 mg.100g⁻¹ para o estágio I e 9,79 mg.100g⁻¹ para o estágio II (tabela 18), aumentando com o desenvolvimento dos frutos. Moreira (2014) encontrou valor médio de 9,8 mg.100g⁻¹, resultado semelhante ao deste trabalho. Já os teores reportados por Gadze et al., (2012) com valores entre 50,2 mg.100g⁻¹ a 111,8 mg.100g⁻¹ estão bem diferentes dos encontrados neste estudo, também divergem os encontrados por Fawole e Opara (2013) de 365 mg.100g⁻¹ a 397 mg.100g⁻¹.

Os teores de antocianinas para a romã também aumentaram significativamente do estágio I ao II (Tabela 18), sendo seus valores médios de 3,29 mg.100g⁻¹ e 4,37 mg.100g⁻¹, respectivamente. Moreira (2014) obteve valor médio de 2,5 mg.100g⁻¹, já Fawole e Opara (2013) em dois estádios de maturação obtiveram valores de 8,5 mg.100g⁻¹ e 12,5 mg.100g⁻¹, respectivamente, apresentando valores superiores aos encontrados neste trabalho. A composição de antocianinas é um importante parâmetro de qualidade da romã, devido influência destes compostos na cor dos sucos. As antocianinas na romã variam muito com as cultivares, maturidade, produção e condições da região (BOROCHOV et al., 2009).

Para o conteúdo de compostos fenólicos totais da romã não houve diferença estatística entre os estádios de maturação estudados, os valores médios encontrados foram de 268,32 mg.100g⁻¹ e 264,56 mg.100g⁻¹, nos estádios I e II, respectivamente (Tabela 18). Moreira (2014) obteve média de compostos fenólicos de 180 mg.100g⁻¹, Gadze et al (2012) encontraram teores de 77,7 mg.100g⁻¹ a 144,7 mg.100g⁻¹, já Fawole e Opara (2013) relatam valores bem mais elevados de 445 mg.100g⁻¹ a 483 mg.100g⁻¹ para frutos no estágio I e II de maturação respectivamente.

Tabela 18 – Valores médios e desvios padrão para flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	Variáveis fitoquímicas		
	FLAVONOIDES (mg.100g ⁻¹)	ANTOCIANINAS (mg.100g ⁻¹)	FENÓLICOS (mg.100g ⁻¹)
I	7,42b ± 0,44	3,29b ± 0,52	268,32a ± 19,78
II	9,79a ± 0,77	4,37a ± 0,55	264,56a ± 7,46
CV	2,01	0,75	4,61

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

De acordo com os resultados observados para os três frutos nos diferentes estádios de maturação, estes apresentaram respostas distintas para a atividade antioxidante total pelo radical DPPH (Tabelas 19, 20 e 21). É importante destacar que quanto maior o consumo de DPPH pela amostra, maior será sua capacidade antioxidante.

De acordo com a Tabela 19, verificou-se que há diferença significativa na capacidade antioxidante do araçá. A capacidade antioxidante diminuiu com o avanço da maturação, as médias variaram de 7,31 g polpa. g DPPH⁻¹ (estádio I) a 85,32 g polpa.g DPPH⁻¹ (estádio III), uma redução de aproximadamente 90% na capacidade de combater os radicais livres. O valor médio obtido para o estágio I representa dizer que para reduzir 50% de radical DPPH livre no organismo, precisaria de 7,31 g polpa. g DPPH⁻¹.

Segundo Damiani et al. (2011) o valor obtido para capacidade antioxidante de frutos de araçá provenientes do cerrado foi de 12,75 descol.DPPH/100ml, dados um pouco inferiores aos encontrados para o estágio I neste trabalho.

VENCESLAU (2013) estudando a capacidade antioxidante da polpa de goiaba em diferentes estádios de maturação detectou uma redução da capacidade antioxidante com o avanço da maturação, comportamento semelhante ao observado para o araçá. As médias variaram de 74,29 g polpa. g DPPH⁻¹ (estádio II) a 120,45 g polpa g DPPH⁻¹ (estádio VI), constatando que a goiaba trata-se de um alimento funcional. Entretanto, trabalhos realizados por Oliveira (2013) com melões da variedade Amarelo e Pele de Sapo, apresentaram um valor de EC50 de 3787,44 e 3888,37 g polpa. g DPPH⁻¹, respectivamente. Melo et al. (2008), trabalhando com extrato aquoso do abacaxi, goiaba, laranja cravo e melão japonês, observaram atividade antioxidante moderada (50-70% de sequestro do radical DPPH), enquanto que as demais frutas, com percentual de sequestro inferior a 50%, exibiram uma fraca capacidade em sequestrar o radical DPPH. Resultados semelhantes foram obtidos por

Kuskoki et al. (2005) para polpa congelada de acerola e pinha que se destacaram dentre as polpa estudadas por terem apresentado, respectivamente, a maior e a menor capacidade de sequestro do radical DPPH. Desta forma, pode-se dizer que o araçá também apresentou um alto potencial antioxidante, já que uma menor quantidade de polpa é necessária para redução do radical livre DPPH.

Tabela 19 – Valores médios e desvios padrão para capacidade antioxidante de araçá colhidos em quatro estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	CAPACIDADE ANTIOXIDANTE (g polpa.g DPPH⁻¹)
I	7,31d ± 1,30
II	39,40c ± 0,37
III	85,32a ± 1,01
IV	79,07b ± 0,74
CV	4,39

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto totalmente amarelo.

A tabela 20 mostra os valores médios para a capacidade antioxidante de frutos de noni, onde exceto para os estádios IV e V, houve diferença significativa. Observa-se um aumento desta capacidade com o avanço da maturação, os valores médios variaram de 534,49 (estádio I) a 99,81 (estádio V) g de polpa necessária para reduzir cada g de DPPH. Valores encontrados por Costa (2011), para capacidade antioxidante de frutos de noni foi 507,5µg/ml (EC50). No entanto, a avaliação da atividade antioxidante depende, além das características intrínsecas do fruto, do método de obtenção do extrato, solução extratora, método de determinação, bem como da concentração de compostos com ação antioxidante presentes no material avaliado (MUSA et al., 2010).

Tabela 20 – Valores médios e desvios padrão para capacidade antioxidante de frutos de noni colhidos em cinco estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	CAPACIDADE ANTIOXIDANTE (g polpa.g DPPH⁻¹)
I	534,49a ± 29,25
II	252,86b ± 10,36
III	137,58c ± 2,81
IV	99,09d ± 0,94
V	99,81d ± 0,61
CV	1,38

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto na maturação fisiológica com coloração verde; II = Fruto com quebra da coloração verde; III = Frutos com tom verde amarelada, com predominância de amarelo; IV = Fruto com coloração amarelo esbranquiçada; V = Fruto translúcido acinzentado.

Em relação à capacidade antioxidante da romã não foi observado diferença significativa, sendo suas médias de 80,71 para o estágio I e 78,76 para o estágio II (Tabela 21). Fawole e Opara, (2013) encontraram valores de 0,48 e 0,71 mM.trolox/ml para romãs em dois estádios de maturação, I e II respectivamente, estes obtidos pelo método DPPH atividade radical-livre, porém utilizando ácido ascórbico como solução padrão, de acordo com o método relatado por Karioti et al. (2004) com algumas modificações. Já Akbarpour et al. (2009) determinaram a atividade antioxidante do suco de romã pelo método FRAP descrito por Benzie e Strain e obtiveram resultados entre 157 a 419 mmol/100ml para romãs colhidas na região do Irã, os resultados apresentados são inadequados para comparação por serem expressos de forma diferente aos desta pesquisa.

Analisando os três frutos estudados o araçá foi o que apresentou maior capacidade antioxidante, especialmente nos primeiros estádios de maturação, seguido da romã que apresentou capacidade antioxidante semelhante aos dos frutos de araçá nos estádios III e IV, já o fruto de noni foi o que apresentou a menor capacidade antioxidante. De modo geral, podemos afirmar que os frutos apresentaram boa capacidade de redução do radical DPPH, apresentando elevado potencial antioxidante, já que os menores valores de EC 50 podem ser considerados os melhores, pois indicam que uma menor quantidade de extrato foi necessária para a redução do radical livre DPPH em 50%.

Tabela 21 – Valores médios e desvios padrão para capacidade antioxidante de romã colhidas em dois estádios de maturação, Pombal – PB, 2013.

Estádios de Maturação	CAPACIDADE ANTIOXIDANTE (g polpa.g DPPH⁻¹)
I	80,71a ± 0,39
II	78,76a ± 0,73
CV	3,3

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de T student a 5% de probabilidade. Estádios de Maturação: I = Fruto com maturação fisiológica; II = Fruto com maturação comercial.

6 CONCLUSÕES

- As características físicas dos frutos do araçazeiro e da romãzeira apresentaram pouca oscilação com o avanço da maturação, exceto para a firmeza;
- Os frutos de noni apresentaram um aumento significativo para todas as características físicas durante sua maturação;
- Houve um incremento nos sólidos solúveis, relação SS/AT, açúcares solúveis totais e açúcares redutores para frutos estudados, com o avanço da maturação;
- Os maiores teores de ácido ascórbico foram encontrados nos frutos do noni, para o estágio de maturação V;
- A romã apresentou considerável conteúdo do composto bioativo: antocianinas;
- Os frutos avaliados apresentaram elevados teores de compostos fenólicos, detectando uma diminuição com o avanço da maturação para o araçá e um aumento com avanço da maturação para o noni;
- Os frutos estudados apresentaram excelente capacidade antioxidante, porém a intensidade desta ação foi diferenciada entre eles e os estádios de maturação;
- Os frutos de araçá e noni no estágio I destacaram-se com maior e menor potencial antioxidante, respectivamente;
- Os frutos de araçá podem ser classificados como frutos com elevada ação antioxidante, especialmente no estágio inicial de maturação.
- Os frutos estudados apresentaram em sua composição quantidade considerável de compostos biologicamente ativos, tais como: antocianinas, flavonoides, clorofila, carotenoides, ácido ascórbico e compostos fenólicos que podem constituir uma boa fonte de antioxidantes naturais para a dieta humana.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. P. **b-caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 87p, 2001.
- AJAIKUMAR, K.B.; ASHEEF, M.; BABU, B.H.; PADIKKALA, J. The inhibition of gastric mucosal injury by *Punica granatum*, L. (pomegranate) methanolic extract. **Journal of Ethnopharmacol.**, Orlando, v. 96, n.1-2, p. 171-176, 2005.
- AKBARPOUR, V.; HEMMATI, K.; SHARIFANI, M. Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit in Maturation Stage. **American-Eurasian Journal Agriculture & Environ**, v. 6, n. 4, p. 411-416, 2009.
- AL-MAIMAN, S. A.; AHMAD, D. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. **Elsevier Science. Food Chemistry**, v.76, p. 437–441, 2002.
- ALVES C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**. Vol. 33 n. 10. SãoPaulo, 2010.
- AMIRYOUSEFI, M. R.; ZAREI, M.; AZIZI, M.; MOHEBBI, M. Modelling Some Physical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit during Ripening Using Artificial Neural Network. **J. Agr. Sci. Tech**. Vol. 14: 857-867, 2012.
- ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G; FERREIRA, S. A. FAZER, N. Caracterização Física e química dos frutos de araçá-pêra (*Psidium acutangulun* DC). **Acta Amazônica**. v.23, n. 2/3, p. 213-217, 1993.
- ANDRADE, R. S. G. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**. V 27. 2002.
- ARTIK, N.; MURAKAMI, H.; MORI, T. Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC. **Fruit Process**. Oberhonnefeld- Gierend, v. 12, p. 492-499, 1998.
- ARTUANI, S.; ANGUSTI, A.; MANFREDINI, S. The Antioxidants and Pro-Antioxidants Network: An Overview. **Current Pharmaceutical Design** 10 (14): 1677–94, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. AOAC, 18th ed. 1015 p. Gaithersburg, 2005.
- AVELLO, M.; SUWALSKY, M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de proteccion. **Atenea**, Concepción, n.494, n. 2, p. 161-172, Jun. 2006.
- AVIRAN, M.; DORNFELD, L. Pomegranate juice consumption inhibits serum angiotensin converting enzyme activity abd reduces systolic blood pressure. **Atherosclerosis**, Oxford, v. 158, n.1, p. 195-198, 2001.

AVIRAN, M.; DORNFELD, L.; ROSENBLAT, M.; VOLKOVA, N.; KAPLAN, M.; COLEMAN, R.; HAYEK, T.; PRESSER, D.; FUHRMAN, B. Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E- deficient mice. **The American Journal of Clinical Nutrition**. Rockville Pike, v. 71, n. 5, 2000.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 114p, 1993.
AZULAY, M.M. et al. **Vitamina C**. In: Congresso Brasileiro de Dermatologia. Rio de Janeiro: UFRJ, p. 265-274, 2003.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádio de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-31, 2004.

BALISTEIRO, D. M.; ALEZANDRO, M. L.; GENOVESE, M. I. Caracterização e efeito do suco de araçá (*Psidium guineenses* Sw.) clarificado na glicemia pós-prandial em indivíduos saudáveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 33(Supl. 1): 66-74, fev. 2013.

BARATA-SOARES, A. D.; GOMEZ, M. L. P. A.; MESQUITA, C. H. de; LAJOLO, F. M. Acid ascorbic biosynthesis: a precursor study on plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 16, n. 3, p. 147-154, 2004.

BARROS, S. P. N.; MAIA, G. A.; BRITO, E. S.; NETO, M. A. S.; SOUSA, J. A. Caracterização físico-química da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.). **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**. 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. Vitoria-ES, 2008.

BARROS, S. P. N. **Caracterização química e bioquímica da polpa e produtos de noni (*Morinda citrifolia* L.)**. Fortaleza, 2009. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) da Universidade Federal do Ceará, 2009.

BENDICH, A.; LANGSETH, L. The health effects of vitamin C supplementation: **a review J. Am. Coll. Nutr.** **14.**, pp. 124–136, 1995.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F.; PROENÇA, C. E. B. Araçá. In: VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D. B.; FERREIRA. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 320p, 2006.

BIANCHI, M. de L.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**. v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; TRIPLER, E.; HARARI, M.; GREENBERG, A., SHOMER, I.; HOLLAND, D. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 189–195, 2009.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, 38: 155- 178, 1987.

BRAND-WILLIAMS, M. E.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Journal of Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie**. n. 28, p. 25-30, 1995.

BRENNA, O.V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 4841-4844, 2001.

BRODY, A.L. **Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vacio**. Zaragoza: Acribia, 220p, 1996.

BYERS, T.; PERRY, G. Dietary Carotenes, Vitamin C, and Vitamin E as Protective Antioxidants in Human Cancers. **Annual Review of Nutrition**. v. 12, p. 139-159, 1992.

CALDEIRA, S. D.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 145-154, 2004.

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.

CARDOSO, J. E. M.; MARTINS, V. V.; FRANCISCO, M. P. V.; MOREIRA, R. C.; LIMA, J. S. Ocorrência e Controle Químico da Antracnose em Plantio Comercial da Romãzeira no Estado do Ceará. **Comunicado Técnico 165**. ISSN 1679-6535, Fortaleza, CE, Mar. 2011.

CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanita**, v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.

CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. „Kumagai“**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G. de; AUGUSTO O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

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

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

CHUNHIENG, T. Développement de nouveaux neutraceutiques 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.

CLEVIDENCE, B., PATEAU, I., SMITH, J.C. Bioavailability of carotenoids from vegetables. **Hort Science** **35**: 585–588, 2000.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.27, p.207-228, 1976.

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

CORREIA, A. A. S.; GONZAGA, M. L. C.; AQUINO, A. C.; SOUZA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda Citrifólia*) Cultivado no estado do Ceará. **Revista Alimentos e Nutrição**. Araraquara. V. 22, p. 609 – 615, 2011.

COSTA, R. P.; MENENDEZ, G.; BRICARELLO, L. P.; ELIAS, M. C.; ITO, M. Óleo de peixe, fitosteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Revista da Sociedade de Cardiologia**, São Paulo, v.10, n.1, p.819-832, 2000.

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

CUNHA, F. S. X. S; NASCIMENTO, N. P; SOUZA, J. P. C.; SOUZA, M. R.; SOUZA, P. A. Caracterização nutricional de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Limoeiro do Norte (Ce). Congresso Norte, Nordeste de Tecnologia de Inovação. Palmas 2012.

CURIN, Y.; ANDRIANTSITOHAIMA, R. Polyphenols as potencial therapeutical agents against cardiovascular diseases. **Pharmacology Representative**, v. 57, n. 1, p. 97-107, 2005.

DAMIANI, C., VILAS BOAS, E.V.B., ASQUIERI, E.R., LAGE, M.E., OLIVEIRA, R.A., SILVA, F.A., PINTO, D.M., RODRIGUES, L.J., SILVA, E.P., PAULA, N.R.F. Characterization of fruits from the savanna: Araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 31(3): 723-729, 2011.

DAMIANI, C.; LAGE, M. E.; SILVA, F. A.; PEREIRA, D. E. P.; BECKER, S. F.; VILAS BOAS, E. D. de B. Changes in the physicochemical and microbiological properties of frozen araçá pulp during storage. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2013.

DANTAS, A. L **Qualidade, Compostos Bioativos, Atividade Antioxidante e Enzimática de Frutos de Araçazeiros (*Psidium* sp.) do Brejo Paraibano**. Areia, (Mestrado em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 102p. 2011.

DAVIES, K. J. Oxidative stress: The paradox of aerobic life. **Biochemical Society Symposia**, 61: 1–31, 1995.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DIKMEN, M.; OZTURK, N.; OZTURK, Y. The Antioxidant Potency of *Punica granatum* L. Fruit Peel Reduces Cell Proliferation and Induces Apoptosis on Breast Cancer. **Journal of Medicinal Food**, New York, v. 14, n. p. 1-9, Dec. 2011.

DIMITRIOS, B. Review: Sources of natural phenolic antioxidants. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.17, p. 505-512, 2006.

DIXON, A. R.; MCMILLEN, H.; ETKIN, N. L. Ferment this: the transformation of Noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, *Rubiaceae*). **Economic Botany**, v. 53, p. 51–68. Jan-Mar. 1999.

EARLE, J. E. **Plantas Medicinales en el Tropico Humedo**. Guápiles de Pococí: San Jose e Guayacan, 246p, 2001.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: Fundamentos e Práticas**. Pelotas, 176 p. 2008.

FARIA, W. C. S.; BETT, S. C.; SANTOS, C. G. B.; BRASIL, A. S.; GAUTO R. F. G.; BESERRA, A. M. S. S.; OLIVEIRA, A. P. Caracterização físico-química e análise fitoquímica preliminar do fruto noni (*morinda citrifolia* L.) produzido na cidade de Cuiabá – MT. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. ISSN: 1981-3686/ V.08, N. 01: P. 1208-1215, 2014. Ponta Grossa – PR, 2013.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 37–46, 2013.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: **Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, 45, 2000, São Carlos. Programas e resumos. São Carlos, SP: UFSCar, p. 255-258, 2000.

FETTER, M. da R.; VIZZOTTO, M.; CORBELINI, D. D.; GONZALEZ, T. N. Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Food Technology**, III SSA, Nov. 2010.

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

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic, p. 181-207, 1982.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. 10 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 307p, 1999.

FRANZON, R. C. **Espécies de araçás nativos merecem maior atenção da pesquisa**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/133/>>. Acesso em: 08 Nov. 2013.

FURUSAWA E.; HIRAZUMI, A.; STORY, S.; & JENSON, J. Antitumor potential of a polysaccharide-rich substance from the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni) on sarcoma 180 ascites tumor in mice. **Phytotherapy Research**, n. 17, p. 1158-1164, 2003.

FURUSAWA, E. HIRAZUMI, A. Um polissacarídeo rico em substâncias imunomoduladoras do suco de fruta de *Morinda citrifolia* (Noni), com atividade antitumoral. **Fitoterapia Research**: n. 13, p. 380-387, 1999.

GADŽE, J.; VOĆA, S.; ČMELIK, Z.; MUSTAĆ, I.; ERCISLI, S.; RADUNIĆ, M. Physico-chemical characteristics of main pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Dalmatia region of Croatia. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 85, p. 202 – 206, 2012.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. da S.; GONÇALVES, A. E. de S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, p. 207-214, 2008.

GIACOBBO, C. L.; ZANUZO, M.; CHIM, J.; FACHINELLO, J. C. Avaliação do teor de vitamina c em diferentes grupos de araçá-comum. Nota Técnica, **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 155-159, 2008.

GIL, M.; TOMAS-BARBERAN, F. A.; HESS-PIERCE, B.; HOLCROFT, D. M.; KADER, A. A. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 4581–4589, Set. 2000.

GOZLEKCI, S.; ERCISLI, S.; OKTUREN, F.; SONMEZ, S. Características físico-químicas em três estádios de desenvolvimento em Pomegranate cv. 'Hicaznar'. **Notulae Botanicae Hort Agrobot Cluj**, 39(1):241-245, 2011.

GOMES, F. P. E. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo, Nobel, p. 96-125, 1987.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 446 p. il., 2007.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. (Org.). **Abacaxi: pós-colheita**. (Frutas do Brasil, 5). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. cap. 2, p.13-27, 2000.

HALLIWELL, B. Reactive species and antioxidants. redox biology is a fundamental theme of aerobic life. **Plant Physiology**, June, Vol. 141, pp. 312–322, 2006.

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

ILOKI ASSANGA S. B.; LEWIS. L. M.; RIVERA-CASTAÑEDA, E. G.; GIL- SALIDO, A. A.; ACOSTA-SILVA, A. L.; MEZA-CUETO, C. Y.; RUBIO-PINO, J. L. Effect of maturity and harvest season on antioxidant activity, phenolic compounds and ascorbic acid of *Morinda*

citrifolia L. (noni) grown in Mexico (with track change). **African Journal of Biotechnology**. Vol. 12(29), pp. 4630-4639, 17 July, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4ed. São Paulo: IAL, v. 1, 533p, 2008.

JIMENÉZ, A.; GÓMEZ, J. M.; NAVARRO, E.; SEVILLA, F. Changes in the antioxidative systems in mitochondria during ripening of pepper fruits. **Plant Physiology**, v. 40, p. 515-20, 2002.

JOHANNINGSMEIER, S. D.; HARRIS, G. K. Pomegranate as a Functional Food and Nutraceutical Source. **Annual Reviews of Food Science and Technology**, Palo Alto, v. 2, p. 181-201, Nov. 2011.

JURENKA, J. Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum, L.*): a review. **Altern. Med. Rev.**, V. 13, n. 2. p. 128-144, 2008.

KAMIYA, K.; TANAKA, Y.; ENDANG, H.; UMAR, M.; SATAKE, T. Chemical constituents of *Morinda citrifolia* fruits inhibit copper-induced Low-Density Lipoprotein oxidation. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Vol. 52, p. 5843-5848, ISSN 0021-856, 2004.

KARIOTI, A. et al. Composition and antioxidant activity of the essential oils of *Xylopiya aethiopica* (Dun) A. Rich. (Annonaceae) leaves, stem bark, root bark, and fresh and dried fruits, growing in Ghana. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 8094-8098, 2004.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 36, p. 703-725, 2001.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 532p, 1997.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 163p., 2002.

KOTÍKOVÁ, Z.; HEJTMÁNKOVÁ, A.; LACHMAN, J. Determination of the Influence of Variety and Level of Maturity on the Content and Development of Carotenoids in Tomatoes. **Czech Journal of Food Sciences**, vol. 27, p. 200-203, 2009.

KUKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCICI-FILHO, J.; FETT, R. A aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LANGLEY, P. Why a pomegranate? **British of Medicine Journal**, v. 321, n. 4, p. 1153-4, 2000.

LANSKI, E. P.; NEWMAN, R. A. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. **J. Ethnopharmacol.** v. 109, p. 177-206, 2007.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomece peels. **J. Agric. Food Chem.** 1997.

LEÓN, J.; POVEDA, L. **Nombres comunes de lãs plantas em Costa Rica**. San José: Guayacán, 870 p, 2000.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods Enzymol.**, San Diego, v.148, p. 362-385, 1987.

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.

LOONEY, N. S.; PATTERSON, M. E. Chlorophyllase activity in apples and bananas during the climacteric phase. **Nature**, v. 1, n. 214, p.245-246, 1967.

LOPES, T. F.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, jul-set, 2007

MACHADO, H.; NAGEM, T.J.; PETERS, V.M.; FONSECA, C.S.; OLIVEIRA, T.T. Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia Reprodução**, UFJF, v. 26, p. 33-39, 2008.

MACHADO, T. B.; LEAL, I. C. R.; AMARAL, A. C. F.; SANTOS, K.R.N.; SILVA, M. G.; KUSTER, R. M.; Antimicrobial ellagitannin of Punica granatum fruits. **J. Braz. Chem. Soc.**, 13(5): p. 606-610, 2002.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 1**: Técnicas de produção e mercado: Abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba. Porto alegre: Cinco Continentes, 327 p, 2000.

MARÇO, P.H.; POPPI, R.J. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Quimica Nova** , v.31,n.5, 1218- 1223. 2008.

MARTINS, E. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, p. 162-163, 1995.

MATTOO, A. K.; MURATO, T.; PANTASTICO, E. B.; CNACHIM, K.; OGATA, K.; PAN, C. T. **Chemical changes during ripening and senescence**. In: PANTASTICO, Er. B. Post Harvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. Westport, Avi, p. 103-127, 1975.

MCCLATCHEY, W. From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). **Integral Cancer Therapy**. v. 1, p. 110–120. 2002.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 44, p. 193-201, 2008.

MELO, A. P. C.; SELEGUINI, A.; TELES, H. F.; VELOSO, V. R. S.; SOUZA, E. R. B. Caracterização física de frutos de araçá (*Psidium guineense* Swartz). *Nota Científica. Comunicata Scientiae* 4(1): 91-95, 2013.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, v. 31, p. 426, 1959.

MOREIRA, I. S. **Qualidade da romã ‘molar’ submetida a temperaturas de armazenamento e biofilmes comestíveis.** 2014. 83F. Dissertação (Mestrado Em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal De Campina Grande, Pombal - Pb, 2014.

MUSA, K. H.; ABDULLAH, A.; JUSOH, K.; SUBRAMANIAM, V. Antioxidant activity of pink-flesh guava (*Psidium fuajava* L.): effect of extraction techniques and solvents. **Food Analytical Methods**, First online, Abril, 2010.

NARAYAN, M.S.; AKHILENDER NAIDU, K.; RAVISHANKAR, G.A. Antioxidant effect of anthocyanin on enzymatic and non-enzymatic lipid peroxidation. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 60, n.1, p. 1-4, 1999.

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.

NETO, M. T. de C.; REINHARDT, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**. vol. 25 nº.1 Jaboticabal Apr. 2003.

NETZEL, M.; NETZEL, G.; KAMMERER, D. R.; SCHIEBER, A.; CARLE, R.; SIMONS, L.; BITSCH, I.; BITSCH, R.; KONCZAK, I. Cancer cell antiproliferation activity and metabolism of black carrot anthocyanins. **Innov Food Sci Emerg Technol** 8: p. 365-372, 2007.

NODA, Y.; KANEYUKI, T.; MORI, A.; PACKER, L. Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidins: delphinidin, cyaniding and pelargonidin. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v.50, n.1, p. 166-171, 2002.

OKTAVA, M.; GULCINI.; KUFREVIOGLU I. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol.** v. 36, p. 263–271, 2003.

OLIVEIRA, K. J. A. Compostos bioativos e capacidade antioxidante em melões comercializados na Paraíba. Pombal, 2013. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Campina Grande.

PALIYATH, G.; MURR, D. P. Biochemistry of Fruits. In: PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. (eds) **Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers.** Wiley-Blackwell Publishing, cap 3, p. 19-50, 2008.

PANIANDY, J. C.; NORMAND, F.; REYNES, M. **Factors affecting the conservation of fresh strawberry-guavas produced on Reunion Island.** *Fruits Paris, Paris*, v. 54, p. 49-56, 1999.

PATRAS, A.; BRUNTON, N. P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B. K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science and Technology**, v. 21, p. 3–11, 2010.

PEDRO JUNIOR, M. J.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P. Curvas de maturação e estimativas do teor de sólidos solúveis par a videira niagara Rosada com base em dados meteorológicos. **Bragantia**. Campinas, v. 56, n. 2, p. 317-321, 1997.

POYRAZOGLU, E.; GÖKMEN, V.; ARTIK, N. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum*, L.) grown in Turkey. **J. Food Comp. Anal.**, Kidlington, v. 15, n. 5, p. 567- 575, 2002.

RHEE SG. Cell signaling: H₂O₂, a Necessary Evil for Cell Signaling. **Science**, 312 (5782): 1882–3. 2006.

RICE-EVANS, C. Plant polyphenols: free radical scavengers or chain-breaking antioxidants. **Biochem. Soc. Symp.**, v. 61, p. 103-116, 1995.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chem.**, v. 66, p. 401-436, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., KIMURA, M., GODOY, H.G., AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, p.445– 463, 2008.

ROSS, J. A.; KASUME, C. M. Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effects, and Safety. **Annual Review Nutrition**. v. 22, p. 19–34, 2002.

ROSS, R.G.; SELVASUBRAMANIAN, S.; JAYASUNDAR, S. Immunomodulatory activity of *Punica granatum* in rabbits – a preliminary study. **J. Ethnopharmacol.**, Orlando, v.78, n. 1, p. 85-87, 2001.

RUFINO, M.S.M.; et al. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Comunicado Técnico. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Julho, 2007.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais.** 2008. 237p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN,2008.

SALUDES, J. P.; GARSON, M. J.; FRANZBLAU, S. G.; AGUINALDO, A. M. Antitubercular constituents from the hexane fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae), *Phytotherapy Research*, Vol.16, pp. 683-685, ISSN 1099-1573 Saludes, J.P.; Garson, M.J.; Franzblau, S.G. & Aguinaldo, A.M. (2002). Antitubercular constituents from the hexane

fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae), **Phytotherapy Research**, Vol.16, pp. 683-685, ISSN 1099-1573, 2002.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; **Food Science and Technology**. Int. Vol. 8, pp. 121, 2002.

SANTOS, G. M. dos; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M. de; COSTA, J. M. C. da C.; 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*. v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

SANTOS, E. H. B.; BATISTA, F. P. R.; PEREIRA, L. M.; CAMPOS, L. M. A.; CASTRO, M. S.; AZEVEDO, L. C. Composição físico-química dos frutos da romã (*Punica granatum* L.). In: **V CONNEPI – IFAL**, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/462/public/462-3520-1-PB.pdf>>. Acesso em: 08 dez 2013.

SCHOEFS B. Chlorophyll and carotenoid analysis in food products. Properties of the pigments and methods of analysis. **Trends in Food Science & Technology**, v.13, p.361-371, 2002.

SCHUBERT, S. Y.; LANSKI, E. P.; NEEMAN, I. Antioxidant and eicosanoid anzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. **J. Ethnopharmacol**, Orlando, v.66, n.1, p.11-17, 1999.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural. Fruticultura - Análise da Conjuntura Agropecuária. Dez. 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognostico/fruticultura_2012_13.pdf> Acesso em: 15 de novembro de 2013.

SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 454p, 1993.

SHARMA, M.; SITBON, C.; SUBRAMANIAN, J.; PALIYATHIN, G. Changes in nutritional quality of fruits and vegetables during storage. In: PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. (eds) **Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers**. Wiley-Blackwell Publishing, cap. 21, p. 443-466, 2008.

SILVA, C. R. de M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 14 n. 2, maio/ago., 2001.

SILVA, L.R; MEDEIROS, P.V.Q.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SILVA, G.G. Caracterização de fruto de *Morinda citrifolia* L. (Noni). *Revista Cubana de Plnatas medicinas*, vO17 P. 93 - 100. (2012).

SILVA, L. R.; PONTES, C. A. SOUZA, J. A. SILVA, G. O. Qualidade de frutos de noni (*Morinda Citrifólia* L.) cultivados em Trairi-CE. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**. V. 18, p. 100-108, 2013.

SILVA, M. F. **Índice de maturação e influência da adubação organomineral nas características Físico-químicas de Noni**. Bananeiras, 2014. 57f. Dissertação (mestrado em Tecnologia Agroalimentar), Universidade Federal da Paraíba, 2014.

SMIRNOFF, N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multifaceted molecule. **Current Opinion in Plant Biology** **3**: 229–235. 2000.

SOARES, A. A.; SOUZA, C. G. de; DANIEL, G. P. F.; COSTA, S. M. G. da; PERALTA, R. M.. Antioxidant activity and total phenolic content of *Agaricus brasiliensis* (*Agaricus blazei* Murril) in two stages of maturity. **Food Chemistry** v. 112, p. 775–781, 2009.

SOUSA, C. M. M.; ROCHA E SILVA, H.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO P. B. M.; BRANDÃO, 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, 2007.

SUBRAMANYAM, H.; SHANTHA, K.; PARPIA, H.A.B. Physiology and biochemistry of mango fruit. **Advances in Food Research**, San Diego, v.21, p.223-305, 1975.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 719p, 2004.

TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, p. 10-12, 1996.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **J. Food Compos. Anal.**, v. 19, p. 669-675, 2006.

TOMBOLATO, A. F. C; BARBOSA, W, HIROCE, R. Noni: Frutífera medicinal em introdução e aclimação no Brasil. *Informações técnicas: O agrônomo*, Campinas, 57(1), 2005.

TUCKER, G. A. Introdução. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, cap. 1. p. 1-51, 1993.

ULRICH, R. **Organic acids**. In: HULME, A. C. *The Biochemistry of the Fruits and their Products*. London: Academic Press, p. 305-358, 1970.

VENCESLAU, W. C. D. **Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas “Paluma”**. 2013. 151f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2013.

VON ELBE, J. H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison. Cap.10, p.782-799, 2000.

WANG, M. Y.; WEST, B.; JENSEN, C. J.; NOWICKI, D.; SU, C.; PALU, A. K.; ANDERSON, G. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. **Acta Pharmacol. Sin.** USA, v. 23, n. 12, p. 1127-1141, 2002.

WANG, M.Y.; SU, C. Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni), **Annals of the New York Academy of Sciences**, Vol. 952, p. 161-168, ISSN 1749-6632, 2001.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest; an introduction to the physiology e handling of fruit, vegetables e ornamentals**. Austrália: [s.n.], 262p, 1998.

WILLS, R.B.H.; MULHOLLAND, E.E.; BROWN, B.I.; SCOTT, K.J. Storage of two new cultivars of guava fruit for processing. **Tropical Agriculture**, Kensington, v. 60, p. 175-178, 1983.

XU, H. et al. Chlorophyll *b* can serve as the major pigment in functional photosystem II complexos of cyanobacteria. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.98, n.24, november, 2001.

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

YEM, E.W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochem. J.**, 57: 769-773, 1954.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **J. Agric. Food Chemistry**. Chicago: v.49, p. 5165-5170, 2001.

ZIN, Z. M.; ABDUL-HAMID A.; OSMAN A. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. **Food Chemistry.**, v. 78, n. 2, p. 227–231, Aug. 2002.