

JOSÉ DARCIO ABRANTES SARMENTO

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE AMEIXA
SILVESTRE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE
BRASILEIRO**

MOSSORÓ-RN
2013

JOSÉ DARCIO ABRANTES SARMENTO

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE AMEIXA SILVESTRE NO
SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADORA:
Prof^a. D. Sc. PATRÍCIA LÍGIA DANTAS DE MORAIS

MOSSORÓ-RN
2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

S187c Sarmento, José Darcio Abrantes.

Caracterização de frutos de ameixa silvestre no semiárido
do Nordeste brasileiro. / José Darcio Abrantes Sarmento –
Mossoró-RN: 2013.
146f.: il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia, Área de concentração:
Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-
Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

Orientador: Prof^a. D.Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes

1.*Ximenia americana*. 2.Caatinga. 3.Minerais. 4.Compostos
bioativos. 5.Atividade antioxidante. I.Título

CDD: 634.6

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo
CRB-5/1033

JOSÉ DARCIO ABRANTES SARMENTO

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE AMEIXA SILVESTRE NO
SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 27 / 02 / 2013

Profª. D.Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes – UFERSA
Orientadora

Prof. D.Sc. Ebenézer de Oliveira Silva – UFERSA
Conselheiro

Prof. D.Sc. Nildo da Silva Dias – UFERSA
Conselheiro

Profª. D.Sc. Railene Herica Carlos Rocha – UFCG
Membro externo

Aos meus pais, José Carlos Abrantes de Oliveira e Francisca Marta Sarmiento de Abrantes, pelo amor e dedicação dada.

Dedico

À minha esposa, Amanda K. A. Sarmiento Abrantes, pela compreensão, força, amizade, companheirismo e apoio na realização deste estudo.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua proteção, orientação, coragem e entusiasmo para recomeçar a cada dia e por preparar hoje o meu amanhã, concedendo-me saúde, conforto material e espiritual;

À Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela aprendizagem e oportunidades concedidas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a UFERSA, pela concessão de bolsa de estudo e apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa;

À minha Orientadora, Dra. Patrícia Lígia Dantas de Moraes, pela amizade, incentivo, orientação, disponibilidade, confiança e apoio nessa jornada de trabalho, de suma importância em minha formação;

A NORTFRUIT, por possibilitar o acesso à área para coleta de frutos da ameixa silvestre;

A Armando Rodrigues do Nascimento, pela ajuda essencial nas viagens para localizar áreas de ocorrência da ameixa silvestre e coleta de frutos;

Aos professores Dr. Ebenézer de Oliveira Silva, Dr. Nildo da Silva Dias e Dra. Railene Herica Carlos Rocha, pelas valiosas correções e contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho;

A minha esposa, Amanda Kelly, pelos anos de convivência que foram baseados em companheirismo, confiança, dedicação, amor, paciência, ajuda e compreensão nos momentos mais difíceis e de colaboração na execução deste trabalho;

A meu amigo Francisco Israel, que esteve incansavelmente me ajudando na obtenção dos frutos e desenvolvimento das análises laboratoriais;

A minha amiga Maria Lucilânia (Branca), pelas inúmeras vezes em que buscou, juntamente com o pessoal da Embrapa Agroindústria Tropical, sanar minhas dúvidas nas análises de antioxidantes;

A Vilma Amâncio e Isaac Maia, pela atenção e ajuda nas análises realizadas no Laboratório de Análise em Nutrição Animal da UFERSA;

A Lucas Ramos, pela atenção e ajuda nas análises de minerais realizadas no laboratório de Solos da UFERSA;

A todos os amigos (as) do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita de Frutos da UFERSA: Maria das Graças, Wallace Freitas, Hozano Neto, Divanovina Morais, Paula Fernandes e Laíse Costa;

Ao meu irmão, Ms. Diógenes Abrantes, pelo apoio e incentivo durante todas as etapas de minha formação e crescimento profissional;

Aos meus sogros, Ribamar e Veraci, e aos meus cunhados, Ayane e Artur, por todos os momentos vividos, apoio e incentivo;

A Francisco Sarmento, Alriene Freitas e Lindinalva Sarmento pelo apoio, incentivo, carinho, atenção e por tornarem meus dias em Mossoró mais agradáveis;

Aos meus pais, pelo incentivo aos estudos;

Ao meu amigo Galba Silveira, pela amizade, apoio e incentivo durante essa jornada em Mossoró;

Enfim, a todos os meus amigos e familiares que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

SARMENTO, José Darcio Abrantes. **Caracterização de frutos de ameixa silvestre no semiárido do Nordeste brasileiro**. 2013. 146f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

O trabalho teve como objetivo caracterizar a fração comestível (polpa e casca) e a semente do fruto da ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.) proveniente de diferentes locais de ocorrência de produção no município de Mossoró-RN quanto aos aspectos físicos, químicos e o potencial antioxidante. Para caracterização da fração comestível foi conduzido um experimento em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (locais de coleta x estádios de maturação), com 4 repetições, totalizando 25 frutos por parcela experimental. Já para caracterização das sementes o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, totalizando 25 sementes por parcela experimental. Os frutos foram coletados nas comunidades de Mulungunzinho, Pau Branco e Mata do Meio pertencente ao município de Mossoró-RN, nos estádios de maturação verde e maduro. Amostras foram conduzidas a laboratórios da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, em Mossoró-RN, para a realização das análises: massa fresca do fruto; rendimento de polpa, semente e casca; diâmetro longitudinal e transversal; umidade; sólidos totais; sólidos insolúveis totais; acidez titulável; pH; sólidos solúveis; açúcares totais e redutores; amido; fibras; proteína; lipídio; cinzas; minerais; vitamina C; carotenoides totais; flavonoides amarelos; antocianinas totais; polifenóis extraíveis totais; e atividade antioxidante pelo método DPPH e ABTS. Para o experimento com a fração comestível do fruto da *Ximenia americana* conclui-se que é uma boa fonte de N, P, K, Cu e Mn, tendo os frutos provenientes da comunidade de Pau Branco extraído maior quantidade de macro e micro; contém elevados teores de lipídio, proteínas, açúcares, fibras, amido, acidez titulável, vitamina C, flavonoides amarelos, polifenóis e atividade antioxidante; a fração comestível do fruto verde contém maior conteúdo de polifenóis extraíveis totais, carotenoides totais, flavonoides amarelos e antocianinas; a fração comestível dos frutos provenientes da comunidade de Pau Branco contém menor conteúdo de polifenóis extraíveis totais, atividade antioxidante, acidez, e sólidos totais; e maior umidade, massa do fruto, rendimento de polpa, rendimento da fração comestível e conteúdo de proteína; a atividade antioxidante atribuída à fração comestível do fruto da *Ximenia americana* mostrou-se relacionada aos elevados conteúdos de polifenóis extraíveis totais e vitamina C. Para o experimento com semente conclui-se que a semente da *Ximenia americana* é uma boa fonte de N, P, K, Cu e Mn, sendo que as da comunidade de Pau Branco teve maior quantidade Na e Mn; contém elevados teores de lipídio, proteína, fibras, amido, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante; as sementes provenientes da comunidade Pau Branco contém menor rendimento de

semente, conteúdo de polifenóis e atividade antioxidante e maior teor de amido e pH; a atividade antioxidante atribuída à semente da *Ximenia americana* deve-se aos elevados conteúdos de polifenóis extraíveis totais.

Palavras-Chave: *Ximenia Americana*, caatinga, minerais, compostos bioativos, atividade antioxidante.

ABSTRACT

SARMENTO, José Darcio Abrantes. **Characterization of wild plum fruits in semi-arid of Brazilian Northeast**. 2013. 146f. Dissertation (Ms. in Agronomy: Plant Science) – Federal University Rural of Semi Arid, Mossoro-RN, 2013.

This current research had as its to characterize the edible portion (pulp an skin) the seed of wild plum (*Ximenia americana* L.) originated from different places in the municipality of Mossoró-RN, with respect to the physical, chemical and the antioxidant activity. For the characterization of the edible portion, it was accomplished an experiment in a completely randomized design in a 3 x 2 factorial schema (three collection regions and two maturation stages) with four repetitions composed of 25 fruit each. For characterization of the seeds, the experiment was accomplished in a completely randomized design with four repetitions composed of 25 fruit each. Fruits were collected in the communities of Mulungunzinho, Pau Branco e Mata do Meio, belonging to the municipality of Mossoró-RN, in the stages green and ripe. Samples were transported to the laboratories of Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, in Mossoró-RN, in order to accomplish the following analyses: weight; pulp, seed and skin productivity; fruit diameter, width, and format; humidity; total solids; total suspended solids; tiratatable acidity; pH; soluble solids; total and reducing sugars; starch; fibers; protein; lipids; ashes; minerals; C vitamin; total carotenoids; yellow flavonoids; total anthocyanin; total extractable polyphenols; and antioxidant activity by DPPH and ABTS methods. For the experiment with the edible portion of the fruit of *Ximenia Americana*, it is possible to conclude that it is a good source of N, P, K, Cu and Mn; and he fruits originated from the community of Pau Branco extracted higher quantity of macro and micro; it has high values of of lipids, proteins, sugars, fibers, starch, titratable acidity, C vitamin, yellow flavonoids, polyphenols and antioxidant activity; the edible portion of the green fruit has higher values of total extractable polyphenols, total carotenoids, yellow flavonoids and antocyanin; the edible fraction of the fruit collected in the community of Pau-Branco has smaller amounts of total extractable polyphenols, antioxidant activity, acidity, total suspended solids and total solids, higher humidity, fruit mass, pulp productivity and higher humidity, fruit mass, pulp productivity, edible fraction productivity and protein contents; the antioxidant activity attributed to the edible fraction of the *Ximenia americana* fruit was related to the high values of total extractable polyphenols and C vitamin. For the experiment with the seeds, it was possible to conclude to conclude that the seed of *Ximenia Americana* is a good source of N, P, K, Cu and Mn; and the seeds originated had higher values of Na and Mn; it has high values of lipids, proteins, sugars, fibers, starch, titratable acidity, C vitamin, yellow flavonoids, polyphenols and antioxidant activity; the seeds originated from the community of Pau Branco have smaller seeds' yield, polyphenols content and antioxidant activity and higher

starch content and pH; the antioxidant activity attributed to the seed of *Ximenia americana* is due to the high contents of total extractable polyphenols.

Key-words: *Ximenia americana*, bioactive compound, scrub savanna, minerals, antioxidant activity.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 -	Média mensal dos registros meteorológicos de umidade relativa (UR, %), temperatura (T, °C) e soma da precipitação (P, mm), registradas no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012 nas estações meteorológicas da UFERSA e da comunidade de Pau Branco (Pau B.), Mossoró-RN.....	56
Tabela 2 -	Nitrogênio (N), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), cobre (Cu), e zinco (Zn) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	71
Tabela 3 -	Cálcio (Ca), ferro (Fe) e manganês (Mn) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	72
Tabela 4 -	Diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), formato do fruto (FF), massa do fruto (MF), rendimento de polpa (RP), rendimento de semente (RS), rendimento da fração comestível (RFC) e rendimento de casca (RC) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	75
Tabela 5 -	Umidade, sólidos totais (ST), sólidos insolúveis totais (SIT), acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), cinzas e sólidos solúveis (SS) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	79

Tabela 6 -	Açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), amido (AM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), proteína e lipídio da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	82
Tabela 7 -	Vitamina C (Vit. C), carotenoides totais (CT) e flavonoides amarelos (FA) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	85
Tabela 8 -	Antocianinas totais (ANT) e polifenóis extraíveis totais (PET) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	87
Tabela 9 -	Atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH e ABTS da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	88
Tabela 10 -	Correlação de Pearson realizada entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total pelos métodos DPPH e ABTS da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre, Mossoró-RN.....	89

CAPÍTULO 3

Tabela 1 -	Média mensal dos registros meteorológico de umidade relativa (UR, %), temperatura (T, °C) e soma da precipitação (P, mm), registradas no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012 nas estações meteorológicas da UFERSA e da comunidade de Pau Branco (Pau B.),
------------	---

	Mossoró-RN.....	104
Tabela 2 -	Nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), cálcio (Ca), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	118
Tabela 3 -	Diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), massa fresca (MS) e rendimento de semente (RS) da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	120
Tabela 4 -	Umidade, sólidos totais (ST), sólidos insolúveis totais (SIT), cinzas, acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), e sólidos solúveis (SS) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	122
Tabela 5 -	Açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), amido (AM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), proteína e lipídio da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	124
Tabela 6 -	Vitamina C (Vit. C), carotenoides totais (CT), flavonoides amarelos (FA), antocianinas totais (ANT) e polifenóis extraíveis totais (PET) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	126
Tabela 7 -	Atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH e ABTS da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN.....	128

Tabela 8 -	Correlação de Pearson realizada entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total pelos métodos DPPH e ABTS da semente da ameixa silvestre, Mossoró-RN.....	129
------------	---	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1 - Frutos verdes (A), maduros (B) e sementes da *Ximenia americana*. Mossoró-RN..... 23
- Figura 2 - Visão geral da planta (A), frutos em desenvolvimento (B) e fisiologicamente formados na planta (C) da *Ximenia americana*. Mossoró-RN..... 24

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	19
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	22
1.2.1 Aspectos gerais da ameixa silvestre.....	22
1.2.2 Caracterização física.....	26
1.2.3 Caracterização físico-química e química.....	28
1.2.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	33
1.2.5 Minerais.....	37
1.3 REFERÊNCIAS.....	40
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO COMESTÍVEL (POLPA E CASCA) DE FRUTOS DE AMEIXA SILVESTRE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO...	50
2.1 RESUMO.....	51
2.2 ABSTRACT.....	52
2.3 INTRODUÇÃO.....	53
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.4.1 Coleta dos frutos.....	55
2.4.2 Características avaliadas.....	57
2.4.3 Análise estatística.....	68
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
2.5.1 Minerais.....	70
2.5.2 Caracterização física e físico-química.....	74
2.5.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	84
2.6 CONCLUSÕES.....	90
2.7 REFERÊNCIAS.....	91

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DA SEMENTE DE AMEIXA SILVESTRE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO.....	98
3.1 RESUMO.....	99
3.2 ABSTRACT.....	100
3.3 INTRODUÇÃO.....	101
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	103
3.4.1 Coleta dos frutos.....	103
3.4.2 Características avaliadas.....	105
3.4.3 Análise estatística.....	115
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	117
3.5.1 Minerais.....	117
3.5.2 Caracterização física e físico-química.....	120
3.5.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	125
3.6 CONCLUSÕES.....	130
3.7 REFERÊNCIAS.....	131
APÊNDICE.....	136

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil tem, distribuída em seus diferentes ecossistemas, uma grande diversidade florística e, graças à sua localização geográfica e dimensão territorial, possui uma das maiores diversidades do mundo. Uma parcela significativa dessa diversidade está no semiárido Nordestino, conhecido como Caatinga (NASCIMENTO et al., 2011), na qual apresenta diversificada riqueza em espécies vegetais, muitas das quais foram poucas estudadas e, conseqüentemente, seus benefícios não são aproveitados pelo homem.

Várias espécies de frutíferas, ainda pouco conhecidas, têm sido estudadas, como alternativa às espécies tradicionais, a fim de atender a novas demandas e exigências de mercados interno e externo por novos sabores, cores e texturas. Além de proporcionar nutrientes essenciais, a maioria das frutas possuem quantidades consideráveis de micronutrientes, como minerais, fibras, vitaminas e compostos fenólicos secundários (RUFINO, 2008; RUFINO et al., 2010), principalmente quando se trata de espécies silvestres (ODHAV et al., 2007).

Observa-se um aumento crescente no consumo de frutas devido ao valor nutritivo e aos efeitos terapêuticos. Existe evidência científica sobre o papel do consumo de frutas e vegetais e diminuição no risco de doenças cardiovasculares, redução do risco de desenvolver diabetes e certos tipos de câncer (PEREIRA et al., 2013; PINTO et al., 2008; SEVERO et al., 2009), estando relacionados com o retardo do envelhecimento e a prevenção de doenças (PRIOR, 2012), devido às suas propriedades terem ação na redução do estresse oxidativo (HASSIMOTO et al., 2005). Essas propriedades têm sido atribuídas à presença de minerais, fibras alimentares e fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os compostos bioativos, como os fenólicos, vitamina C e betacaroteno.

Informações a respeito das características químicas e do valor nutricional dos frutos do semiárido do Nordeste brasileiro são ferramentas básicas para avaliação do consumo e formulação de novos produtos. Diversas espécies frutíferas não tradicionais são utilizadas pelas populações locais, por apresentar cor, aroma e

sabor atraentes, na maioria das vezes, entretanto, com informações nutricionais insuficientes acerca do que está sendo utilizado.

Dentre estas espécies silvestres espontaneamente adaptadas à região semiárida do Brasil e com alta população, encontra-se a ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). É uma planta cosmopolita tropical comumente encontrada na África, Índia, Nova Zelândia, América Central e América do Sul. No Brasil, sua ocorrência se estende desde o Pará a Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, inclusive nos tabuleiros litorâneos do Nordeste (REZANKA; SIGLER, 2007; SACANDE; VAUTIER, 2006; MAIA, 2004). No entanto, as potencialidades do fruto como fonte de energia, carboidratos, vitaminas, minerais e propriedades bioativas benéficas à saúde ainda são pouco conhecidas.

De acordo com Mora et al. (2009), um dos usos potenciais do fruto da ameixa silvestre seria a elaboração de geleia, suco e bebidas alcoólicas. É um fruto rico em vitamina C (REZANKA; SIGLER, 2007; SILVA et al., 2008) e compostos fenólicos (LAMIEN-MEDA et al., 2008; MORA et al., 2009; ALMEIDA, 2010), constituindo um antioxidante natural importante na dieta humana.

A ameixa silvestre constitui uma importante espécie amplamente utilizada na medicina tradicional em vários países do continente Africano. A casca do caule constitui uma fonte potencial de antioxidantes que podem ser utilizados na medicina e como agente de novas drogas para o tratamento de doenças infecciosas causadas por patógenos (MAIKAI; KOBO; MAIKAI, 2010; MAIKAI; MAIKAI; KOBO, 2009). O uso de raízes e folhas é mais comum no tratamento de infecção na garganta, malária, úlceras hansênicas e doenças de pele (GRONHAUG et al., 2008; OGUNLEYE; IBITOYE, 2003) e também para a cicatrização de feridas (DIALLO et al., 2002) e como antiparasitários (MAIKAI, 2011).

No Brasil, na região Nordeste, pesquisas apontam a ameixa silvestre como uma espécie que apresenta grande versatilidade quanto aos seus usos na medicina tradicional (OLIVEIRA; BARROS; MOITA NETO, 2010), constituindo uma planta medicinal da Caatinga, espécie bastante utilizada para diversos fins, como: inflamação, infecções, ferimento, prisão de ventre (ALVES et al., 2007; FRANCO; BARROS, 2006; MORAIS et al., 2005; ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

A potencialidade do fruto dessa espécie, seja como fonte de nutrientes importante para dieta humana ou na utilização medicinal, ainda é escassa. Entretanto, sua possibilidade de uso pode abranger fonte para uma dieta alimentar saudável, bem como, apresentar-se com características promissoras para o cultivo, podendo constituir uma alternativa econômica para pequenos e médios produtores. Desta forma, faz-se necessária pesquisa que sejam geradas informações sobre o conteúdo orgânico e mineral dos frutos da ameixa silvestre.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar quanto aos aspectos físicos, químicos e o potencial antioxidante da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre nos estádios de maturação verde e maduro e da semente proveniente de diferentes localidades de ocorrência de produção no município de Mossoró-RN.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Aspectos gerais da ameixa silvestre

A *Ximenia americana* L., popularmente conhecida por ameixa silvestre, ameixeira, ameixa-do-mato, ameixa-da-terra, ameixa-brava, dentre outros, conforme o local em que está adaptada. É da família Olacaceae, os gêneros e espécies dessa família são mais comuns na Amazônia; fora desta região, destacam-se os gêneros *Ximenia* e *Heisteria*. A espécie mais comum deste primeiro gênero é a *Ximenia americana*, que apresenta ampla distribuição em diversos ecossistemas florestais (LORENZI, 2008; MAIA, 2004; REZANKA; SIGLER, 2007; SOUZA, 2008).

A ameixa silvestre é parte do extrato arbusto-arbóreo da vegetação Caatinga e tabuleiros litorâneos do Nordeste do Brasil (SOUZA, 2008). Esta planta caracteriza-se por apresentar as folhas sempre verdes durante todo ano, inclusive os períodos mais críticos, o que caracteriza uma planta resistente à seca. Apesar de não ser considerada uma fruta comercial, é comestível e seu suco bastante apreciado pela população local. É caracterizada como uma árvore pequena ou arbusto espinhoso, de 1,5 a 2,5 m, com relatos que pode chegar a 4 m de altura, casca avermelhada a cinzenta, fina, pouco rugosa a lisa, muito adstringente. As folhas são pecioladas, glabras, oblongas, alternas, inteiras, pequenas. As flores branco-amareladas, aromáticas, com as pétalas recurvadas, dispostas em racemos curtos, axilares ou terminais. O fruto é uma drupa amarelo-alaranjada, ovoide, com cerca de 1,5 a 2 cm de diâmetro, contendo polpa aromática, mais ou menos doce, adstringente, pouco aquosa, envolvendo uma semente com amêndoa branca (Figura 1 e 2) (MATOS, 2007; SOUZA, 2008; LORENZI, 2008).

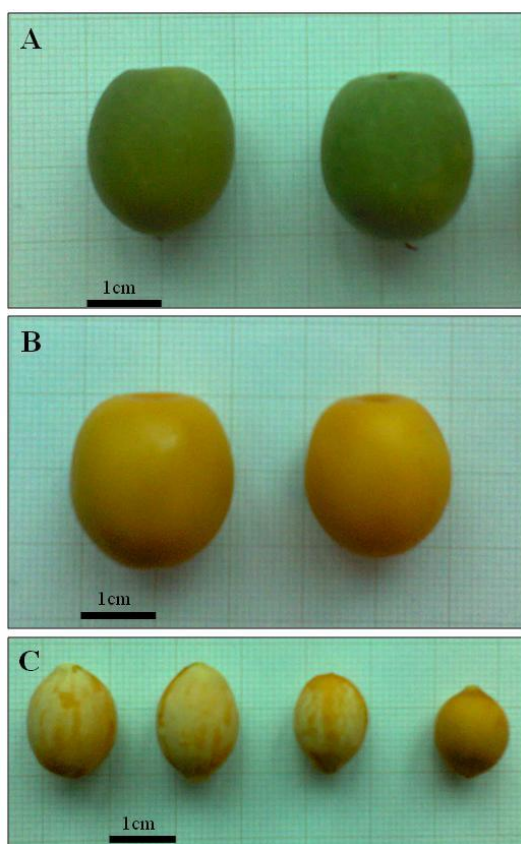


Figura 1 – Frutos verdes (A), maduros (B) e sementes da *Ximenia americana*. Mossoró-RN. (Fotos: José Darcio Abrantes Sarmiento, 2012).

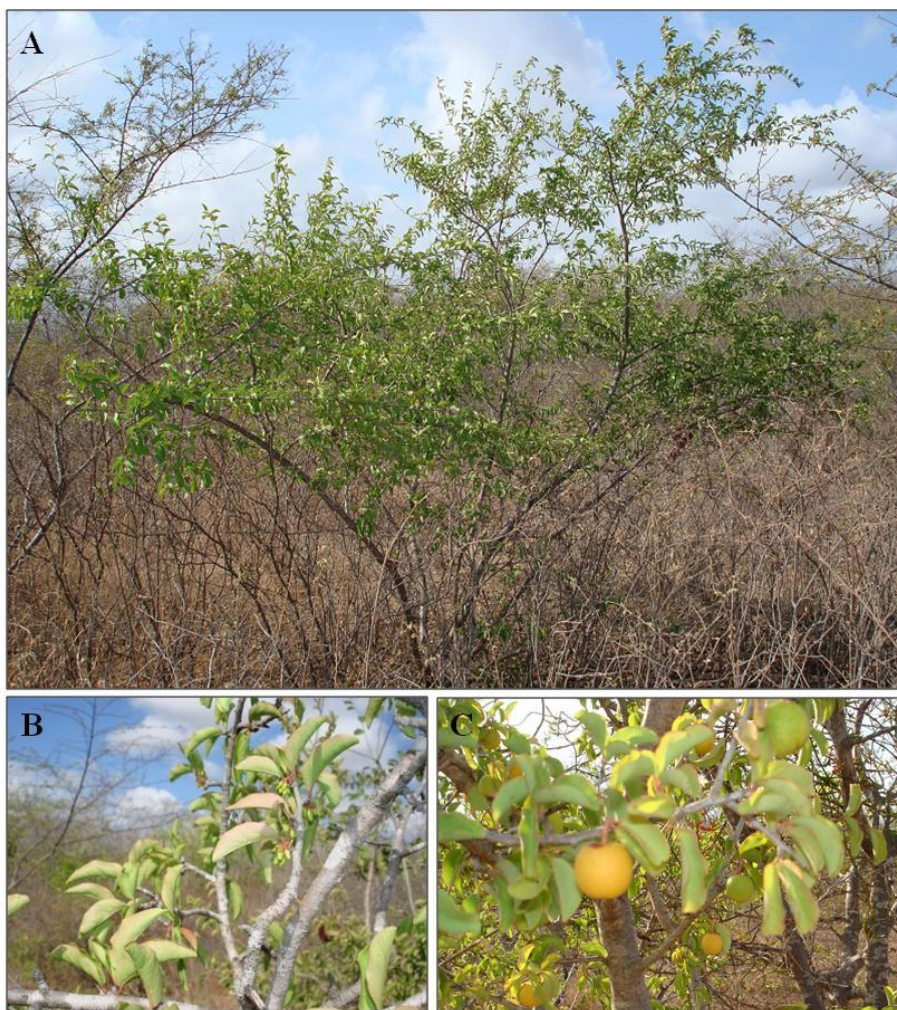


Figura 2 – Planta de ameixa silvestre (A), detalhes dos frutos em desenvolvimento (B) e fisiologicamente formados na planta (C). Mossoró-RN. (Fotos: José Darcio Abrantes Sarmento, 2012).

O período de frutificação da ameixa silvestre é bastante curto, inicia-se nos mês de dezembro e se estende até o mês de fevereiro. A planta pode ser facilmente reconhecida, principalmente em períodos que antecedem as chuvas, por conservar suas folhas sempre verdes se destacando entre as demais plantas da catinga durante o período seco (Figura 2).

Segundo Maia (2004), a ameixa silvestre pode ser utilizada como madeira, uso da casca do caule na medicina caseira, os frutos na alimentação humana,

podendo ser empregados na restauração florestal em sistemas agroflorestais, fornece pólen e néctar a abelhas na estação seca e a presença de essências nas flores possibilita seu uso na indústria de perfume. Também sendo considerada uma promissora fonte de matéria-prima para a utilização na produção de medicamentos fitoterápicos (BRASILEIRO et al., 2008).

Saeed e Bashier (2010) encontraram teor de óleo das sementes de ameixa silvestre provenientes da cidade de Babanousa (oeste do Sudão, África) maior do que 51%, com densidade de 0,9376 g/ml e ponto de ebulição de 157 °C. A análise fotoquímica do fruto registra para as amêndoas das sementes um teor de 70% de óleo fixo viscoso, amarelo, derivado de ácidos graxos, consideradas purgativas e muito saborosas, o qual é usado como tempero. Esses óleos vegetais têm sua importância aumentada não apenas pelo valor nutricional, mas também pelo uso na indústria de produtos cosméticos, além do uso como lubrificantes e como resina para tintas (BRASILEIRO et al., 2008).

Freiberger et al. (1998), avaliando o teor de nutrientes das folhas comestíveis de sete plantas selvagem do Níger, África, dentre elas a ameixa silvestre, relatam que porções com cerca de 50 g da casca das folhas dessa planta por dia seria mais do que necessário para satisfazer as necessidades de cálcio por dia de um jovem adulto de até 24 anos. Também observaram que as folhas da ameixa silvestre contém grande quantidade de magnésio (14 mg/g) e pequena quantidade de ferro (107 µg/g), manganês (39,4 - 49,8 µg/g) e proteínas (7,87%).

Alguns trabalhos vêm sendo realizado com a ameixa silvestre no continente Africano, por ser uma espécie amplamente utilizada na medicina tradicional (FREIBERGER et al., 1998; JAMES et al., 2008; MAIKAI; KOBO; MAIKAI, 2010; MAIKAI; MAIKAI; KOBO, 2009; OGUNLEYE; IBITOYE, 2003; OMER; ELNIMA, 2003). Gronhaug et al. (2008) observaram que extratos obtidos da entrecasca da ameixa silvestre exercem atividade inibitória contra microrganismos. Extrato obtido da casca do talo fresco da ameixa silvestre apresenta atividade antioxidante, podendo ser uma fonte potencial no uso na medicina ou na alimentação (MAIKAI; KOBO; MAIKAI, 2010). Segundo Omer e Elnima (2003), a maceração da raiz é usada localmente como antisséptico e tem atividade

fungicida, antimicrobiana (COSTA et al., 2010), atividade anticonvulsivantes (QUINTANS JÚNIOR et al., 2002).

No Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil, a entrecasca e a casca da ameixa silvestre é usada para inflamação e prisão de ventre (ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010); no Piauí, é usada contra ferimento e falta de ar, estando entre as espécies de plantas que apresentaram grande versatilidade quanto aos seus usos (FRANCO; BARROS, 2006; OLIVEIRA; BARROS; MOITA NETO, 2010); como planta medicinal no Ceará (MORAIS et al., 2005) e na Paraíba, indicada para gastrite, úlcera, ferimento, infecção urinária, inflamação da garganta e escorrimento vaginal (ALVES et al., 2007).

Em trabalho realizado no México referente à qualidade do fruto de ameixa silvestre, Mora et al. (2009) relatam presença de alto conteúdo de açúcar e vida útil pós-colheita de cerca de uma semana (temperatura de 20 ± 3 °C). Os frutos comestíveis e saborosos da ameixa silvestre são uma importante fonte de vitamina C (REZANKA; SIGLER, 2007; SILVA et al., 2008), fornecem um suco bastante gostoso, podendo ser utilizados na fabricação de sorvetes e doces (MAIA, 2004). Além de apresentar compostos fenólicos, que podem aumentar o interesse desta espécie como uma importante fonte de antioxidante (LAMIEN-MEDA et al., 2008; MORA et al., 2009) e de minerais para os habitantes da Caatinga em uma época do ano com poucos frutos.

1.2.2 Caracterização física

Determinações das características físicas como massa, forma e rendimento, dentre outras, auxiliam no estabelecimento do grau de maturação, no ponto ideal de colheita, bem como se refletem nos padrões de qualidade de aceitação do produto pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Coelho (1994), as características físicas como comprimento, diâmetro transversal, tamanho da semente e relação polpa/semente são atributos

que se refletirão na aceitabilidade do produto pelo consumidor e no rendimento industrial.

Características como tamanho, forma e cor constituem importantes atributos na escolha de um produto pelo consumidor como alternativa a espécies tradicionais, assim como para atender novas demandas e exigências de mercado interno e externo por novos sabores, cores e fontes de nutrientes. Um dos principais fatores que influenciam na comercialização é a classificação dos produtos, que, por sua vez, depende de um bom controle de qualidade. Os produtos com características de tamanho e peso padronizados são mais fáceis de serem manuseados em grandes quantidades, pois apresentam perdas menores, produção mais rápida e melhor qualidade (CENCI, 2006).

O tamanho e peso são características físicas inerentes às espécies ou cultivares, mas são utilizadas como atributo de qualidade para seleção e classificação dos produtos de acordo com a conveniência do mercado consumidor. Da mesma forma, os diâmetros transversal e longitudinal são de grande utilidade para produtos destinados ao consumo e representam, em conjunto, o tamanho e a sua relação dá ideia da forma do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A forma do fruto constitui um importante atributo de qualidade, as indústrias dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitarem as operações de limpeza e o processamento (CHITARRA, 2006). É um atributo de qualidade importante na classificação e padronização de muitos frutos, podendo determinar a aceitação e valorização do produto para determinados mercados.

O rendimento de polpa é uma característica de qualidade importante para a indústria de produtos concentrados, variedades cujos frutos têm elevado rendimento de polpa, apresentam maiores rendimentos no processamento dos produtos finais (concentrados), o que pode apresentar uma maior lucratividade para as indústrias (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Por outro lado, segundo Carvalho e Muller (2005), o baixo rendimento percentual de polpa não se constitui em característica que inviabilize a utilização de uma determinada espécie, seja como fruta fresca, seja para aproveitamento industrial, devido à grande aceitação na região.

Silva et al. (2008), ao trabalharem com frutos de ameixa silvestre provenientes do município de Mossoró-RN, constataram valores médio para massa dos frutos de 4,8 g e não observaram diferença entre estádios de maturação verde e maduro, de 18,9 mm para diâmetro longitudinal e 18,8 mm para diâmetro transversal. Os mesmos autores relatam rendimento de polpa, casca e semente de 63,52; 15,77 e 20,71% respectivamente. Já Almeida (2010) obteve valor médio de 5,39 g e rendimento de polpa de 67,14% para ameixa silvestre proveniente do município de Mossoró-RN.

Em estudos com ameixa silvestre provenientes da cidade de Tepexi de Rodriguez, localizada no Estado de Puebla, México, realizados por Mora et al. (2009), foram verificados valores de massa do fruto variando entre 4,2 a 6,5 g, formato do fruto de 1,0 a 1,12, caracterizando como frutos esféricos, e rendimento da porção comestível variando de 70,8 a 78,4%.

1.2.3 Caracterização físico-química e química

Entre as características químicas utilizadas na avaliação da qualidade dos frutos, consideram-se as mais comuns: teor de sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), relação SS/AT, açúcares redutores, açúcares totais, substâncias pécicas, compostos voláteis, vitamina C, pigmentos e compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), bem como a avaliação de minerais, lipídios, fibras e proteínas também constituem importantes informações a respeito do valor nutricional do produto e sua possível inclusão na dieta.

Os dois métodos comumente usados para medir a acidez de frutos são a acidez total titulável e o pH. Como os ácidos orgânicos encontra-se presentes em misturas complexas, a expressão dos resultados de acidez total titulável em mEq é a mais correta (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Na maioria dos frutos, a acidez representa um dos principais componentes do *flavor* (MORAIS et al., 2009), e com poucas exceções tende a diminuir com a maturação e amadurecimento dos frutos,

em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (BRADY, 1987).

Almeida (2010) constatou conteúdo de acidez titulável total de 49,91 mEq H_3O^+ /100 g para frutos verdes e de 58,82 mEq H_3O^+ /100 g para frutos maduros da ameixa silvestre. Mora et al. (2009) relatam em frutos de ameixa silvestre do México a acidez titulável foi mais do que 1 g de ácido málico em 100 g⁻¹, conferindo ao fruto um sabor amargo associado a um elevado grau de doçura.

O pH baixo e acidez elevada são características desejáveis à industrialização. O pH baixo dispensa a etapa de acidificação durante o processamento. Além disso, o elevado valor de acidez contribui para o sabor acentuado da polpa. Esta característica promove um fator de diluição elevado na formulação de sucos e, conseqüentemente, maior rendimento industrial (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993). Segundo Franco e Landgraf (1996), de acordo com o pH, pode-se subdividir os alimentos com baixa acidez (pH situa-se acima de 4,5), ácidos (pH entre 4,0 e 4,5) e muito ácidos (pH inferior a 4,0).

Silva et al. (2008) obtiveram valores na ordem de 2,6 de pH para polpa madura de ameixa silvestre, já Almeida (2010) obteve valores de 3,16 e 3,03 para polpa verde e maduro, respectivamente.

O teor de sólidos solúveis é um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, que usualmente aumentam no transcorrer do processo de maturação da fruta, seja por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos (KLUGE et al., 2002). Para a agroindústria, o elevado teor de sólidos solúveis é uma característica desejável, pois quanto maior o seu valor, menor a quantidade de frutos necessária para atingir a concentração de um produto (NASCIMENTO et al., 2003). Também permite ao consumidor a percepção de sabor agradável desenvolvido pelo fruto, durante o amadurecimento.

Em ameixa silvestre proveniente do México foi verificado teor de 10,9 a 17% (MORA et al., 2009). Silva et al. (2008) encontraram teores de 26,45% para frutos maduros e de 22,25% para frutos verdes de ameixa silvestre. Almeida (2010) encontrou teor de 18,88% de sólidos solúveis.

O teor de sólidos totais ou matéria seca é composto das matérias-primas alimentícias e das substâncias voláteis que se vaporizam a temperaturas inferiores ou iguais a 105 °C, excluindo-se a água. Pode ser calculado a partir da diferença entre 100 e o percentual de umidade (CHAVEZ et al., 2004). Nos sólidos totais estão incluídos todos os constituintes orgânicos e minerais, como as proteínas, os lipídios, os minerais, as fibras solúveis e insolúveis, os carboidratos, os ácidos orgânicos, as pró-vitaminas e as vitaminas. É uma porção importante utilizada no controle de qualidade de polpas e para definir os parâmetros de compra e venda. Já os sólidos insolúveis totais são constituídos da camada cerosa que reveste a parte externa dos vegetais, dos constituintes da casca e/ou pele dos frutos e hortaliças, que são formados de celulose, algumas hemiceluloses insolúveis e de lignina. Essa fração também é denominada de fibra insolúvel porque não é digerida pelo suco gástrico, mas é importante no bolo alimentar, regulando o funcionamento do intestino (SÁ, 2008).

Os açúcares conferem sabor doce aos vegetais, destacando-se a glicose, frutose e a sacarose; pertencentes ao grande grupo dos carboidratos. Enquadram-se, normalmente, na categoria mono e dissacarídeo, sendo solúveis em água e solução hidroalcoólica. Em geral, contribuem com mais de 70% dos sólidos solúveis totais dos vegetais consumidos. O aumento da doçura dos vegetais tende a ser proporcional ao aumento nos teores de seus açúcares (VILAS BOAS, 2002). Os carboidratos abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos encontrados em tecidos vegetais, desempenhando um papel importante na estrutura, sabor e valor nutricional de produtos hortifrutícolas (BLEINROTH, 1992), apresenta-se como principal material de reserva energética nos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Almeida (2010), ao avaliar frutos de ameixa silvestre provenientes do município de Mossoró-RN, detectou teores de açúcares totais de 5,43% para frutos verdes e 7,64% para frutos maduros.

O amido é o principal polissacarídeo de reserva nos vegetais, que ocorre intracelularmente como grânulos e é altamente hidratado, em dois tipos de polímeros: a amilose e amilopectina. A primeira é uma macromolécula constituída

de D-glicopirranose, unidas por ligações glicosídicas α -1,4, que conferem à molécula uma estrutura helicoidal. Já a amilopectina é uma macromolécula menos hidrossolúvel que a amilose constituída resíduos de D-glicopirranose unidas por ligações glicosídicas α -1,4 e podendo ocorrer também ligações α -1,6 nas ramificações (NELSON; COX, 2002). O amido é a forma de carboidrato mais comum na alimentação, representando cerca de 90% dos carboidratos da dieta (VIEIRA, 2003). Sua conversão em açúcares, pela hidrólise, é altamente desejável em termos de amadurecimento de frutas tropicais (BLEINROTH, 1992), tendo efeito no sabor e na textura.

O teor de umidade está entre os itens mais frequentemente avaliados na determinação de macronutrientes em alimentos, importante dado da composição centesimal, e em alguns casos é também um indicador da qualidade do produto (GARCIA-AMOEDO; ALMEIDA-MURDIAN, 2002). Está relacionada à sua estabilidade, qualidade do produto, podendo ser afetada pela estocagem, embalagem e processamento. Na maioria das polpas de frutas os valores variam entre 65 a 95% (CECCHI, 2003).

As proteínas desempenham papel fundamental na estrutura e função das células. Funcionam como biocatalisadores (enzimas e hormônios), controlando processos como crescimento, digestão, absorção, transporte e metabolismo. São importantes na manutenção da pressão osmótica do sangue e de outros fluidos, e na formação de anticorpos para a defesa imunológica; atuando também como elementos estruturais na pele, ossos e músculos (VILAS BOAS, 2002).

Os lipídios são compostos orgânicos altamente energéticos, têm ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. São substâncias insolúveis em água, solúveis em solventes orgânicos, tais como éter, clorofórmio e acetona, dentre outros. Estes são classificados em simples (óleos e gorduras), compostos (fosfolipídios, ceras etc.) e derivados (ácidos graxos, esteróis) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). As gorduras constituem-se na principal fonte de energia utilizada pelo homem, gerando 2,3 vezes mais calorias do que os carboidratos e as proteínas. Em geral, as frutas e hortaliças se destacam por apresentarem baixos teores de gorduras, a

exceção da azeitona e abacate, ao passo que as leguminosas e nozes apresentam teores considerados deste composto (VILAS BOAS, 2002).

Há relatos de que sementes da ameixa silvestre provenientes de alguns países africanos pode apresentar rendimento de até 67,4% de óleo (ORWA et al., 2009). Saeed e Bashier (2010) relatam teor de óleos maior do que 51% para sementes da ameixa silvestre provenientes da cidade de Babanousa (oeste do Sudão, África), teor de óleo próximo às das principais oleaginosas empregadas em programas de produção para biocombustível (EMBRAPA, 2007).

Resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550 e 570 °C. Nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). Sua determinação fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais (SILVA; QUEIROZ, 2002). A composição das cinzas depende da natureza do alimento e do método de determinação utilizado (CECCHI, 2003). Em geral, são compostas por grandes quantidades de potássio, sódio, cálcio e magnésio, pequenas quantidades de ferro, alumínio, cobre, manganês e zinco e por traços de outros elementos (CHAVES et al., 2004).

Soluções de detergente neutro são usadas para dissolver substâncias facilmente digeridas, como a pectina e o conteúdo celular da planta (proteínas, açúcares e lipídios), deixando um resíduo fibroso (fibra em detergente neutro – FDN) que constitui os principais componentes da parede celular das plantas (celulose, hemicelulose e lignina), proteína danificada pelo calor e proteína da parede celular. Já a fibra em detergente ácido (FDA) é constituída na sua quase totalidade de lignina e celulose. A hemicelulose entende-se um grupo de substâncias em que se incluem os polímeros de pentoses (xilose, arabinose etc) e certos polímeros de hexoses e ácidos urônicos (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Informações sobre a composição das fibras das plantas mostram variação de acordo com as espécies, cultivar, maturidade, origem e parte utilizada. Os conteúdos de celulose e lignina na maioria das frutas se concentram nas cascas e

sementes, geralmente aumentam significativamente com a maturidade da planta. Já as frações solúveis, como as pectinas, em algumas frutas se encontram em maior quantidade na polpa, em outras na casca (SÁ, 2008). Segundo Rufino (2008), a fibra ao longo do aparelho digestivo pode ter diversos efeitos fisiológicos, dentre eles, regulação intestinal, sensação de saciedade e menor ingestão de alimento, atraso da absorção de glicose (menor índice de glicemia), fator preventivo do câncer intestinal, dentre outras.

1.2.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Diversos estudos têm demonstrado que o consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Neste contexto, em todo o mundo observa-se um aumento destacado no consumo de frutas devido ao valor nutritivo e aos efeitos terapêuticos (SILVEIRA, 2008) e à presença de diferentes fitoquímicos, que possuem atividade antioxidante e podem estar relacionados ao retardo do envelhecimento e à prevenção de doenças, como câncer e problemas cardíacos (SEVERO et al., 2009).

Para combater os radicais livres, o sistema antioxidante é constituído por componentes enzimáticos e não enzimáticos (KAUR; KAPOOR, 2001). O sistema enzimático é o primeiro a agir, evitando o acúmulo de anion radical superóxido e de peróxido de hidrogênio. Tal sistema formado por diversas enzimas, destacando-se o a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT) e a glutational peroxidase (GPX) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entretanto, os componentes celulares não são protegidos totalmente por antioxidantes endógenos, tornando os antioxidantes obtidos pela alimentação indispensáveis para a defesa do organismo e manutenção da saúde (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007). Desta forma, torna-se cada vez maior a busca de produtos com propriedades

antioxidantes oriundas de fontes naturais (RUFINO, 2008). Esses alimentos parecem conter quantidades significantes de nutrientes, tais como: vitamina C, os pigmentos (carotenoides e clorofila), os compostos fenólicos (como ácidos fenólicos, flavonóis, antocianinas), as poliaminas, entre outras, sendo denominados antioxidantes que os conferem boa qualidade, e proporcionam muitos benefícios que podem ser atribuídos à ação dessas substâncias. Atuam como sequestrantes de radicais livres, capazes de ajudar a reduzir o risco de enfermidades como o câncer e doenças cardiovasculares (AGUIAR, 2001; ROCHA, 2010).

As vitaminas são micronutrientes indispensáveis à saúde humana, facilmente encontrados em produtos de origem vegetal, normalmente em baixas concentrações, e desempenham um papel crucial na nutrição humana, prevenindo doenças como escorbuto, dentre outras. A quantidade necessária de vitaminas de um indivíduo varia de acordo com a idade, clima, atividade que desenvolve e estresse a que é submetido; em geral, a exigência diária do homem com relação à vitamina C é de cerca de 50 mg (PINHEIRO et al., 2005; VILAS BOAS, 2002). A vitamina C é utilizada como índice de qualidade dos alimentos, é um excelente antioxidante, atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, bem como regenerando diferentes substratos de sua forma oxidada para a forma reduzida, reduzindo o risco de arteriosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (CHITARRA; CHITARRA, 2005; HARRIS, 1996). Frutos com teores mais elevados de vitamina C são desejáveis, entretanto, parte dela pode ser perdida durante o transporte, armazenamento e processamento (COELHO, 1994).

Segundo Silva et al. (2008), frutos de ameixa silvestre constituem uma importante fonte de vitamina C. Almeida (2010) também menciona ser a ameixa silvestre uma importante fonte de antioxidante natural, visto o elevado conteúdo de vitamina C presente no fruto dessa espécie.

Os compostos fenólicos compreendem uma larga faixa de substâncias que apresentam um anel aromático com no mínimo um grupo hidroxila. Representam um dos mais abundantes grupos de compostos encontrados na natureza e são de particular interesse na fisiologia pós-colheita em função do seu papel na coloração,

sabor e aroma dos vegetais (VILAS BOAS, 2002). Também são considerados os antioxidantes mais ativos encontrados nos frutos (BIANCHI; ANTUNES, 1999). São compostos do metabolismo secundário das plantas que desempenham nestas várias funções (CHAMKHA et al., 2003). Segundo Francis (1989), dentre os compostos fenólicos com propriedade antioxidante, destacam-se os flavonoides que quimicamente englobam as antocianinas e os flavonoides não-antocianinas. As antocianinas são pigmentos solúveis em água, amplamente difundidas no reino vegetal e conferem as várias nuances de cores entre laranja, vermelha e azul encontradas em frutas, vegetais, flores, folhas e raízes.

Variação de polifenóis extraíveis totais de 970 mg/100 g a 2960 mg/100 g de polpa foram observados em frutos de ameixa silvestre provenientes do México (MORA et al., 2009). Lamien-Meda et al. (2008) obtiveram conteúdo variando de 2230,0 mg a 2086,67 mg GAE/100 g em extrato MeOH a 70% e Acetona a 70%, respectivamente, em frutos de ameixa silvestre provenientes de Burkina Faso, África.

Os principais flavonoides incluem as antocianinas, flavonas, *isoflavonas*, flavanonas, flavanóis (catequinas) e as proantocianidinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Compõem uma ampla classe de substâncias de origem natural, cuja síntese não ocorre na espécie humana, cabendo ao homem obtê-las por meio da alimentação. São pigmentos naturais amplamente distribuídos no reino vegetal, atuam protegendo o organismo do dano produzido por agentes oxidantes, como os raios ultravioletas, poluição ambiental, substâncias químicas presentes nos alimentos, estresses, dentre outros (VOLP et al., 2008). Em pesquisas epidemiológicas, alguns flavonoides apresentam-se associados à proteção contra doenças do envelhecimento. Isto pode ser justificado devido à sua ação antioxidante (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

As antocianinas são um grupo de pigmentos vegetais hidrossolúveis amplamente distribuídos no reino vegetal. Seu espectro de cor vai do vermelho ao azul, apresentando-se também como uma mistura de ambas as cores, resultando em tons de púrpura. Muitas frutas, hortaliças, folhas e flores devem sua atrativa coloração a estes pigmentos, que se encontram dispersos nos vacúolos celulares

(DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Podem ser definidas quimicamente como glicosídeos de antocianidinas considerados excelentes antioxidantes porque doam hidrogênio aos radicais livres altamente reativos, prevenindo a formação de novos radicais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Lamien-Meda et al. (2008), ao avaliarem quatorze frutos selvagens comestíveis provenientes de Burkina Faso, África, constataram conteúdo de flavonoides de 30,96 mg/100 g e 23,60 mg/100 g de extrato MeOH 70% e Acetona 70%, respectivamente. Almeida (2010) constatou conteúdo de 22,07 mg/100 g e 14,57 mg/100 g para frutos verdes e maduros, respectivamente.

Carotenoides são compostos estáveis e permanecem intactos no tecido mesmo durante a senescência. Eles podem ser sintetizados durante os estádios de desenvolvimento do vegetal, embora sejam mascarados pela presença da clorofila. Após a degradação da clorofila, os pigmentos carotenoides tornam-se visíveis; em alguns tecidos, a síntese de carotenoides ocorre concomitantemente com a degradação de clorofila (VILAS BOAS, 2002). Têm importância nutricional como precursores de vitamina A, atuando na manutenção da integridade dos tecidos epiteliais, no processo visual, no crescimento e reprodução (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Atualmente, são conhecidos aproximadamente 600 tipos de carotenoides utilizados como aditivos (corantes) alimentares. No entanto, apenas 19 deles foram detectados em diferentes tecidos humanos (EL-AGAMEY et al., 2004). É na nutrição que os carotenoides ganham a maior importância (RUFINO, 2008), onde testes sugerem que são excelentes antioxidantes, sequestrando e inativando os radicais livres (SHAMI; MOREIRA, 2004).

Dentre os métodos mais utilizados para determinação destes compostos antioxidantes em frutas e hortaliças destacam-se o DPPH e o ABTS, em virtude da estabilidade, facilidade de manipulação e simplicidade de procedimento (ROGINSKY; LISSI, 2005; SÁ, 2008).

O DPPH (2,2 – difenil – 1 – picrilidrazil) é um radical orgânico que, na presença de um antioxidante, na medida em que é capturado produz um decréscimo da absorbância a 515 nm (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995), método modificado por Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto (1998) para

medir os parâmetros cinéticos. A atividade do antirradical expressa pelo parâmetro EC50 é definida como a quantidade do antioxidante necessário para diminuir 50% da concentração do DPPH inicial. Algumas modificações neste método são necessárias no sentido de adaptá-lo às frutas, devido ao mecanismo da reação entre o antioxidante e o DPPH depender da conformação estrutural de cada antioxidante avaliado (ALVES; BRITO; RUFINO, 2006).

Almeida (2010), avaliando a atividade antioxidante total de frutos da ameixa silvestre em diferentes estádios de maturação, obteve valores de 489,40 g fruta/g DPPH e 1222,25 g fruta/g DPPH em frutos verdes e maduros, respectivamente. Lamien-Meda et al. (2008), ao avaliarem a atividade antioxidante de quatorze frutos selvagens comestível pelo método DPPH E ABTS, verificaram que os frutos da ameixa silvestre apresentam-se como uma fonte promissora com elevada atividade antioxidante.

O ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt), também denominado por TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Activity) é um método baseado na habilidade dos antioxidantes de captura em longo prazo do cátion radical $ABTS^{\cdot+}$. Esta captura produz um decréscimo na absorbância a 734 nm, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURACALIXTO, 2006). A curva gerada pela inibição da absorbância é calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a 1 mM do Trolox (composto sintético, análogo da vitamina E, porém hidrossolúvel).

1.2.5 Minerais

Os elementos minerais são largamente distribuídos na natureza e exercem importantes funções no organismo humano (KINUPP; BARROS, 2008). O corpo humano apresenta em sua composição elementar 4% de sua parte sólida composta

por elementos minerais, sendo 2,5% representados pelo cálcio e fósforo, e o restante é composto por potássio, sódio, manganês, magnésio, cloro, enxofre, zinco, flúor, cobre e outros minerais; e 96% compostos por moléculas de hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio, que constituem as proteínas, glicídios, lipídios e água. Em condições normais, o organismo humano excreta diariamente cerca de 20 a 30 g de minerais, que necessitam de reposição imediata por meio da alimentação, para a regulação do equilíbrio orgânico (CHITARRA; CHITARRA, 2005; FRANCO, 2003).

Os minerais são micronutrientes indispensáveis à saúde humana e facilmente encontrados em produtos de origem vegetal. Suas concentrações variam em função do alimento, época de colheita, tipo de processamento, armazenamento e condições edafoclimáticas às quais a cultura foi submetida. Minerais, elementos inorgânicos, podem ser encontrados ionizados, em solução nos líquidos intra ou extracelulares, ou não ionizados, no estado sólido, ou ainda integrando moléculas orgânicas (VILAS BOAS, 2002). Os minerais constituem componentes essenciais para diversas funções fisiológicas no organismo.

Segundo Mahan e Escott-Stump (2005), dentre os minerais considerados essenciais estão cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre, chamados macrominerais, necessários em quantidades de 100 mg/dia ou mais e os microminerais, necessários na faixa de 100 µg/dia, quantidades menores, porém, são essenciais para o ótimo crescimento, saúde e desenvolvimento. Os minerais acham-se interrelacionados e em mútuo equilíbrio na fisiologia do organismo animal e vegetal. As principais funções por eles desempenhadas resumem-se: função plástica ou estrutura (Ca, P, Mg); regulação do equilíbrio ácido-básico dos fluidos orgânicos (Na, K); equilíbrio da pressão osmótica (K, Na); atividade de enzimas (Mg, Ca, Zn, Mn, Mo) e fazem parte de componentes de substâncias importantes ao organismo (VILAS BOA, 2002).

O sódio atua na manutenção da pressão osmótica do sangue, plasmas e fluidos intercelulares, na transmissão de impulsos nervosos e no bom funcionamento das glândulas (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005). O fósforo, assim como componente de numerosos intermediários no metabolismo de

carboidratos, lipídios e proteínas, também faz parte de componentes de alta energia ATP, vários cofatores (NADP), segundos mensageiros cAMP, DNA, RNA, é um dos principais componentes da estrutura cristalina dos ossos e dentes. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), além do seu papel na formação de ossos e dentes, o cálcio atua como mediador em diversos processos fisiológicos. Sua ação diminui a toxicidade celular dos ácidos graxos e dos ácidos biliares, estando sua ingestão associada à redução da incidência de câncer do cólon. Potássio é requerido em pequena quantidade no líquido extracelular para metabolismo muscular, sua deficiência pode causar vômitos, distensão abdominal, íleo paralítico, redução ou ausência de reflexos, dentre outras complicações a saúde (FRANCO, 2003).

O cobre protege contra oxidantes e radicais livres e promove a síntese de melanina e catecolaminas (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005). Já o zinco atua como cofator de várias enzimas envolvidas em diversos processos metabólicos, como a anidrase carbônica, carboxipeptidase, desidrogenase láctica e fosfatases alcalinas. Apesar de o zinco de fontes vegetais ter menor biodisponibilidade que o de fontes animais, a ingestão deste é de suma importância; e como boas fontes, podemos citar banana, batata e cenoura (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A deficiência de ferro pode causar desordens no metabolismo oxidativo, podem determinar prejuízos à saúde em todos os estádios da vida (OLIVEIRA; OSÓRIO, 2005). O manganês atua como constituinte essencial do corpo humano por estar envolvido na ativação de enzimas e na formação de ossos e cartilagens. Sua deficiência pode causar algumas consequências, tais como: distúrbios no metabolismo, degeneração dos discos espinhais, câncer, diminuição da fertilidade, diminuição do crescimento e prejuízo para as funções cerebrais (SANTOS JÚNIOR et al., 2002).

Tais elementos são nutrientes necessários à manutenção da saúde, de vez que não podem ser sintetizados pelo organismo, desta forma, devem ser obtidos pela alimentação. Especialmente em frutos de espécies silvestres, os teores minerais são significativamente maiores quando comparadas às de plantas domesticadas (PEREIRA, 2011).

1.3 REFERENCIAS

AGUIAR, L. P. **β -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético.** 2001. 87f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

ALMEIDA, M. L. B. **Compostos bioativos e potencial antioxidante da Ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.).** 2010. 57f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2010.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. S. M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo Frio-RJ: SBF/UENF/UFRRJ. p. 133-141. 2006.

ALVES, R. R. N.; SILVA, A. A. G.; SOUTO, W. M. S.; BARBOZA, R. R. D. utilização e comércio de plantas medicinais em campina grande, PB, Brasil. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, n. 2, p. 175-198. 2007.

ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física e química dos frutos de Araçá-Pêra (*Psidium acutangulum* D. C.). **Acta Amazônica**, v. 23, n. 2-3, p. 213-217, 1993.

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

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia de pós-colheita de frutos tropicais.** 2. ed. Campinas: ITAL, 1992. 203 p.

BRADY, C. J. Fruit ripening. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 38, p. 155-178, 1987.

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

BRASILEIRO, M. T.; EGITO, A. A.; LIMA, J. R.; RANDAU, G. C. P.; ROLIM NETO, P. J. *Ximênia americana* L: Baotânica, química e farmacologia no interesse da tecnologia farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 89, n. 2, 2008.

CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Caracterização física de frutos de matrizes selecionadas de bacurizeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2005, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: UENP/UFRURAL, 2005. p. 379.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NASCIMENTO NETO, FENELON. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 67-80, 2006.

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

CHAMKHA, M.; CATHALA, B.; CHEYNIER, V.; DOUILLARD, R. Phenolic composition of champagnes from Chardonnay and Pinot Noir vintages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 51, p. 3179-3184, 2003.

CHAVEZ, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H., Caracterização físico-química do suco da acerola, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CHITARRA, A. B. **Tecnologia de pós-colheita para frutas tropicais**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2006. 309 p.

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

COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 1994.

COSTA, E. M. B; BARBOSA, A. S; ARRUDA, T. A.; OLIVEIRA, P. T.; DAMETTO, F. R; CARVALHO, R. A.; MELO, M. D. Estudo *in vitro* da ação antimicrobiana de extratos de plantas contra *Enterococcus faecalis*. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 46, n. 3, p. 175-180, 2010.

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

DIALLO, D.; SOGN, C.; SAMAKÉ, F. B.; PAULSEN, B. S.; MICHAELSEN, T. E.; KEITA, A. Wound healing plants in Mali, the Bamako region. An ethnobotanical survey and complement fixation of water extracts from selected plants. **Pharmaceutical Biology**, v. 40, p. 117-128, 2002.

EL-AGAMEY, A.; MCGARVEY, D. J.; MORTENSEN, A.; PHILLIP, D. M.; TRUSCOTT, T. G.; YOUNG, A. J. Carotenoid radical Chemistry and antioxidant/prooxidant properties. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 430, p. 37-38, 2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Biossíntese e Degradação de Lipídios, Carboidratos e Proteínas em Oleaginosas**. Campina Grande, 2007. 61p. (Embrapa Algodão. Documentos, 178).

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 309 p.

FRANCO, E. A. P.; BARROS, R. F. M. Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, n. 3, p. 78-88, 2006.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 307 p.

FREIBERGER, C. E.; VANDERJAGT, D. J.; PASTUSZYN, A.; GLEW, R. S.; MOUNKAILA, G.; MILLSON, M.; GLEW, R. H. Nutrient content of the edible leaves of seven wild plants from Niger. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 53, p. 57–69, 1998

GARCIA-AMOEDO, L. H.; ALMEIDA-MURDIAN, L. B. Comparação de metodologias para a determinação de umidade em Geléia Real, **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 676-679, 2002.

GRONHAUG, T. E.; GLÆSERUD, S.; SKOGSRUD, M.; BALLO, N.; BAH, S.; DIALLO, D.; PAULSEN, B. S. Ethnopharmacological survey of six medicinal plants from Mali, West-Africa. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 26, n. 4, 2008.

HARRIS, J. R. Subcellular biochemistry, ascorbic acid: biochemistry and biomedical cell biology. **Plenum**, New York, v. 25. 1996.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 53, p. 2928-2935, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, v. 1, 2005. 533p.

JAMES, D. B.; OWOLABI, A. O.; IBIYEYE, H.; MAGAJI, J.; IKUGIYI, Y. A. Assessment of the hepatic effects, hematological effect and some phytochemical constituents of *Ximenia Americana* (Leaves, stem and root) extracts. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 23, p. 4274-4278, 2008.

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

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Rural, 2002. 214 p.

LAMIEN-MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; COMPAORÉ, M. M. Y.; MEDA, R. N. T.; KIENDREBEOGO, M.; ZEBA, B.; MILLOGO, J. F.; NACOUлма, O. G. Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Fourteen Wild Edible Fruits from Burkina Faso. **Molecules**, v. 13, p. 581-594, 2008.

LORENZI, H. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S., **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, p 35-167, 2005.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores, arbustos e suas utilidades**, 1. ed. São Paulo: G&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.

MAIKAI, V. A. Antitrypanosomal activity of flavonoid extracted from *Ximenia Americana* stem bark. **International Journal of Biology**, v. 3, 115-121, 2011.

MAIKAI, V. A.; KOBO, P. I.; MAIKAI, B. V. O. Antioxidant properties of *Ximenia americana*. **African Journal of Biotechnology**, v. 45, n. 9, p. 7744-7746, 2010.

MAIKAI, V. A.; MAIKAI, B. V.; KOBO, P. I. Antimicrobial Properties of Stem Bark Extracts of *Ximenia Americana*. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, n. 2, 2009.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2007. p. 122-124.

MORA, V. H. F.; FRANCO-MORA, O.; LÓPEZ-SANDOVAL, J. A.; PÉREZ-LÓPEZ, D. J.; BALBUENA-MELGAREJO, A. Characterization of wild plum (*Ximenia americana* L. var. *americana*; Olacaceae) fruit growing at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. **Recursos Genéticos e Evolução da Colheita**, v. 56, p. 719-727, 2009.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, 214-218, 2009.

MORAIS, S. M.; DANTAS, J. D. P.; SILVA, A. R. A.; MAGALHÃES, E. F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 169-177, 2005.

NASCIMENTO, V. T.; MOURA, N. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. A. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2112-2119, 2011.

NASCIMENTO, W. M. O.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. S. P.; MULLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U. Seleção de progênies de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 186-188, 2003.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 233 p.

ODHAV, B.; BEEKRUM, S.; AKULA, U. S.; BAIJNATH, H. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu – Natal, South Africa. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, n. 5, p. 430-435, 2007.

OGUNLEYE, D. S.; IBITOYE, S. F. Studies of antimicrobial activity and chemical constituents of *Ximenia americana*. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v. 2, n. 2, p. 239-241, 2003.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 282-301, 2010.

OLIVEIRA, M. A.; OSÓRIO, M. M. Consumo de leite de vaca e anemia ferropriva na infância. **Jornal de Pediatria**, v. 81, p. 361-367, 2005.

OMER, M. E. F. A.; ELNIMA, E. I. Antimicrobial activity of *Ximenia americana*. **Fitoterapia**, v. 74, p. 122-126, 2003.

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R.; ANTHONY, S. **Agroforestry Database**: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya. 2009. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Diospyros_melanoxylon.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

PEREIRA, M. C. **Avaliação de compostos bioativos em frutos nativos do Rio Grande do Sul**. 2011. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, A. O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, p. 19-24, 2013.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**. v. 39, p. 791-800, 2006.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, L. C. Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 32-36, 2005.

PINTO, M. S.; KWO, Y. I.; APOSTOLIDIS, E.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; SHETTY, K. Functionality of bioactive compounds in Brazilian strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivars: evaluation of hyperglycemia and hypertension potential using in vitro models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 4386-4382, 2008.

PRIOR, R. L. **Antioxidant Capacity and Health Benefits of Fruits and Vegetables**. Disponível em: < <http://www.blueberry.org/antioxidants.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2012.

QUINTANS JÚNIOR, L. J.; ALMEIDA, R. N.; FALCÃO, A. C. G. M.; AGRA, M. F.; SOUSA, M. F. V.; BARBOSA-FILHO, J. M. Avaliação da Atividade Anticonvulsivante de Plantas do Nordeste Brasileiro. **Acta Farmacéutica Bonaerense**, v. 21, n. 3, p. 179-184, 2002.

REZANKA, T.; SIGLER, K. Identification of very long chain unsaturated fatty acids from *Ximenia* oil by atmospheric pressure chemical ionization liquid chromatography-mass spectroscopy. **Phytochemistry**, v. 68, p. 925-934, 2007.

ROCHA, S. A. **Antioxidantes em vegetais pós-colheita de origem orgânica**. 2010. 112p. Tese (doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant in food. **Food Chemistry**, Oxford, v. 92, p. 235-254, 2005.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Lágimhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 31-42, 2010.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 237f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2008.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SÁ, A. P. C. E. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)**. 2008. 72p. Dissertação (mestrado em Ciências: área de concentração em

Ciência e Tecnologia de Alimentos.) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Seropédica, 2008.

SACANDE, M.; VAUTIER, H. *Ximenia americana* L. **Forest e Landse Denm**, v. 112, p. 1-2, 2006.

SAEED, A. E. M.; BASHIER, R. S. M. Physico-chemical analysis of *Ximenia americana* L. oil and structure elucidation of some chemical constituents of its seed oil and fruit pulp. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v. 2, n. 4, p. 49-55, 2010.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A. Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal Science Food Agriculture**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SANTOS JUNIOR, A. F.; KORN, M. G. A.; JAEGER, H. V.; SILVA, N. M. S.; COSTA, A. C. S. Determinação de Mn, Cu e Zn em matrizes salinas após separação e pré-concentração usando amberlite XAD-7 impregnada com vermelho de alizarina S. **Química Nova**, v. 25, n. 6, 2002.

SEVERO, J.; GALARÇA, S. P.; AIRES, R. F.; CANTILLANO, R. F. F.; ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. **Brazilian Journal of Food Technology**, II SSA, jan. 2009.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, G. G.; SOUZA, P. A.; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C.; MOURA, R. D.; MENEZES, J. B. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 311-314, 2008.

SILVEIRA, M. R. S. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de puçazeiro “coroa de frade” (*Mouriri elliptica* Mart.) da vegetação litorânea do Ceará.** 2008. 118f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SOUZA, V. C. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de Fenerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

VIEIRA, R. **Fundamentos de Bioquímica: textos didáticos.** Belém do Pará, 2003. (livro eletrônico).

VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68 p.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO COMESTÍVEL (POLPA E CASCA) DE FRUTOS DE AMEIXA SILVESTRE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

2.1 RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a fração comestível (polpa e casca) do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.) proveniente de diferentes locais de ocorrência de produção no município de Mossoró-RN quanto aos aspectos físicos, químicos e o potencial antioxidante. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (locais de coleta x estádios de maturação), com 4 repetições, totalizando 25 frutos por parcela experimental. Os frutos foram coletados nas comunidades de Mulungunzinho, Pau Branco e Mata do Meio pertencente ao município de Mossoró-RN, nos estádios de maturação verdes e maduros. Amostras foram conduzidas a Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, em Mossoró-RN, para a realização das análises: massa fresca do fruto; rendimento de polpa, semente e casca; diâmetro longitudinal e transversal do fruto; umidade; sólidos totais; sólidos insolúveis totais; acidez titulável; pH; sólidos solúveis; açúcares totais e redutores; amido; fibras; proteína; lipídio; cinzas; minerais; vitamina C; carotenoides totais; flavonoides amarelos; antocianinas totais; polifenóis extraíveis totais; e atividade antioxidante pelo método DPPH e ABTS. A fração comestível do fruto da *Ximenia americana* é uma boa fonte de N, P, K, Cu e Mn, tendo os frutos provenientes da comunidade de Pau Branco extraído maior quantidade de macro e micro; a fração comestível do fruto da *Ximenia americana* contém elevados teores de lipídio, proteínas, açúcares, fibras, amido, acidez titulável, vitamina C, flavonoides amarelos, polifenóis e atividade antioxidante; a fração comestível do fruto verde contém maior conteúdo de polifenóis extraíveis totais, carotenoides totais, flavonoides amarelos e antocianina; a fração comestível dos frutos provenientes da comunidade de Pau Branco contém menor conteúdo de polifenóis extraíveis totais, atividade antioxidante, acidez, sólidos insolúveis totais e sólidos totais; e maior umidade, massa do fruto, rendimento de polpa, rendimento da fração comestível e conteúdo de proteína; a atividade antioxidante atribuída à fração comestível do fruto da *Ximenia americana* mostrou-se relacionada aos elevados conteúdos de polifenóis extraíveis totais e vitamina C.

Palavras-Chave: *Ximenia Americana*, compostos bioativos, caatinga, minerais, atividade antioxidante.

2.2 ABSTRACT

The current research had as its main aim to evaluate the antioxidant potential and the chemical/physical aspects of wild plum (*Ximenia americana* L.) edible fractions (pulp and skin) originated from different places in Mossoró. The experimental design was completely randomized and in a 3 x 2 factorial schema (three collection regions and two maturation stages) for the edible fractions, with four repetitions composed of 25 fruit each. Fruits were collected in the communities of Mulunguzinho, Pau Branco and Mata do Meio. The samples were then transported to Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, in Mossoró-RN, where the following evaluations were carried out: weight; pulp, seed and skin; fruit diameter, width, and format; humidity; total solids; total insoluble solids; titratable acidity; pH; soluble solids; total and reducing sugars; starch; fibers; protein; lipids; ashes; minerals; C vitamin; total carotenoids; yellow flavonoids; total anthocyanin; total extractable polyphenols; and antioxidant activity by DPPH and ABTS methods. The edible fraction of the *Ximenia americana* fruit is a good source N, P, K, Cu and Mn, and the fruits originated from the community of Pau Branco extracted higher quantity of macro and micro; the edible fraction of the fruit of *Ximenia americana* has high values of lipids, proteins, sugars, fibers, starch, titratable acidity, C vitamin, yellow flavonoids, polyphenols and antioxidant activity; The edible fraction of the green fruit has higher values of total extractable polyphenols, total carotenoids, yellow flavonoids and antocyanin; The edible fraction of the fruit collected in the community of Pau-Branco has smaller amounts of total extractable polyphenols, antioxidant activity, acidity, total suspended solids and total solids, higher humidity, fruit mass, pulp productivity, edible fraction productivity and protein contents; the antioxidant activity attributed to the edible fraction of the *Ximenia americana* fruit was related to the high values of total extractable polyphenols and C vitamin.

Key-words: *Ximenia americana*, bioactive compound, scrub savanna, minerals, antioxidant activity.

2.3 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores biodiversidade do planeta. Uma parcela significativa dessa diversidade está no semiárido Nordestino, conhecido como Caatinga (NASCIMENTO et al., 2011), a qual apresenta diversidade em espécies vegetais, muitas das quais foram pouco estudadas e, conseqüentemente, seus benefícios não são aproveitados homem.

Muitas espécies vegetais nativas podem fornecer frutas com características sensoriais únicas e altas concentrações de nutrientes (SOUZA et al., 2012). O consumo de frutas tropicais tem aumentado nos mercados interno e externo, devido ao reconhecimento crescente do valor nutritivo e terapêutico dos frutos (RUFINO et al., 2010), principalmente quando se trata se espécies silvestres (ODHAV et al., 2007).

Por apresentar uma flora rica e diversificada, a região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta espécies de plantas com alto potencial para exploração comercial, até então subutilizada, dentre inúmeras espécies vegetais presentes na área da caatinga, destaca-se a ameixa silvestre (*Ximenia America* L.). É uma planta cosmopolita tropical comumente encontrada na África, Índia, Nova Zelândia, América Central e América do Sul. No Brasil, sua ocorrência se dá principalmente na região semiárida e tabuleiros litorâneos do Nordeste do Brasil (REZANKA; SIGLER, 2007; SACANDE; VAUTIER, 2006; MAIA, 2004). No entanto, a potencialidade do fruto como fonte de energia, carboidratos, vitaminas, minerais e propriedades bioativas benéficas à saúde, ainda é pouco conhecida.

De acordo com Mora et al. (2009), um dos usos potenciais do fruto da ameixa silvestre seria a elaboração de geleia, suco e bebidas alcoólicas. É um fruto rico em vitamina C (REZANKA; SIGLER, 2007; SILVA et al., 2008) e compostos fenólicos (LAMIEN-MEDA et al., 2008; MORA et al., 2009), que constitui um antioxidante natural importante na dieta humana.

No Brasil, na região Nordeste, pesquisas apontam a ameixa silvestre como uma espécie que apresenta grande versatilidade quanto aos seus usos na medicina

tradicional (OLIVEIRA; BARROS; MOITA NETO, 2010), constituindo uma planta medicinal da Caatinga, espécie bastante utilizada para diversos fins, como: inflamação, infecções, ferimento, prisão de ventre (ALVES et al., 2007; FRANCO; BARROS, 2006; MORAIS et al., 2005; ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

A potencialidade do fruto da ameixa silvestre como fonte de nutrientes importante para a dieta humana ainda é pouco aproveitada. Entretanto, sua possibilidade de uso pode ir desde fonte para uma dieta alimentar saudável, bem como apresentar-se com características promissoras para o cultivo, podendo constituir uma alternativa econômica para pequenos e médios produtores. Dessa forma, fazem-se necessárias pesquisas que gerem informações sobre o conteúdo orgânico e mineral dos frutos da ameixa silvestre.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar quanto aos aspectos físicos, químicos e o potencial antioxidante da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre, nos estádios de maturação verde e maduro, proveniente de diferentes localidades de ocorrência de produção no município de Mossoró-RN.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Coleta dos frutos

Os frutos de ameixa silvestre utilizados foram provenientes de plantas que se encontram de forma espontânea e dispersas em três áreas com ocorrência de produção no município de Mossoró-RN. As áreas de coleta foram: Comunidade de Mulunguzinho (5° 16' 52'' S e 37° 11' 46'' W), Comunidade Pau Branco (04° 54' 9,4'' S e 37° 21' 59,9'' W) e Comunidade Mato do Meio (Bairro Malvinas – 5° 14' 28'' S e 37° 17' 29'' W), denominadas locais de coleta 1, 2 e 3, respectivamente. Frutos provenientes do local de coleta 2, diferentemente dos locais de coleta 1 e 3, foram obtidos de plantas localizadas em uma fazenda de produção comercial de melão, na qual se faz uso de todo um pacote tecnológico de adução e fertirrigação.

O clima da região, segundo a classificação Köppen, é “BSwh”, isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995). O solo do local de coleta 1 é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, local de coleta 2 como Latossolo Vermelho Amarelo e local de coleta 3 como Rendzina (AGRITEMPO, 2013).

Os dados climáticos dos locais de coleta foram obtidos no período de outubro a dezembro de 2011 e janeiro a fevereiro de 2012 (Tabela 1), período correspondente à produção e coleta dos frutos da ameixa silvestre. Nos locais de coleta 1 e 3, por estarem mais próximos a estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), foram obtidos os dados da referida instituição. Já os dados do local de coleta 2 (comunidade Pau Branco) foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidas de uma estação localizada no próprio local.

Tabela 1 – Média mensal dos registros meteorológico de umidade relativa (UR, %), temperatura (T, °C) e soma da precipitação (P, mm) registradas no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012 nas estações meteorológicas da UFERSA e da comunidade de Pau Branco (Pau B.), Mossoró-RN.

Período	UR (%)		TM (°C)		P (mm)	
	UFERSA	Pau B.	UFERSA	Pau B.	UFERSA	Pau B.
10/2011	60,86	60,2	27,78	27,3	9,14	0,2
11/2011	60,96	65,7	28,05	28,0	8,13	11
12/2011	61,75	65,7	28,05	28,1	0	0,2
01/2012	63,23	67,4	28,07	28,1	28,95	48,2
02/2012	67,30	66,5	27,39	28,2	67,83	5,8

Fonte: Estação meteorológica da UFERSA e INMET (2012).

Os frutos foram colhidos diretamente da copa da planta, em dois estádios de maturação: verde (casca verde) e maduro (casca amarela), durante os meses de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012. Em seguida, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita de Frutos da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró/RN, onde passaram por um processo de seleção, sendo descartados aqueles que apresentavam danos por cortes, abrasões, ataques de insetos ou animais. Os frutos foram lavados em água corrente, e em seguida submetidos às avaliações físicas. Posteriormente, retirada a fração comestível (polpa e casca) de forma manual com auxílio de facas de aço inoxidável, homogeneizadas juntas (polpa e casca) em homogeneizador de tecidos tipo Turrax, acondicionadas em potes de plástico e armazenados em *freezer* para as avaliações físico-química, química e potencial antioxidante.

No Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, foram realizadas as seguintes avaliações: massa fresca do fruto, rendimento de polpa, semente e casca; diâmetros longitudinal e transversal do fruto; umidade; sólidos totais; sólidos insolúveis totais; sólidos solúveis; açúcares totais e redutores; amido; acidez titulável; pH; vitamina C; carotenoides totais; flavonoides amarelos; antocianinas totais; polifenóis extraíveis totais; e atividade antioxidante pelo

método DPPH e ABTS. No Laboratório de Análise em Nutrição Animal, foram realizadas as avaliações de lipídios; fibras e cinzas; e no Laboratório de Análises de Solos, Água e Planta foram realizadas as avaliações de minerais.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (locais de coleta x estádios de maturação), com 4 repetições, totalizando 25 frutos por parcela experimental.

2.4.2 Características avaliadas

2.4.2.1 Diâmetros transversal e longitudinal

Foram determinados em 25 frutos/repetição usando-se um paquímetro digital, os resultados foram expressos em milímetro (mm).

2.4.2.2 Formato do fruto

Foi obtido pelo cálculo da relação entre o comprimento (diâmetro longitudinal) e diâmetro (diâmetro transversal) de 25 frutos/repetição. A classificação foi feita de acordo com escala adaptada de Lopes (1982): comprimido ($RF < 0,9$), esférico ($0,9 \leq RF \leq 1,1$), oblongo ($1,1 < RF \leq 1,7$) e cilíndrico ($RF > 1,7$).

2.4.2.3 Massa fresca do fruto

Determinada pelo valor médio da pesagem individual de 25 frutos/repetição em balança semianalítica, com os resultados expressos em grama (g).

2.4.2.4 Rendimento de polpa, semente e casca

Determinados em 25 frutos/repetição em que foram descascados e retirados a polpa, semente e casca, para obter a massa das frações individuais, sendo o rendimento das frações determinado por diferença entre a massa total do fruto e a massa da polpa, semente e casca, valores expressos em porcentagem (%).

2.4.2.5 Umidade

Foi determinada por gravimetria e constou da pesagem de alíquotas com 10 g da fração comestível em pesa-filtros previamente tarados e aquecidos em estufa a 105 °C até a obtenção de pesos constantes, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

2.4.2.6 Sólidos totais

Foram estimados pela diferença entre 100 e o teor de umidade, sendo os resultados expressos em porcentagem (%) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.4.2.7 Sólidos solúveis

Foram determinados diretamente no suco homogeneizado da fração comestível por meio de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co, LTD., Japan) com compensação automática de temperatura (AOAC, 2002). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

2.4.2.8 Sólidos insolúveis totais

Foram calculados pela diferença entre os teores de sólidos totais e sólidos solúveis. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.4.2.9 Resíduos minerais fixos (cinzas)

A determinação de resíduo por incineração (cinzas) foi determinado em amostras de 2 g da fração comestível incinerada em mufla a 550 °C por aproximadamente 4 horas, sendo os resultados expressos em porcentagem (%), de acordo com metodologia de análise de alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002).

2.4.2.10 Acidez titulável

Determinada em duplicata, utilizando-se 1 g da fração comestível transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água.

A seguir, realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1 M, até pH 8,1, previamente padronizada, expressando-se os resultados em mEq H_3O^+ /100 g (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.4.2.11 pH

O pH foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, em alíquotas de 5 g da fração comestível diluída em 50 mL de água destilada; após a estabilização dos resultados expressos no painel do equipamento, os dados mensurados foram expressos em valores reais pH (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.4.2.12 Açúcares totais

Foram determinados pelo método de Antrona, conforme Yemn e Willis (1954), a partir de 1 g das amostras diluídas em balão volumétrico de 50 mL com álcool 80%, e desses foi retirada uma alíquota de 10 mL e diluída em balão de 50 mL com água destilada para a retirada do extrato; em seguida, foi tomada uma alíquota de 100 μL para realizar a análise; a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em g/100 g de fração comestível.

2.4.2.13 Açúcares redutores

Para açúcares redutores, a extração foi feita em água destilada e determinada segundo Miller (1959). O extrato foi obtido da diluição de 1 g da fração comestível em um balão de 100 mL com água destilada, filtrando em seguida com papel Wathman qualitativo nº 1; tomou-se 0,45 mL, a este volume adicionou 1,05 mL de água destilada e 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, procedendo-se a reação em banho-maria, a 100 °C por 5 minutos; após resfriadas em banho de gelo, o volume das amostras foi completado para 10 mL. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm e os resultados foram expressos em g/100 g da massa fresca da fração comestível.

2.4.2.14 Amido

O amido foi determinado conforme metodologia proposta por Silva (1981). Amostra de 2,5 g foi diluída em 50 mL de água destilada e centrifugada, durante 5 minutos, por três vezes, a 10.000 rpm, com o descarte do sobrenadante. Ao resíduo, foram adicionados 50 mL de água destilada e 2,5 mL de ácido clorídrico 37% P. A. O preparo foi mantido em fervura durante 2 h, sob refluxo; em seguida, foi resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%; filtrou-se para balão volumétrico de 250 mL, completando-o com água destilada, transferiu-se alíquota do extrato variando de 0,3 a 0,7 mL diluído para tubo de ensaio e completando-os para 1,5 mL com água destilada, posteriormente foi adicionando 1 mL de solução de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, seguido da agitação, procedendo-se a reação em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente resfriados em banho de gelo; o volume das amostras foi completado para 10 mL (adicionou 7,5 mL de água destilada), as leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm e os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator

0,90 para a determinação do amido em g/100 g de massa fresca da fração comestível.

2.4.2.15 Fibras e hemicelulose

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com metodologia de análise de alimentos (SILVA; QUAIROZ, 2002), utilizando 0,5 g da fração comestível secas em estufa e previamente triturada em moinho, resultados expressos em porcentagem (%). A hemicelulose obtida pela diferença entre FDN e FDA, resultado expresso em porcentagem (%) (SILVA; QUEIROZ, 2002).

2.4.2.16 Proteína

A proteína foi determinada pelo método de Kjeldahl (SILVA, 2009), determinando o nitrogênio total da amostra, que, por meio de cálculo ($\text{Proteína} = \text{Nitrogênio}_{\text{total}} \times 6,25$) é transformado em nitrogênio proteico (proteína na amostra), os resultados expressos em porcentagem (%).

2.4.2.17 Lipídios

Os lipídios foram determinados por extração direta em Soxhlet por 4 a 6 horas utilizando 2 g da fração comestível em cartucho extrator preparado com papel Whatman nº 1, de acordo com metodologia de análise de alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002), resultados expressos em porcentagem (%).

2.4.2.18 Vitamina C

Foi determinada por titulometria com solução Tilman (DFI – 2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02%) tomando-se 1 g das amostras e diluídos para balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5% conforme metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967) e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g.

2.4.2.19 Antocianinas totais e flavonoides amarelos

Antocianinas totais e Flavonoides amarelos foram determinados segundo Francis (1982). Pesou-se 1 g das amostras; em seguida, adicionaram-se 30 mL da solução extratora etanol 95 % - HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo Turrax por 2 minutos na velocidade 5. Logo depois, transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, aferindo com a própria solução extratora sem filtrar e posteriormente acondicionado em frascos de vidro âmbar, deixando-os descansar por uma noite em geladeira. Filtrou-se o material para becker de 50 mL sempre envolto com papel alumínio. As leituras foram feitas a 374 nm para flavonoides e 535 nm para as antocianinas, e os resultados foram expressos em mg/100 g, calculados por meio da fórmula: Absorbância x fator de diluição/76,6 ou 98,2 para flavonoides ou antocianinas totais, respectivamente.

2.4.2.20 Carotenoides totais

Foram determinados pelo método de Higby (1962). Para a extração, foram pesados 5 g das mostras, adicionado 15 mL de álcool isopropílico e 5 mL de hexano, sendo homogeneizados em um homogeneizador de tecidos tipo Turrax por 2 minutos na velocidade 5. Logo depois, transferiu-se o conteúdo para funil de separação vidro âmbar de 125 mL, completando-se o conteúdo com água e deixando-se descansar por 30 min, fazendo-se a lavagem logo em seguida. Após 3 descansos de 30 minutos cada, filtrou-se o conteúdo através de algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro P. A., para um balão volumétrico de 25 mL envolto em papel alumínio, completando-se o volume com 2,5 mL de acetona e o restante com hexano. As leituras foram feitas em um comprimento de onda de 450 nm. Calculados através da fórmula: carotenoides totais = $(A_{450} \times 100)/(250 \times L \times W)$, em que:

A_{450} = absorbância;

L = largura da cubeta em cm;

W = quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL.

2.4.2.21 Polifenóis extraíveis totais

Foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). A extração foi realizada utilizando 1 g da fração comestível, adicionando 20 mL de solução de metanol 50% (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração. Logo em seguida, as misturas foram centrifugadas a 10.000 rpm por 20 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em

um balão de 50 mL protegido da luz. O precipitado foi dissolvido em 20 mL de solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais uma hora para extração. Logo em seguida, as misturas foram centrifugadas a 10.000 rpm por 20 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 50 mL, aferindo com água destilada, obtendo assim os extratos. A determinação foi realizada usando alíquotas de 0,04 a 0,1 mL dos extratos, completando-se para 1 mL com água destilada, 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de NaCO₃ 20% e 2 mL de água destilada em tubos de ensaio, sendo em seguida homogeneizados e deixados em repouso por 30 minutos. Depois de decorrido o tempo, a leitura foi realizada em espectrofotômetro, usando a curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/100 g.

2.4.2.22 Atividade antioxidante total (AAT)

2.4.2.22.1 ABTS ou TEAC (Atividade Antioxidante Equivalente ao Trolox)

AAT pelo método ABTS (Ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) foi obtido pela reação do ABTS (7 mM) com persulfato de potássio (2,45 µM, concentração final). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical ABTS•+, diluiu-se com etanol até obter um valor de absorbância de 700 nm $\pm 0,05$. O extrato foi obtido usando 0,5 g, adicionando 40 mL de solução de metanol 50% (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração. Logo em seguida, a mistura foi centrifugada a 10.000 rpm por 20 minutos.

Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão de 100 mL protegido da luz. O precipitado foi dissolvido em 40 mL de uma

solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais 1 hora para extração. Logo em seguida, essa mistura foi centrifugada a 10.000 rpm por 20 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 100 mL, aferindo com água destilada, obtendo assim o extrato. A leitura em espectrofotométrica foi realizada exatamente após 6 minutos, a partir da mistura do radical com o extrato em um comprimento de onda de 734 nm. Utilizou-se uma alíquota de 30 μ L de amostra e 3 mL de radical ABTS $\bullet$ +. A curva gerada a partir dos valores das absorbâncias e das concentrações das amostras foi calculada. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorbância equivalente a 1.000 μ M de Trolox, sendo os resultados expressos em μ M Trolox/g (RUFINO et al., 2006).

2.4.2.22.2 DPPH

O ensaio é baseado no sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. O método adotado foi o descrito por Brand-williams, Cuvelier e Berset (1995) e modificado por Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto (1998) para medir os parâmetros cinéticos.

A partir da solução inicial de DPPH (60 M), prepararam-se em balões volumétricos de 10 mL, soluções variando a concentração de 10 a 60 M. Posteriormente, utilizaram-se todas as concentrações para gerar uma curva, adotando o metanol como branco. O extrato utilizado foi o mesmo do procedimento para a avaliação da AAT pelo método ABTS. A leitura foi realizada em duplicata, a 515 nm. Primeiramente, foi gerada uma cinética para cada estágio de maturação (verde e maduro) a fim de determinar o tempo de estabilização da absorbância de cada tratamento. Nesse processo, foram preparadas em tubos de ensaio três diluições diferentes de cada extrato (fração comestível verde e madura). Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 100 μ L de cada diluição do extrato, em

duplicata, para cubetas com 3,9 mL do radical DPPH (solução de DPPH 0,06 mM). Utilizou-se também 100 µL da solução controle (solução controle de álcool metílico, acetona e água) com 3,9 mL do radical DPPH e metanol, como branco, para calibrar espectrofotômetro. As amostras foram agitadas e a leitura foi realizada dentro de dois minutos, após a adição da solução de DPPH na primeira amostra. As leituras (515 nm) foram monitoradas a cada dois minutos; e, após dezesseis minutos, a cada cinco minutos, quando se observou a redução da absorbância até sua estabilização. Depois da determinação do tempo de estabilização, foram realizadas as leituras das três diluições de cada extrato, após 110 e 85 minutos da adição da solução do DPPH para os extratos da fração comestível verde e maduro, respectivamente.

A leitura da absorbância final para o cálculo do EC50 foi feita após a estabilização da absorbância (tempo EC50). Após a leitura, substituiu-se (Eq. 1) o valor correspondente à metade da absorbância inicial do controle pelo y da equação da curva do DPPH para encontrar o consumo em µM DPPH e, em seguida, transformou-se para g DPPH, por meio da transformação: $\text{g DPPH} = (\mu\text{M DPPH} / 1.000.000) * 394,3$ (peso molecular do DPPH). A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, foi possível plotar a absorbância no eixo Y e diluição (mg/L) no eixo X e determinar a equação da reta (Eq. 2). Para calcular a AAT, onde se substitui a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y (Eq. 2) para encontrar o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC50). A partir do resultado (mg/L) encontrado na equação 2 (Eq. 2), deve-se dividir por 1.000 para se ter o valor em g e, em seguida, dividir pelo valor encontrado em g DPPH (Eq. 1) para obter o resultado final (Eq. 3), que é expresso em g fruta (porção comestível)/g DPPH.

2.4.2.23 Minerais

Para as análises de macro e microminerais, utilizou-se o material vegetal da determinação da umidade, na qual foram triturados em moinho tipo willey, tela 2 mm, e acondicionados em recipientes de plásticos para posterior determinação.

Os macronutrientes N, P, K, Na, Ca e Mg foram extraídos do tecido vegetal pelo método da digestão úmida com ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de oxigênio (H_2O_2) (método de Kjeldahl). Para isso, utilizou-se 0,5 g da matéria seca, que foi digerida em 4 mL de ácido sulfúrico, 2 mL de peróxido de hidrogênio e 0,7 g de uma mistura digestora composta de sulfato de sódio, sulfato de cobre e selênio, na proporção de 100:10:1, e em seguida os componentes foram colocados em bloco digestor, com capacidade para 40 tubos de ensaio, por uma hora a temperatura de 250 °C até atingir uma coloração castanha e após esse tempo a temperatura foi elevada para 350 °C até se obter coloração esverdeada, obtendo-se os extratos que foram completados para o volume de 50 mL. No extrato sulfúrico, foi quantificado o nitrogênio pelo método Kjeldahl, o potássio e sódio por fotometria de emissão de chama modelo DM-62, o fósforo por espectrofotometria (modelo SP 1105 – BEL photonies), o Ca, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn, após digestão com ácido nítrico em micro-ondas digestor de matéria orgânica modelo CEM II MARSXPRESS (série MD3113), utilizando 0,4 g da matéria seca, foram lidos em equipamento de absorção atômica modelo AA 240 FS versão 5.1 (SILVA, 2009). Os resultados foram convertidos para base úmida.

2.4.3 Análise estatística

Os resultados foram interpretados pela análise de variância utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System) para a comparação das médias de cada

variável. Observado diferença significativa pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada análise de correlação de Pearson ao nível de 5% de significância, entre os compostos bioativos (vitamina C, carotenoides totais, flavonoides amarelos, antocianinas totais e polifenóis extraíveis totais) e a atividade antioxidante total, utilizando o programa BioEstatística 5.0.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Minerais

Não houve diferença significativa do fator estádios de maturação (verde e maduro) para as variáveis nitrogênio (N), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), cobre (Cu) e zinco (Zn). Entretanto, foi observada diferença para locais de coleta para todas as variáveis analisadas, exceto para Na. Observou-se também interação significativa entre os fatores analisados (estádios de maturação e locais de coleta) para as variáveis cálcio (Ca), ferro (Fe) e manganês (Mn) (Tabela 1A e 2A, do Apêndice). O local de coleta 2 destacou-se com frutos com maior conteúdo de N, K, P, Mg, Ca, Mn e Fe (Tabela 2 e 3). Provavelmente esse elevado conteúdo de minerais na fração comestível dos frutos do local de coleta 2 em relação aos demais locais se deva a esse local ser uma área de produção comercial de melão, que faz uso de adubação, e esses nutrientes podem ter sido lixiviados para a área de ocorrência da ameixa silvestre, que é vizinha, tornando o solo mais fértil, proporcionando, assim, maior disponibilidade de nutrientes e maior absorção pela planta. É importante ressaltar que a composição química das plantas pode variar entre diferentes espécies e mesmo dentro de cada espécie, de acordo com as condições ambientais e fertilidade do solo às quais são submetidas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Tabela 2 – Nitrogênio (N), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), cobre (Cu), e zinco (Zn) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Estádio de Maturação	Características						
	N	Na	K	P	Mg	Cu	Zn
	-----mg/100g-----						
Verde	2497,0 a	35,75 a	130,43 a	3765,6 a	1,52 a	0,04 a	0,16 a
Maduro	2305,3 a	29,98 a	131,95 a	3182,0 a	1,48 a	0,03 a	0,13 a
Locais							
1	1802,1 b	36,78 a	116,13 b	2754,2 b	1,37 b	0,05 a	0,15 ab
2	3728,9 a	33,41 a	181,88 a	4979,2 a	2,07 a	0,05 a	0,19 a
3	1672,5 b	27,76 a	95,55 c	2688,0 b	1,06 c	0,01 b	0,10 b
Média Geral	2401,16	32,65	131,19	3473,78	1,5	0,037	0,15
CV (%)	11,38	23,63	11,80	22,58	8,71	21,08	32,71

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Cálcio (Ca), ferro (Fe) e manganês (Mn) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características					
	Ca		Fe		Mn	
	mg/100g		mg/100g		mg/100g	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
1	4,65 bA	4,43 bA	0,315 bA	0,298 aA	1,10 cA	1,06 cA
2	6,30 aB	6,91 aA	1,083 aA	0,493 aB	3,01 aA	2,23 aB
3	4,18 bA	3,84 cA	0,380 bA	0,315 aA	1,57 bA	1,37 bA
Média Geral	5,05		0,481		1,72	
CV (%)	5,90		25,69		9,16	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os macronutrientes P e N e os micronutrientes Mn e Fe foram extraídos em maiores quantidades pelos frutos da ameixa silvestre (Tabela 2 e 3). O conteúdo de sódio encontrado na fração comestível do fruto da ameixa silvestre foi superior ao encontrado por Franco (2003) para pitanga (30 mg/100g), porém apresenta conteúdo inferior ao observado em Kiwi (50 mg/100g). Para potássio, o conteúdo presente na ameixa silvestre corresponde aproximadamente 50% do conteúdo encontrado em banana 'Pacova' (263 mg/100 g), que é considerada uma importante fonte de potássio (Tabela 2). Segundo dados da TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), a laranja lima (130 mg/100g) e manga Tommy Atkins (138 mg/100g) apresentam conteúdo de potássio próximo ao encontrado para ameixa silvestre. O potássio constitui um importante mineral para o organismo, sendo recomendada a ingestão média por adulto de 2000 mg/dia (FRANCO, 2003).

O conteúdo de fósforo presente no fruto da ameixa é elevado, em média 3473,78 mg/100 g, superior ao constatado em acerola, abacaxi, cacau, goiaba, graviola, dentre outras (TACO, 2011). Quanto ao magnésio, o conteúdo é inferior ao presente em frutas e derivados apresentados na TACO (2011); entretanto, semelhantemente ao observado por Sá (2008) para frações comestíveis (1,15 mg/100g) de jamelão e em farinha do maracujá amarelo (0,16 mg/100 g) (PITA, 2012). O conteúdo de Ca foi maior em frutos maduros da região de coleta 2 (Tabela 3); o conteúdo apresentado é inferior ao presente em frutos *in natura* de acerola (13,0 mg/100 g), abacaxi (22,00 mg/100 g), banana 'Prata' (8,00 mg/100 g), cacau (12,00 mg/100 g) e semelhante aos de maracujá (5 mg/100 g) e caju (1,00 mg/100 g) (TACO, 2011).

Para cobre, os valores encontrados para ameixa silvestre foram inferiores aos obtidos por Sá (2008) para frações comestíveis (1,15 mg/100g) de jamelão, entretanto, estiveram acima dos valores recomendados para ingestão diária por homens e mulheres entre 25 a 50 anos (BRASIL, 2005). O conteúdo de Zn se apresenta próximo ao encontrado em banana, que apresenta conteúdo variando de 0,1 mg/100g a 0,3 mg/100g, de acordo com a cultivar. O conteúdo de ferro presente na fração comestível do fruto da ameixa silvestre é inferior ao obtido por

Sá (2008) para fração comestível de jamelão (4,5 mg/100 g), sendo, entretanto, superior ao observado em acerola (0,20 mg/100 g), abacaxi (0,30 mg/100 g), banana 'Prata' (0,40 mg/100 g), cacau (0,30 mg/100 g), caju (0,20 mg/100 g), goiaba (0,20 mg/100 g), graviola (0,20 mg/100 g) e mamão (0,20 mg/100 g) (TACO, 2011). Para os teores de manganês, o fruto verde da ameixa silvestre proveniente do local de coleta 2 destacou-se com maior conteúdo, seguido pelos frutos das regiões 3 e 1, respectivamente, estes não apresentando diferença entre os estádios de maturação (Tabela 3). Em média, a fração comestível da ameixa silvestre apresenta conteúdo de manganês superior ao encontrado em acerola (0,07 mg/100 g), banana 'Prata' (0,42 mg/100 g), cacau (0,04 mg/100 g), caju (0,12 mg/100 g), goiaba (0,08 mg/100 g), graviola (0,08 mg/100 g), mamão (0,01 mg/100 g) e abacaxi (1,62 mg/100 g) (TACO, 2011). O conteúdo de Mn presente na fração comestível da ameixa silvestre atende aproximadamente a 75% da necessidade recomendada para ingestão diária para adultos (2,5 mg/dia) (BRASIL, 2005).

2.5.2 Caracterização física e físico-química

Houve diferença significativa do fator região de coleta para todas as variáveis físicas analisadas, e para o fator estágio de maturação apenas para as variáveis rendimento de semente (RS) e rendimento da fração comestível (RFC) (polpa e casca). Por sua vez, observou-se diferença significativa da interação (locais de coleta x estádios de maturação) para rendimento de casca (RC) (Tabela 3A, do Apêndice).

Os valores de diâmetro transversal (DT) apresentam-se, em geral, inferiores ao diâmetro longitudinal (DL); frutos provenientes do local de coleta 2 apresentaram maior valor médio em ambas as avaliações (DT e DL). Frutos provenientes do local de coleta 1 apresentaram menor DL (18,23 mm) (Tabela 4).

Tabela 4 – Diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), formato do fruto (FF), massa do fruto (MF), rendimento de polpa (RP), rendimento de semente (RS), rendimento da fração comestível (RFC) e rendimento de casca (RC) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Estádio de Maturação	Características								
	DTF (mm)	DLF (mm)	FF	MF (g)	RP (%)	RS (%)	RFC (%)	RC (%)	
								Verde	Maduro
Verde	18,68 a	19,65 a	1,05 a	4,97 a	69,84 a	18,89 a	81,11 b	-	-
Maduro	18,32 a	19,29 a	1,05 a	4,68 a	68,65 a	17,98 b	82,02 a	-	-
Locais									
1	17,85 b	18,23 c	1,02 b	4,70 b	67,92 b	20,49 a	79,51 b	11,51 aA	11,67 bA
2	20,02 a	21,31 a	1,06 a	5,48 a	72,09 a	13,73 b	86,27 a	12,47 aB	15,88 aA
3	17,63 b	18,88 b	1,07 a	4,30 b	67,73 b	21,09 a	78,91 b	9,83 bB	12,54 bA
Média Geral	18,50	19,47	1,05	4,83	69,25	18,44	81,56	12,32	
CV (%)	2,43	2,46	1,74	9,32	2,29	5,15	1,16	7,73	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a o formato do fruto, os valores obtidos de DL e DT e a relação entre eles indicam que os frutos de ameixa silvestre têm forma esférica ($0,9 \leq \text{relação} \leq 1,1$). Segundo Andrade et al. (1993), frutos com uniformidade de formato levemente arredondado ou oblongo são preferidos para a fabricação de doces em calda, onde a aparência do produto final é primordial. Para ameixa silvestre, percebe-se que os frutos de cor amarela quando maduro associado ao formato do fruto e aroma característico o torna muito atrativo, favorecendo o seu aproveitamento na agroindústria. Silva et al. (2008) observaram valores médios de 18,9 mm para diâmetro longitudinal e 18,8 mm para diâmetro transversal de frutos de ameixa silvestre proveniente do município de Mossoró-RN em diferentes estádios de maturação.

Os frutos avaliados apresentaram-se com média de massa fresca igual a 4,83 g, não diferindo quanto ao estágio de maturação. Entretanto, houve diferença entre os locais de coleta, tendo os frutos coletados no local 2 apresentado maior massa fresca bem como maior rendimento de polpa e da fração comestível. Para rendimento de casca, observou-se interação significativa, os frutos maduros provenientes do local de coleta 2 se destacaram com maior rendimento, fato que em parte explica o maior rendimento da fração comestível para frutos maduros coletados também neste local, onde a maior concentração de casca é obtida quando os frutos atingem o amadurecimento, e consequentemente, maior rendimento da fração comestível. O local de coleta 2, por apresentar frutos maiores (maior massa fresca), proporcionou maior área de superfície do fruto e maior rendimento de casca. A fração comestível é a principal porção do fruto, pois as sementes corresponderam em média a apenas 18,44% (Tabela 4).

Frutos com maior tamanho observado nos provenientes do local de coleta 2 podem ser explicados pelo fato de os mesmos também ter apresentado maior concentração de minerais (Tabela 2 e 3), que aumenta o potencial osmótico da célula, ocorrendo maior absorção de água, favorecendo o crescimento do fruto. Um aumento na disponibilidade de nutrientes é diretamente relacionado a um aumento no crescimento ou produtividade (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que provavelmente

ocorreu no local de coleta 2, pois é um local vizinho a uma área comercial de melão que é submetida a adubação.

Frutos de ameixa silvestre com características semelhantes ao dos locais de coletas 1 e 3 do presente trabalho foi observado por Silva et al. (2008), que, ao trabalharem também com ameixa silvestre proveniente do município de Mossoró, obtiveram massa fresca de 4,8 g e valores médios de 63,52%, e 20,71% para rendimento de polpa e semente, respectivamente. Valores próximos aos frutos provenientes do local de coleta 2 foram observado por Almeida (2010), que obteve valor médio de 5,39 g e rendimento de polpa de 67,14% para ameixa silvestre proveniente do município de Mossoró-RN. Já em estudo com frutos da ameixa silvestre provenientes do México, realizados por Mora et al. (2009), foram verificados valores de massa do fruto variando entre 4,2 g a 6,5 g, formato do fruto de 1,0 a 1,12 e rendimento da porção comestível variando de 70,8% a 78,4%.

Houve efeito significativo do fator estágio de maturação para acidez total titulável (ATT), sólidos insolúveis totais (SIT), açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (Tabela 4A e 5A, do Apêndice). Já para o fator local de coleta houve efeito significativo para umidade, sólidos totais (ST), sólidos insolúveis totais (SIT), acidez total titulável (ATT), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose e proteína, a interação (locais de coleta x estágios de maturação) foi significativa para pH, sólidos solúveis e cinzas (Tabela 4A e 5A, do Apêndice).

Frutos provenientes do local de coleta 2 apresentaram maior teor de umidade, seguidos dos locais de coleta 1 e 3, respectivamente. Consequentemente, o local de coleta 2 apresentou frutos com menor teor de sólidos totais (Tabela 5). Os valores encontrados para umidade estão coerentes com a maioria das polpas de frutas, cujos valores podem variar de 65% a 95% (CECCHI, 2003). No controle de qualidade de polpas e para definir os parâmetros de compra e venda, como é o caso do açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.), para os sólidos totais o mercado internacional definiu o teor de 14% como o mais aceitável. Para as frações comestíveis e

semente do jamelão, foram apresentados valores de sólidos insolúveis totais de 15,07% e 38,71%, respectivamente (SÁ, 2008).

Para os sólidos insolúveis totais, os frutos quando maduros e os provenientes do local de coleta 3 destacaram-se com maior teor, mas não diferindo do local de coleta 1 (Tabela 5), por constituírem a camada cerosa que reveste a parte externa dos vegetais e serem formados de celulose, algumas hemiceluloses insolúveis e de lignina. Estas, por sua vez, na maioria das frutas, se concentram nas cascas e sementes, geralmente aumentam significativamente com a maturidade da planta. Teores presente na fração comestível do fruto da ameixa silvestre são superiores aos observados em banana (2,5%) (JESUS et al., 2004), fruto do bacuri (1,31%) (CARVALHO et al., 2005) e em frutos de jamelão (2,07%), constituindo um componente importante no bolo alimentar, regulando o funcionamento do intestino (SÁ, 2008).

Para o teor de cinzas, frutos dos locais de coleta 1 e 2 se destacaram apresentando maiores valores (Tabela 5), teor superior quando comparados com os encontrados em frutas e derivados na TACO (2011). Segundo Franco (1992), em termos nutricionais, em geral, maiores teores de cinzas expressam maiores quantidades de minerais, concordando com os resultados de minerais do presente trabalho. O conteúdo de cinzas nos alimentos frescos raramente excede 5%, e em sementes e leguminosas apresenta-se entre 1,5 a 3,6%, superior ao constatado em ameixa, que foi em média de 3,89%.

Quanto à acidez total titulável (ATT), a fração comestível em estágio de maturação maduro apresentou maior conteúdo (Tabela 5). Comportamento semelhante ao observado por Almeida (2010), onde frutos maduros de ameixa silvestre apresentaram maior conteúdo de acidez total titulável (58,82 mEq H_3O^+ /100 g) quando comparados aos frutos verdes (49,91 mEq H_3O^+ /100 g); conteúdo de ATT inferior aos do presente trabalho em ambos os estádios de maturação. Frutos provenientes do local de coleta 1 apresentaram maior acidez, seguidos dos locais 3 e 2, respectivamente. O fato de os frutos provenientes do local de coleta 2 apresentarem maior teor de umidade pode ter causado um efeito diluição e, conseqüentemente, menor conteúdo ATT.

Tabela 5 – Umidade, sólidos totais (ST), sólidos insolúveis totais (SIT), acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), cinzas e sólidos solúveis (SS) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Estádio de Maturação	Características									
	Umidade	ST	SIT	ATT (mEq	pH		Cinzas (%)		SS (°Brix)	
	(%)	(%)	(%)	H ₃ O ⁺ /100g)	Verde	Maduro	Verde	Maduro	Verde	Maduro
Verde	68,64 a	31,36 a	6,78 b	57,23 b	-	-	-	-	-	-
Maduro	68,60 a	31,40 a	8,42 a	66,71 a	-	-	-	-	-	-
Locais										
1	67,19 b	32,81 b	7,52 ab	74,48 a	3,04 aA	2,87 aB	3,98 aB	4,52 aA	24,78 aB	27,67 aA
2	74,96 a	25,04 c	6,80 b	45,19 c	3,19 aA	3,20 aA	4,30 aA	4,55 aA	19,32 bA	17,46 cA
3	63,71 c	36,29 a	8,47 a	66,24 b	3,03 aA	3,05 aA	3,16 bA	3,00 bA	26,59 aA	24,71 bA
Média Geral	68,62	31,38	7,60	61,97	3,06		3,89		23,42	
CV (%)	1,98	4,33	11,22	6,25	2,28		5,22		5,38	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O pH dos frutos em estágio de maturação maduro apresentou mesmo comportamento da ATT, em que os frutos do local de coleta 1 apresentaram mais ácidos, seguidos da região 3 e 2, respectivamente (Tabela 5). Frutos maduros do local 1 apresentaram-se mais ácidos (2,87), em média observou-se valor de pH de 3,06. Tais valores de pH sugerem a ameixa silvestre como um alimento ácido, ou seja, aqueles com $\text{pH} < 4,5$ (STUMBO; MANSON; ZAHRADNIK, 1974). Silva et al. (2008) obtiveram valores de pH 2,6 para polpa madura de ameixa silvestre; já Almeida (2010) obteve valores de 3,16 e 3,03 para polpa verde e maduro, respectivamente, valores próximos aos reportados no presente trabalho.

Frutos da ameixa silvestre apresentam acidez elevada e pH baixo, características desejáveis para industrialização, onde o alto teor de acidez contribui para o sabor acentuado, que por sua vez promove um fator de diluição elevado na formulação de sucos, proporcionando maior rendimento. Já o pH baixo dispensa a acidificação durante o processamento (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993).

Os sólidos solúveis dos frutos maduros provenientes do local de coleta 1 apresentaram maior conteúdo e os do local de coleta 2 menor conteúdo (Tabela 5), mesmo comportamento foi observado para ATT e pH, o que sugere novamente o efeito diluição para explicar valores inferiores do local de coleta 2, onde maior teor de água refletirá em frutos com menor teor de sólidos solúveis. A degradação do amido durante o processo de amadurecimento pode ser um dos fatores do aumento no conteúdo de sólidos solúveis. Mora et al. (2009) verificaram valores de 10,9 a 17% para frutos de ameixa silvestre provenientes do México. Já Silva et al. (2008) verificaram valores de 26,45% para frutos maduros e de 22,25% para frutos verdes de ameixa silvestre provenientes do Brasil. Teores semelhantes aos reportados no presente trabalho.

Sabe-se que os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, que representam várias substâncias, a exemplo dos açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas. A região 2, por apresentar menor conteúdo de acidez titulável (Tabela 5), pressupõe serem os constituintes determinantes no baixo valor de sólidos solúveis apresentado por essa região. Vale ressaltar que o teor de sólidos

solúveis pode variar de acordo com a quantidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, solo, etc.

Os teores de sólidos solúveis da fração comestível encontrados para ameixa silvestre são considerados elevados quando comparados a frutos comercializados, como melancia (8,0%) (ALMEIDA et al., 2010), abacaxi (13,6 a 14,6%) (CUNHA et al., 2007), manga (12,0 a 18,1%) (BATISTA, 2010), goiaba (12,72%) (SERRANO et al., 2007), mamão (12,2 a 13,7%) (PERREIRA, 2009) e banana (21,9%) (SARMENTO et al., 2012).

Teores de açúcares totais (AT) e redutores (AR) apresentaram diferença entre os estádios de maturação, observando-se maior teor para o maduro (Tabela 6). Não houve diferença entre os locais de coleta, apresentando em média teores de 9,83 e 8,87% para AT e AR, respectivamente. Almeida (2010) obteve teores de açúcares totais de 5,43% para frutos verdes e 7,64% para frutos maduros de ameixa silvestre, inferior aos teores do presente trabalho. A ameixa silvestre apresenta teores de açúcares totais inferiores quando comparados a frutos tropicais, tais como abacaxi ‘MD2’ (12,08%), mamão ‘formosa’ (10,60%), manga ‘Tommy Atkins’ (14,12%) e banana (15,4%) (PEREIRA, 2009) e teores superiores aos presentes em tangerina (1,9%), pêssego (5,3%) e manga ‘Van Dyke’ (7,29%) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 6 – Açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), amido (AM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), proteína e lipídio da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Estádio de Maturação	Características							
	AT (%)	AR (%)	AM (%)	FDN (%)	FDA (%)	HEM (%)	Proteína (%)	Lipídio (%)
Verde	9,12 b	8,23 b	6,00 a	47,66 a	34,90 b	12,75 a	6,56 a	5,87 a
Maduro	10,53 a	9,51 a	5,28 a	42,13 b	36,45 a	5,68 b	6,22 a	6,67 a
Locais								
1	10,02 a	8,85 a	5,33 a	43,92 a	36,13 b	7,80 b	5,47 b	5,93 a
2	9,34 a	8,35 a	6,07 a	44,99 a	38,18 a	6,82 b	7,76 a	6,74 a
3	10,11 a	9,41 a	5,53 a	45,76 a	32,73 c	13,03 a	5,95 b	6,14 a
Média Geral	9,83	8,87	5,64	44,89	35,68	9,22	6,39	6,27
CV (%)	11,43	11,59	26,04	3,87	4,20	17,28	11,17	26,06

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao teor de amido, não houve diferença significativa entre os estádios de maturação e locais de coleta (Tabela 5A, do Apêndice), obtendo teor médio de 5,64% (Tabela 6), teores superiores ao obtido por Almeida (2010) também em polpa do fruto de ameixa silvestre, que, em média, apresentou teor de 4,06%. O teor de amido da ameixa silvestre é inferior ao açaí maduro (7,57%) (SOUZA, 2007) e superior ao puçá (2,57%) (SILVEIRA, 2008). Apresenta-se superior a alguns frutos comercializáveis, tais como manga ‘Espada’ (1,5%), ‘Palmer’ (1,8%), ‘Tommy Atkins’ (3,5%) (SILVA et al., 2009), pinha (1,74%) e goiaba ‘Pedro Sato’ (0,46%) (BATISTA, 2010). Apesar de não apresentar diferença significativa entre os estádios de maturação, a conversão do amido em açúcares, pela hidrólise, é altamente desejável em termos de amadurecimento de frutas tropicais (BLEINROTH, 1992); essas transformações têm efeito direto no sabor do produto por proporcionar maior teor de açúcares no final da maturação, conferindo maior qualidade.

Frutos maduros apresentam menor teor de fibra em detergente neutro (FDN), maior teor de fibra em detergente ácido (FDA) e menor teor de hemicelulose (Tabela 6). Não houve diferença para FDN entre as regiões de coleta (Tabela 5A, do Apêndice). Para o FDA, o local de coleta 2 destacou-se com maior teor e o local 3 com maior valor de hemicelulose (Tabela 5). Informações sobre a composição das fibras das plantas mostram variação de acordo com as espécies, cultivar, maturidade, origem e parte utilizada. Os conteúdos de celulose e lignina na maioria das frutas se concentram nas cascas e sementes, geralmente aumentam significativamente com a maturidade da planta; já as frações solúveis, como as pectinas, em algumas frutas se encontram na polpa, em outras na casca (SÁ, 2008). Os valores encontrados no presente trabalho sugerem que a fração comestível da ameixa silvestre é uma boa fonte de fibras.

Quanto ao teor de proteína, não houve diferença significativa entre os estádios de maturação, entretanto, houve diferença entre os locais de coleta (Tabela 5A, do Apêndice), frutos do local de coleta 2 se destacaram apresentando maior teor de proteína (7,76%), concordando com os valores observados para Nitrogênio, onde frutos provenientes do local de coleta 2 também obtiveram maiores conteúdos

para essa variável. O teor de proteína presente na fração comestível do fruto da ameixa silvestre é bastante expressivo, superior a muitos valores apresentados na TACO (2011), para frutos de jabuticaba (0,6%), jambo (0,9%) e goiaba vermelha (1,1%). Já o pequi tem em sua constituição 3% de proteína na polpa (LIMA et al., 2007). Desta forma, a fração comestível do fruto de ameixa silvestre é uma boa fonte de proteína, característica desejável para sua inclusão na dieta alimentar.

Para lipídio, não houve diferença significativa para o fator estágio de maturação e locais de coleta (Tabela 5A, do Apêndice): em média o teor de lipídio foi de 6,27% (Tabela 6). Esse teor de lipídio é considerado elevado, visto que com exceção da macaúba (40,7%), pequi (18,0%), tucumã (19,1%) e o abacate (8,4 g/100 g), as demais frutas e hortaliças contêm baixos teores, em torno de 1%, como pode ser observado na TACO (2011).

2.5.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Os resultados para compostos bioativos da fração comestível do fruto de ameixa silvestre estão apresentados nas tabelas 7 e 8. De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo do fator local de coleta para vitamina C (Vit. C), carotenoides totais (CT) e flavonoides amarelos. Já para o fator estágio de maturação houve efeito significativo para CT e FA e a interação (locais de coleta x estádios de maturação) foi significativa para antocianinas totais (ANT) e polifenóis extraíveis totais (PET) (Tabela 6A, do Apêndice).

A vitamina C em média apresentou conteúdo de 160,26 mg de vitamina C/100 g de fração comestível. Os frutos provenientes dos locais de coleta 1 e 3 se destacaram apresentando maior conteúdo e o local 2 menor (Tabela 7). Conteúdo de vitamina C superior ao presente trabalho para fração comestível foi observado em estudo realizado por Silva et al. (2008) no qual constataram conteúdo médio de 251,21 mg de vitamina C/100 g de polpa de fruto de ameixa silvestre. Entretanto, os teores de vitamina C dos frutos do presente trabalho apresentaram-se superiores

ao constatado por Almeida (2010) também para frutos de ameixa silvestre, que foi de 99,85 mg de vitamina C/100 g de polpa.

Tabela 7 – Vitamina C (Vit. C), carotenoides totais (CT) e flavonoides amarelos (FA) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Estádio de Maturação	Características		
	Vit. C (mg/100g)	CT (mg/100g)	FA (mg/100g)
Verde	156,70 a	0,97 a	46,53 a
Maduro	164,26 a	0,89 b	39,72 b
Locais			
1	179,02 a	1,02 a	44,97 ab
2	123,16 b	0,92 b	45,39 a
3	179,26 a	0,85 b	39,01 b
Média Geral	160,26	0,93	43,12
CV (%)	10,89	8,06	10,84

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Legislação Brasileira recomenda uma ingestão diária de vitamina C para um adulto de 45 mg (BRASIL, 2005), bem inferior à quantidade encontrada em uma porção de 100 g da fração comestível do fruto da ameixa silvestre (Tabela 7). Quando comparado o conteúdo de vitamina C obtido em ameixa silvestre a frutos considerados boas fontes de vitamina C – a exemplo da goiaba ‘paluma’, com 78,80 mg/100 g (BATISTA, 2010), laranja Pêra com 73,3 mg/100 g e mexerica Rio, com 112,0 mg/100 g (TACO, 2011) –, pode-se considerar o fruto da ameixa silvestre uma rica fonte de vitamina C. Entretanto, os conteúdos foram bem inferiores ao observado em camu-camu, com 1882 mg/100 g, e acerola, com 1357 mg/100 g (RUFINO et al., 2010), conhecidas como as frutas campeãs em vitamina C.

O conteúdo de carotenoides totais e flavonoides amarelos foram maiores em frutos no estágio de maturação verde (Tabelas 7). Para carotenoides totais,

frutos provenientes do local de coleta 1 apresentaram fração comestível com maior conteúdo (1,02 mg/100 g). Estes valores foram superiores ao observado por Almeida (2010) para carotenoides totais, obtendo em média conteúdo de 0,83 mg/100 g para polpa de ameixa silvestre. Comparando com outros frutos, a ameixa silvestre tem conteúdo de carotenoides totais inferior ao da manga ‘Tommy Atkins’ (3,3 mg/100 g), mamão ‘Formosa’ (3,1 mg/100 g) e goiaba ‘Paluma’ (1,6 mg/100 g) e superior, entretanto, ao presente em abacaxi (0,2 mg/100 g a 0,3 mg/100 g) e lima ácida ‘Tahiti’ (0,05 mg/100 g) (PEREIRA, 2009). O clima tropical brasileiro favorece a ocorrência de uma grande variedade de frutas ricas em carotenoides (RIBEIRO, 2006).

Para os flavonoides amarelos, os frutos do local de coleta 2 se destacaram com maior conteúdo na fração comestível, entretanto, não diferindo da região 1 (Tabela 7), que em média apresentou conteúdo de 43,12 mg/100 g. Conteúdo de flavonoide da fração comestível do presente trabalho se apresentou superior ao observado por Lamien-Meda et al. (2008) para frutos de ameixa silvestre provenientes de Burkina Faso, África, que obtiveram valores de 30,96 e 23,60 mg/100 g, extrato MeOH 70% e Acetona 70%, respectivamente; e ao encontrado por Almeida (2010), com conteúdo de 22,07 mg/100 g e 14,57 mg/100 g para frutos verdes e maduros, respectivamente. Para antocianinas totais, frutos maduros do local de coleta 3 apresentaram menor conteúdo (Tabela 8). Valores superiores foram verificado por Rufino et al. (2010) para o fruto de murta, com 207 e 143 mg/100 g e açaí, com 91,3 e 111 mg/100 g de flavonoides amarelos e antocianinas totais, respectivamente. Já a acerola tem conteúdo de flavonoides amarelos (9,6 mg /100 g) e antocianina (18,9 mg/100g) inferior ao encontrado em ameixa silvestre.

Quanto ao conteúdo de polifenóis extraíveis totais (PET), frutos com estágio de maturação verde apresentaram maior conteúdo, exceto para o local de coleta 1, onde não houve diferença entre os estádios de maturação; os frutos maduros do local de coleta 2 se destacaram com menor conteúdo (Tabela 8). O conteúdo de PET do presente trabalho foi superior ao obtido por Mora et al. (2009), que encontraram variação entre 970 a 2960 mg/100 g para frutos de ameixa silvestre provenientes do México, e por Lamien-Meda et al. (2008), que obtiveram

conteúdo variando de 2230,0 a 2086,67 mg GAE/100 g em extrato MeOH a 70% e Acetona a 70%, respectivamente, para ameixa silvestre proveniente da África. Rufino et al. (2010), avaliando dezoito espécies frutíferas brasileiras não tradicionais, observaram que os frutos mais ricos em PET foram camu-camu (1176 mg GAE/100 g), acerola (1063 mg GAE/100 g) e puçá-preto (868 mg GAE/100 g), valores inferiores aos encontrados na ameixa silvestre. Portanto, a ameixa silvestre é uma importante fonte de PET.

Tabela 8 – Antocianinas totais (ANT) e polifenóis extraíveis totais (PET) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características			
	ANT (mg/100g)		PET (mg/100g)	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro
1	3,31 bA	2,95 aA	3765,51 aA	3364,57 aA
2	4,20 aA	2,82 aB	2915,04 aA	1427,97 bB
3	5,40 aA	2,71 aB	4286,20 aA	2639,60 aB
Média Geral	3,59		3066,48	
CV (%)	18,77		16,39	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para atividade antioxidante total (AAT), houve interação significativa em ambos os métodos utilizados (Tabela 6A, do Apêndice). Pelo método DPPH, os frutos provenientes do local de coleta 1 apresentaram maior potencial antioxidante (menor g fruta/g DPPH) nos dois estádios de maturação (verde e maduro), comportamento semelhante ao obtido pelo método ABTS (Tabela 9). Frutos coletados no local 1 não apresentaram diferença para atividade antioxidante entre os dois estádios de maturação. Frutos maduros do local de coleta 2 apresentaram menor AAT (Tabela 9). Lamien-Meda et al. (2008) relatam que frutos de ameixa silvestre provenientes de Burkina Faso, África, apresentam elevada capacidade antioxidante. Rufino et al. (2010), ao analisarem a atividade antioxidante total pelo

método DPPH e ABTS de dezoito frutas tropicais não tradicionais, observaram AAT inferiores ao da ameixa silvestre. Frutos da ameixa silvestre apresentam elevado potencial antioxidante, podendo, assim, ser recomendada tanto para o consumo *in natura* como para aplicação nos setores farmacêuticos, cosméticos e nutricionais devido aos benefícios que podem proporcionar à saúde dos consumidores, sequestrando radicais livres, contribuindo para a redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas.

Tabela 9 – Atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH e ABTS da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características			
	AAT (g fruta/g DPPH)		AAT (μmol Trolox/g) (ABTS)	
	Verde	Maduro	Verde	Maduro
1	257,93 bA	307,03 bA	285,31 aA	308,16 aA
2	358,60 aB	595,19 aA	229,09 bA	117,63 cB
3	329,85 aA	344,68 aA	348,96 aA	221,05 bB
Média Geral	365,55		251,70	
CV (%)	14,86		18,46	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que a atividade antioxidante e o conteúdo de PET e vitamina C foram menores nos frutos provenientes do local de coleta 2, que, como já relatado anteriormente, foi o local de ocorrência de ameixa silvestre vizinha a áreas de produção comercial de melão submetido a adubação e, conseqüentemente, essas plantas sofreram menos estresse no que se refere à disponibilidade de nutrientes, concordando com outros estudos que relatam que os compostos bioativos, responsáveis pelo potencial antioxidante, são sintetizados em maiores quantidades quando a planta é submetida ao estresse (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De acordo com a correlação de Pearson (Tabela 10), entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total realizada para fração comestível (polpa e

casca), pode ser observado que houve correlações significativas entre a atividade antioxidante total, pelos métodos DPPH e ABTS, com o conteúdo de polifenóis extraíveis totais e vitamina C. Pelo método do DPPH, a correlação foi negativa, pois este método avalia a quantidade de polpa de fruto para neutralizar o radical DPPH, inversamente proporcional à atividade antioxidante. Esta análise de correlação indica que os conteúdos de polifenóis e de vitamina C são os principais responsáveis pela elevada atividade antioxidante das frações comestíveis do fruto da ameixa silvestre.

Tabela 10 – Correlação de Pearson realizada entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total pelos métodos DPPH e ABTS da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre, Mossoró-RN.

	FL	ANT	PET	CT	Vit. C	DPPH
ANT	0,5927*					
PET	0,2125	0,3627				
CT	-0,3980*	0,0675	0,2754			
Vit. C	-0,3496	0,0533	0,4414*	0,0089		
DPPH	-0,2055	-0,3067	-0,7295*	-0,2641	-0,4777*	
ABTS	0,1774	0,3123	0,8491*	0,1856	0,4165*	-0,7725*

Rufino et al. (2010), ao analisarem a correlação entre os compostos bioativos e atividade antioxidante de dezoito frutas tropicais não tradicionais pelo método ABTS, também obtiveram correlações positivas e significativas para o conteúdo de vitamina C (0,70**) e para o conteúdo de polifenóis extraíveis totais (0,92**); e pelo método DPPH, correlação negativa significativa para o conteúdo de vitamina C.

2.6 CONCLUSÕES

A fração comestível do fruto da *Ximenia americana* é uma boa fonte de N, P, K, Cu e Mn; tendo os frutos provenientes da comunidade de Pau Branco (local de coleta 2) extraído maior quantidade de macro e micro;

A fração comestível do fruto da *Ximenia americana* contém elevados teores de lipídios, proteínas, açúcares, fibras, amido, acidez titulável, vitamina C, flavonoides amarelos, polifenóis e atividade antioxidante;

A fração comestível do fruto verde contém maior conteúdo de polifenóis extraíveis totais, carotenoides totais, flavonoides amarelos e antocianina totais;

A fração comestível dos frutos provenientes da comunidade de Pau Branco (local de coleta 2) contém menor conteúdo de polifenóis extraíveis totais, atividade antioxidante, acidez e sólidos totais; maior umidade, massa do fruto, rendimento de polpa, rendimento da fração comestível e conteúdo de proteína;

A atividade antioxidante atribuída à fração comestível do fruto da *Ximenia americana* mostrou-se relacionada aos elevados conteúdos de polifenóis extraíveis totais e vitamina C.

2.7 REFERÊNCIAS

AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometereológico. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

ALMEIDA, M. L. B. **Compostos bioativos e potencial antioxidante da Ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.)**. 2010. 57f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2010.

ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G.; ROCHA, R. H. C.; MORAIS, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização físico-química de melancia 'quetzali' durante o desenvolvimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 28-31, 2010.

ALVES, R. R. N.; SILVA, A. A. G.; SOUTO, W. M. S.; BARBOZA, R. R. D. utilização e comércio de plantas medicinais em campina grande, PB, Brasil. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, n. 2, p. 175-198. 2007.

ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física e química dos frutos de Araçá-Pêra (*Psidium acutangulum* D. C.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n. 2, p. 213-217, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002. 1115 p.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no submédio do vale do São Francisco**. 2010. p. 35-49. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2010.

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

BRASIL. ANVISA. Resolução RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Poder Executivo, Brasília, DF, de 23 de set. de 2005.

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia de pós-colheita de frutos tropicais**. 2. ed. Campinas: ITAL, 1992. 203 p.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, Série B).

CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Caracterização física de frutos de matrizes selecionadas de bacurizeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2005, Cabo Frio. **Anais...** Cabo Frio: UENP/UFRURAL, 2005. p. 379.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

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

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P.; CALDAS, R. C. Avaliação de genótipos de abacaxi resistentes à fusariose em Coração de Maria, Bahia. **Magistra**, v. 19, n. 3, p. 219-223, 2007.

FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. London, UK: Academic Press, 1982, 263 p.

FRANCO, E. A. P.; BARROS, R. F. M. Uso e diversidade de plantas medicinais no Quilombo Olho D'água dos Pires, Esperantina, Piauí. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 78-88, 2006.

FRANCO, G. **Nutrição**: texto básico e tabelas de composição química dos alimentos. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 178 p.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2003, 307 p.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed. São Paulo, v. 1, 2005. 533p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira, **Bragantia**, v. 63, n. 3, p. 315-323, 2004.

LAMIEN-MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; COMPAORÉ, M. M. Y.; MEDA, R. N. T.; KIENDREBEOGO, M.; ZEBE, B.; MILLOGO, J. F.; NACOUUMA, O. G. Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Fourteen Wild Edible Fruits from Burkina Faso. **Molecules**, v. 13, p. 581-594, 2008.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na Polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

LOPES, J. F. Melhoramento genético (chuchu, melancia, melão e pepino). In: LOPES, J. F. **Cucurbitáceas**: informativo agropecuário. Belo Horizonte: [s.n.], 1982. p. 61-65.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores, arbustos e suas utilidades**, 1. ed. São Paulo: G&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959.

MORA, V. H. F.; FRANCO-MORA, O.; LÓPEZ-SANDOVAL, J. A.; PÉREZ-LÓPEZ, D. J.; BALBUENA-MELGAREJO, A. Characterization of wild plum (*Ximenia americana* L. var. *americana*; Olacaceae) fruit growing at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. **Recursos Genéticos e Evolução da Colheita**, v. 56, p. 719-727, 2009.

MORAIS, S. M.; DANTAS, J. D. P.; SILVA, A. R. A.; MAGALHÃES, E. F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 169-177, 2005.

NASCIMENTO, V. T.; MOURA, N. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. A. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2112–2119, 2011.

ODHAV, B.; BEEKRUM, S.; AKULA, U. S.; BAIJNATH, H. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu – Natal, South Africa. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, n. 5, p. 430-435, 2007.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 282-301, 2010.

PEREIRA, A. C. da S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no ceará**. 2009. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PITA, J. S. L. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo**. 2012. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos: área de concentração em Engenharia de

Processos de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

REZANKA, T.; SIGLER, K. Identification of very long chain unsaturated fatty acids from *Ximenia* oil by atmospheric pressure chemical ionization liquid chromatography–mass spectroscopy. **Phytochemistry**, v. 68, p. 925-934, 2007.

RIBEIRO, S. M. R. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no Estado de Minas Gerais**. 2006. 149f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 1, p. 31-42, 2010.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.+**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-tradicional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SÁ, A. P. C. E. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels)**. 2008. 72p. Dissertação (mestrado em Ciências: área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos.) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, 2008.

SACANDE, M.; VAUTIER, H. *Ximenia americana* L. **Forest e Landse Denm**, v. 112, p.1-2, 2006.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A. Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal Science Food Agriculture**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D.; ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G.; SARMENTO, D. H. A.; BATALHA, S. A. Qualidade pós-colheita de banana submetida ao cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2012.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V.; TARDIN, F. D. Goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 6, p. 785-792, 2007.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, v. 56, n. 6, p. 783-789, 2009.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: 1981. p. 99-102.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, F. C. **Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p. (Ed. Técnico).

SILVA, G. G.; SOUZA, P. A.; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C.; MOURA, R. D.; MENEZES, J. B. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 311-314, 2008.

SILVEIRA, M. R. S. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de puçazeiro “coroa de frade” (*Mouriri elliptica* Mart.) da vegetação litorânea do Ceará**. 2008. 118f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SOUZA, M. C. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart)**. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2007.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V. CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, p. 381-386, 2012.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 42 p.

STUMBO, C. R.; MANSON, J. E.; ZAHRADNIK, J. W., Evaluation Of Thermal Processes For Conduction Heating Foods In Pear-Shaped Containers. **Journal Of Food Science**, v. 39, p. 276, 1974.

TACO – **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. 161 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DA SEMENTE DE AMEIXA SILVESTRE NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

3.1 RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar as sementes da ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.) provenientes de diferentes locais de ocorrência de produção no município de Mossoró-RN quanto aos aspectos físicos, químicos e o potencial antioxidante. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, totalizando 25 sementes por parcela experimental. As sementes foram provenientes de frutos coletados nas comunidades de Mulungunzinho, Pau Branco e Mata do Meio pertencente ao município de Mossoró-RN. As amostras foram conduzidas a laboratórios da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, em Mossoró-RN, para a realização das análises: massa fresca; rendimento; diâmetro longitudinal e transversal; umidade; sólidos totais; sólidos insolúveis totais; acidez titulável; pH; sólidos solúveis; açúcares totais e redutores; amido; fibras; proteína; lipídeo; cinzas; minerais; vitamina C; carotenoides totais; flavonóides amarelos; antocianinas totais; polifenóis extraíveis totais; e atividade antioxidante pelo método DPPH e ABTS. A semente da *Ximenia americana* é uma boa fonte de N, P, K, Cu e Mn, sendo que as da comunidade de Pau Branco tiveram maior quantidade de Na e Mn; contém elevados teores de lipídeo, proteína, fibras, amido, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante; as sementes provenientes da comunidade Pau Branco contêm menor rendimento de semente, conteúdo de polifenóis, atividade antioxidante e maior teor de amido e pH; a atividade antioxidante atribuída à semente da *Ximenia americana* deve-se aos elevados conteúdos de polifenóis extraíveis totais.

Palavras-Chave: *Ximenia Americana*, compostos bioativos, caatinga, minerais, atividade antioxidante.

3.2 ABSTRACT

The current research had as its main aim to evaluate the antioxidant potential and the chemical/physical aspects of wild plum (*Ximenia americana* L.) originated from different places in Mossoró with respect to the chemical/physical aspects and the antioxidant potential. The experimental design was completely randomized with four repetitions composed of 25 seed each. The seeds were originated from fruits collected in the communities of Mulungunzinho, Pau Branco e Mata do Meio, belonging to the municipality of Mossoró-RN. The samples were transported to laboratories of Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, in Mossoró-RN, in order to accomplish the following analysis: weight; yield; transverse and longitudinal diameter, humidity; total solids; insoluble solids; titratable acidity; pH; soluble solids; total and reducing sugars; starch; fibers; protein; lipids; ashes; minerals; C vitamin; total carotenoids; yellow flavonoids; total anthocyanin; total extractable polyphenols; and antioxidant activity by DPPH and ABTS methods. The seed of plum is a good source of N, P, K, Cu and Mn, and the seeds originated from Pau Branco had higher quantity of Na and Mn; it has high values of lipids, proteins, sugars, fibers, starch, titratable acidity, C vitamin, yellow flavonoids, polyphenols and antioxidant activity; the seeds originated from Pau Branco have smaller seeds' yield, polyphenols content, antioxidant activity and higher starch value and pH; the antioxidant activity attributed to the seed of *Ximenia americana* is due to the high values of total extractable polyphenols.

Key-words: *Ximenia americana*, bioactive compound, scrub savanna, minerals, antioxidant activity.

3.3 INTRODUÇÃO

O Brasil tem, distribuída em seus diferentes ecossistemas, uma grande diversidade florística e, graças à sua localização geográfica e dimensão territorial, possui uma das maiores diversidade do mundo. Uma parcela significativa dessa diversidade está no semiárido Nordestino, conhecido como Caatinga (NASCIMENTO et al., 2011), a qual apresenta diversificada riqueza em espécies vegetais, muitas das quais são poucas estudadas e, conseqüentemente, seus benefícios não são aproveitados pelo homem.

Dentre estas espécies silvestres espontaneamente adaptadas à região semiárida do Brasil e com alta população, encontra-se a ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.), também conhecida popularmente por ameixeira, ameixa-do-mato, ameixa-da-terra, ameixa-brava, dentre outros, conforme o local em que está adaptada. É uma planta cosmopolita tropical comumente encontrada na África, Índia, Nova Zelândia, América Central e América do Sul. No Brasil, sua ocorrência se estende desde o Pará a Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, inclusive nos tabuleiros litorâneos do Nordeste do Brasil (REZANKA; SIGLER, 2007; SACANDE; VAUTIER, 2006; SOUZA, 2008). O fruto é uma drupa amarelo-alaranjada, ovoide, com cerca de 1,5 a 2 cm de diâmetro, contendo polpa aromática, mais ou menos doce, adstringente, pouco aquosa, envolvendo uma semente com amêndoa branca (MATOS, 2007; SOUZA, 2008; LORENZI, 2008). O período de frutificação é curto, inicia-se no mês de dezembro e se estende até fevereiro.

O fruto da ameixa silvestre é rico em vitamina C (REZANKA; SIGLER, 2007; SILVA et al., 2008) e compostos fenólicos (LAMIEN-MEDA et al., 2008; MORA et al., 2009; ALMEIDA, 2010), que constituem um antioxidante natural importante na dieta humana.

As sementes, consideradas purgativas e muito saborosas, possuem um óleo viscoso, o qual é usado como tempero. Esses óleos vegetais têm sua importância aumentada não apenas pelo valor nutricional, mas também pelo uso na indústria de

produtos cosméticos, além do uso como lubrificantes e como resina para tintas (BRASILEIRO et al., 2008).

Sementes de frutas geralmente não têm recebido muita atenção como fontes antioxidantes, provavelmente devido à falta de conhecimento da população a respeito da sua utilização e consumo (SOONG; BARLOW, 2004). Trabalhos demonstram que sementes constituem uma importante fonte natural de antioxidantes (OLIVEIRA et al., 2009; ROESLER et al., 2007). A potencialidade da semente dessa espécie como fonte de energia, carboidratos, vitaminas, minerais e propriedades bioativas benéficas à saúde não é conhecida. Desta forma, são necessárias pesquisas que gerem informações sobre o conteúdo orgânico e mineral da semente da ameixa silvestre.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar quanto aos aspectos físicos, químicos e o potencial antioxidante da semente da ameixa silvestre proveniente de diferentes localidades de ocorrência de produção no município de Mossoró-RN.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Coleta dos frutos

As sementes de ameixa silvestre foram provenientes de plantas que se encontram de forma espontânea e dispersas em três áreas com ocorrência de produção no município de Mossoró-RN. As áreas de coleta foram: Comunidade de Mulunguzinho (5° 16' 52'' S e 37° 11' 46'' W), Comunidade Pau Branco (04° 54' 9,4'' S e 37° 21' 59,9'' W) e Comunidade Mato do Meio (Bairro Malvinas – 5° 14' 28'' S e 37° 17' 29'' W), denominadas locais de coleta 1, 2 e 3, respectivamente. Sementes provenientes do local de coleta 2, diferentemente do local de coleta 1 e 3, foram obtidas de plantas localizadas em uma Fazenda de produção comercial de melão, na qual faz uso de todo um pacote tecnológico de adução e fertirrigação.

O clima da região, segundo a classificação Köppen, é “BSwh”, isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995). O solo do local de coleta 1 é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, o local de coleta 2 como Latossolo Vermelho Amarelo e local de coleta 3 como Rendzina (AGRITEMPO, 2013).

Os dados climáticos dos locais de coleta foram obtidos no período de outubro a dezembro de 2011 e janeiro a fevereiro de 2012 (Tabela 1), período correspondente à produção e coleta dos frutos da ameixa silvestre. Os locais de coleta 1 e 3, por estarem mais próximos à estação meteorológica da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), tiveram os dados obtidos da referida instituição. Já os dados do local de coleta 2 (comunidade Pau Branco) foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidos de uma estação localizada no próprio local.

Tabela 1 – Média mensal dos registros meteorológicos de umidade relativa (UR, %), temperatura (T, °C) e soma da precipitação (P, mm) registradas no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012 nas estações meteorológicas da UFERSA e da comunidade de Pau Branco (Pau B.), Mossoró-RN.

Período	UR (%)		TM (°C)		P (mm)	
	UFERSA	Pau B.	UFERSA	Pau B.	UFERSA	Pau B.
10/2011	60,86	60,2	27,78	27,3	9,14	0,2
11/2011	60,96	65,7	28,05	28,0	8,13	11
12/2011	61,75	65,7	28,05	28,1	0	0,2
01/2012	63,23	67,4	28,07	28,1	28,95	48,2
02/2012	67,30	66,5	27,39	28,2	67,83	5,8

Fonte: Estação meteorológica da UFERSA e INMET (2012).

As sementes foram obtidas de frutos maduros (casca amarela) colhidos diretamente da copa da planta durante os meses de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012. Em seguida, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita de Frutos da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró/RN, onde foram lavados em água corrente e passaram por um processo de seleção, sendo descartados aqueles que apresentavam danos por cortes, abrasões, ataques de insetos ou animais. As sementes foram separadas da fração comestível (polpa e casca) de forma manual com auxílio de faca de aço inoxidável e, em seguida, submetidas às avaliações físicas. Posteriormente, foram trituradas em moinho de aço inoxidável tipo Wiley, acondicionadas em potes de plásticos e armazenadas em *freezer* para as avaliações físico-química, química e de potencial antioxidante.

No Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, foram realizadas as seguintes avaliações: diâmetro longitudinal e transversal; massa das sementes; rendimento de semente; umidade; sólidos totais; sólidos insolúveis totais; sólidos solúveis; acidez titulável; pH; açúcares totais e redutores; amido; vitamina C; carotenoides totais; flavonoides amarelos; antocianinas totais; polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante pelo método DPPH e ABTS. No Laboratório de

Análise em Nutrição Animal, foram realizadas as avaliações de lipídio, fibras e cinzas; e no Laboratório de Análises de Solos, Água e Planta foram feitas as avaliações de minerais.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, totalizando 25 sementes por parcela experimental.

3.4.2 Características avaliadas

3.4.2.1 Diâmetro transversal e longitudinal

Foram determinados em 25 sementes/repetição usando-se um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetro (mm).

3.4.2.2 Massa fresca da semente

Determinada pelo valor médio da pesagem individual de 25 sementes/repetição em balança semianalítica, com os resultados expressos em grama (g).

3.4.2.3 Rendimento de semente

Determinado em 25 frutos/repetição, em que foram descascadas e retiradas a semente e a fração comestível (polpa e casca) para obter a massa das frações

individuais. O rendimento foi determinado por diferença entre a massa total do fruto e a massa da semente, e os valores foram expressos em porcentagem (%).

3.4.2.4 Umidade

Foi determinada por gravimetria e constou da pesagem de alíquotas com 10 g da semente em pesa-filtros previamente tarados e aquecidos em estufa a 105 °C até a obtenção de pesos constantes, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.4.2.5 Sólidos totais

Foram estimados pela diferença entre 100 e o teor de umidade, sendo os resultados expressos em porcentagem (%) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.4.2.6 Sólidos solúveis

Foram determinados em alíquota de 1 g diluído para 2 mL de água destilada, e em seguida homogeneizado (resultados finais multiplicado por 3), através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co, LTD., Japan) com compensação automática de temperatura (AOAC, 2002). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.4.2.7 Sólidos insolúveis totais

Foram calculados pela diferença entre os teores de sólidos totais e sólidos solúveis. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.4.2.8 Resíduos minerais fixos (cinzas)

A determinação de resíduo por incineração (cinzas) foi realizada em amostras de 2 g da semente incinerada em mufla a 550 °C por aproximadamente 4 horas, sendo os resultados expressos em porcentagem (%), de acordo com metodologia de análise de alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002).

3.4.2.9 Acidez titulável

Determinada em duplicata, utilizando-se 1 g da semente transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água. A seguir, realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1 M, até pH 8,1, previamente padronizada. Os resultados foram expressos em mEq H_3O^+ /100 g (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.4.2.10 pH

O pH foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, em alíquotas de 3 g da semente diluída em 30 mL de água destilada (AOAC, 2002).

3.4.2.11 Açúcares totais

Foram determinados pelo método de Antrona, conforme Yemn e Willis (1954), a partir de 1 g das amostras, diluído em balão volumétrico de 50 mL com álcool 80%, e desses foi retirada uma alíquota de 10 mL e diluída em balão de 50 mL com água destilada para a retirada do extrato; em seguida, foi tomada uma alíquota de 100 µL para realizar a análise. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em g/100 g de sementes.

3.4.2.12 Açúcares redutores

Para açúcares redutores, a extração foi feita em água destilada e determinada segundo Miller (1959). O extrato foi obtido da diluição de 1,0 g da semente em um balão de 100 mL com água destilada, filtrando em seguida com papel Wathman qualitativo nº 1; tomou-se 1,3 mL, a este volume adicionou 0,2 mL de água destilada e 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, procedendo-se à reação em banho-maria, a 100 °C por 5 minutos; após resfriadas em banho de gelo, o volume das amostras foi completado para 10 mL; as leituras foram feitas em

espectrofotômetro a 540 nm e os resultados foram expressos em g/100 g de semente.

3.4.2.13 Amido

O amido foi determinado conforme metodologia proposta por Silva (1981). Uma amostra de 2,5 g foi diluída em 50 mL de água destilada e centrifugada, durante 5 minutos, por três vezes, a 10.000 rpm, com o descarte do sobrenadante. Ao resíduo, foram adicionados 50 mL de água destilada e 2,5 mL de ácido clorídrico 37% P.A. O preparo foi mantido em fervura durante 2 h, sob refluxo, e em seguida foi resfriado e neutralizado com solução de carbonato de sódio a 20%; filtrou-se para balão volumétrico de 250 mL, completando-o com água destilada, transferiu-se alíquota do extrato de 0,25 mL diluído para tubo de ensaio e completando-os para 1,5 mL com água destilada, posteriormente adicionando 1 mL de solução de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, seguido da agitação, procedendo-se à reação em banho-maria a 100 °C por cinco minutos e imediatamente resfriados em banho de gelo; o volume das amostras foi completado para 10 mL (adicionou 7,5 mL de água destilada). As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm e os resultados obtidos foram multiplicados pelo fator 0,90 para a determinação do amido em g/100 g de massa fresca de semente.

3.4.2.14 Fibras e hemicelulose

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com metodologia de análise de alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002); utilizando 0,5 g da semente seca em estufa e previamente triturada em moinho. Os resultados foram expressos em porcentagem (%). A

hemicelulose foi obtida pela diferença entre FDN e FDA e o resultado foi expresso em porcentagem (%) (SILVA; QUEIROZ, 2002).

3.4.2.15 Proteína

A proteína foi determinada pelo método de Kjeldahl (SILVA, 2009), determinando o nitrogênio total da amostra, que, através de cálculo ($\text{Proteína} = \text{Nitrogênio}_{\text{total}} \times 6,25$), é transformado em nitrogênio proteico (proteína na amostra). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.4.2.16 Lipídios

Os lipídios foram determinados por extração direta em Soxhlet por 4 a 6 horas utilizando 2 g da semente em cartucho extrator preparado com papel Whatman nº 1, de acordo com metodologia de análise de alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.4.2.17 Vitamina C

Foi determinada por titulometria com solução Tilman (DFI – 2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02%), tomando-se 1 g das amostras e diluídos para balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5%, conforme metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967) e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g de semente.

3.4.2.18 Antocianinas totais e flavonoides amarelos

Antocianinas totais e flavonoides amarelos foram determinados segundo Francis (1982). Pesou-se 1,0 g das amostras, em seguida adicionaram-se 30 mL da solução extratora etanol 95 % - HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um homogeneizador de tecidos tipo Turrax por 2 minutos na velocidade 5. Logo depois, transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, aferindo com a própria solução extratora sem filtrar e posteriormente acondicionado em frascos de vidro âmbar, deixando-os descansar por uma noite em geladeira. Filtrou-se o material para becker de 50 mL sempre envolto com papel alumínio. As leituras foram feitas a 374 nm para flavonoides e 535 nm para as antocianinas, e os resultados foram expressos em mg/100 g, calculados através da fórmula: Absorbância x fator de diluição/76,6 ou 98,2 para flavonoides ou antocianinas totais, respectivamente.

3.4.2.19 Carotenoides totais

Foram determinados pelo método de Higby (1962). Para a extração, foram pesados 5 g das amostras, adicionados 15 mL de álcool isopropílico e 5 mL de hexano, sendo homogeneizados em um homogeneizador de tecidos tipo Turrax por 2 min na velocidade 5. Logo depois, transferiu-se o conteúdo para funil de separação vidro âmbar de 125 mL, completando-se o conteúdo com água e deixando-se descansar por 30 min, fazendo-se a lavagem logo em seguida. Após 3 descansos de 30 minutos cada, filtrou-se o conteúdo através de algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro P. A., para um balão volumétrico de 25 mL envolto em papel alumínio, completando-se o volume com 2,5 mL de acetona e o restante com hexano. As leituras foram feitas em um comprimento de onda de 450 nm.

Calculados através da fórmula: carotenoides totais = $(A_{450} \times 100)/(250 \times L \times W)$, em que:

A_{450} = absorbância;

L = largura da cubeta em cm;

W = quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL.

3.4.2.20 Polifenóis extraíveis totais

Foram determinados por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). A extração foi realizada utilizando 1,0 g da semente, adicionando 20 mL de solução de metanol 50% (primeira solução extratora), homogeneizando e deixando em repouso por 1 hora para extração. Logo em seguida, as misturas foram centrifugadas a 10.000 rpm por 20 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante obtido foi filtrado e colocado em um balão de 50 mL protegido da luz. O precipitado foi dissolvido em 20 mL de solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais uma hora para extração. Logo em seguida, as misturas foram centrifugadas a 10.000 rpm por 20 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 50 mL, aferindo com água destilada, obtendo assim os extratos. A determinação foi realizada usando alíquotas de 0,04 a 0,1 mL dos extratos, completando-se para 1 mL com água destilada, 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de NaCO_3 20% e 2 mL de água destilada em tubos de ensaio, sendo em seguida homogeneizados e deixados em repouso por 30 minutos. Depois de decorrido o tempo, a leitura foi realizada em espectrofotômetro, usando a curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/100 g.

3.4.2.21 Atividade antioxidante total (AAT)

3.4.2.21.1 ABTS ou TEAC (*Atividade Antioxidante Equivalente ao Trolox*)

AAT foi obtida pelo método ABTS (Ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (7 mM) com persulfato de potássio (2,45 µM, concentração final). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$, diluiu-se com etanol até obter um valor de absorbância de $700 \text{ nm} \pm 0,05$. O extrato foi o mesmo utilizado para determinação dos polifenóis extraíveis totais.

A leitura em espectrofotômetro foi realizada exatamente após 6 minutos, a partir da mistura do radical com o extrato em um comprimento de onda de 734 nm. Utilizou-se uma alíquota de 30 µL de amostra e 3 mL de radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$. A curva gerada a partir dos valores das absorbâncias e das concentrações das amostras foi calculada. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorbância equivalente a 1.000 µM de Trolox, sendo os resultados expressos em µM Trolox/g (RUFINO et al., 2006).

3.4.2.21.2 DPPH

O ensaio é baseado no sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. O método adotado foi o descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) e modificado por Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto (1998) para medir os parâmetros cinéticos.

A partir da solução inicial de DPPH (60 M), prepararam-se em balões volumétricos de 10 mL soluções variando a concentração de 10 a 60 M.

Posteriormente, utilizaram-se todas as contrações para gerar uma curva, adotando o metanol como branco. O extrato utilizado foi o mesmo do procedimento para a avaliação dos polifenóis extraíveis totais. A leitura foi realizada em duplicata, a 515 nm. Primeiramente, foi gerada uma cinética a fim de determinar o tempo de estabilização da absorbância. Nesse processo, foram preparadas em tubos de ensaio três diluições. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 100 µL de cada diluição do extrato, em duplicata, para cubetas com 3,9 mL do radical DPPH (solução de DPPH 0,06 mM). Utilizaram-se também 100 µL da solução controle (solução controle de álcool metílico, acetona e água) com 3,9 mL do radical DPPH e metanol, como branco, para calibrar espectrofotômetro. As amostras foram agitadas e a leitura foi realizada dentro de dois minutos, após a adição da solução de DPPH na primeira amostra. As leituras (515 nm) foram monitoradas de dois em dois minutos e, após dezesseis minutos, a cada cinco minutos, quando se observou a redução da absorbância até sua estabilização. Depois da determinação do tempo de estabilização, foram realizadas as leituras das três diluições após 30 minutos da adição da solução do DPPH.

A leitura da absorbância final para o cálculo do EC50 foi feita após a estabilização da absorbância (tempo EC50). Após a leitura, substituiu-se (Eq. 1) o valor correspondente à metade da absorbância inicial do controle pelo y da equação da curva do DPPH para encontrar o consumo em µM DPPH e, em seguida, transformou-se para g DPPH, por meio da transformação: $\text{g DPPH} = (\mu\text{M DPPH} / 1.000.000) * 394,3$ (peso molecular do DPPH). A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, foi possível plotar a absorbância no eixo Y e diluição (mg/L) no eixo X e determinar a equação da reta (Eq. 2). Para calcular a AAT, onde se substitui a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y (Eq. 2) para encontrar o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC50). O resultado (mg/L) encontrado na equação 2 (Eq. 2) foi dividido por 1.000 para se ter o valor em g e, em seguida, dividir pelo valor encontrado em g DPPH (Eq. 1) para obter o resultado final (Eq. 3), que foi expresso em g semente/g DPPH.

3.4.2.22 Minerais

Para as análises de macro e microminerais, utilizou-se o material vegetal da determinação da umidade, o qual foi triturado em moinho tipo willey, tela 2 mm, e acondicionado em recipientes de plástico para posterior determinação.

Os macronutrientes N, P, K, Na, Ca e Mg foram extraídos do tecido vegetal pelo método da digestão úmida com ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de oxigênio (H_2O_2) (método de Kjeldahl). Para isso, utilizou-se 0,5 g da matéria seca, que foi digerida em 4 mL de ácido sulfúrico, 2 mL de peróxido de hidrogênio e 0,7 g de uma mistura digestora composta de sulfato de sódio, sulfato de cobre e selênio, na proporção de 100:10:1 e, em seguida, os componentes foram colocados em bloco digestor, com capacidade para 40 tubos de ensaio, por uma hora a temperatura de 250 °C até atingir uma coloração castanha e, após esse tempo, a temperatura foi elevada para 350 °C até obter coloração esverdeada, obtendo-se os extratos que foram completados para o volume de 50 mL. No extrato sulfúrico, foi quantificado o nitrogênio pelo método kjeldahl, o potássio e sódio por fotometria de emissão de chama modelo DM-62, o fósforo por espectrofotometria (modelo SP 1105 – BEL photonies), o Ca, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn – após digestão com ácido nítrico em micro-ondas digestor de matéria orgânica modelo CEM II MARSXPRESS (série MD3113), utilizando 0,4 g da matéria seca – foram lidos em equipamento de absorção atômica modelo AA 240 FS versão 5.1 (SILVA, 2009).

3.4.3 Análise estatística

Os resultados foram interpretados pela análise de variância utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System) para a comparação das médias de cada variável. Foi observada diferença significativa pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada análise de correlação de Pearson ao nível de 5% de significância, entre os compostos bioativos (vitamina C, carotenoides totais, flavonoides amarelos, antocianinas totais e polifenóis extraíveis totais) e a atividade antioxidante total, utilizando o programa BioEstatística 5.0.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Minerais

Não houve diferença significativa para as variáveis nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca), cobre (Cu) e zinco (Zn). Entretanto, observou-se diferença entre locais de coleta para potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na), ferro (Fe) e manganês (Mn) (Tabela 7A, do Apêndice). Sementes provenientes do local de coleta 2 apresentaram maior conteúdo de Na e Mn, também se destacando para potássio, no que não diferiu do local de coleta 3; e para magnésio e ferro, que, por sua vez, não diferiram do conteúdo presente nas sementes provenientes do local de coleta 1 (Tabela 2).

Provavelmente, esse destaque no conteúdo de minerais nas sementes provenientes do local de coleta 2 se deve ao fato de esse local ser uma área de produção comercial de melão, que faz uso de adubação, e esses nutrientes podem ter sido lixiviados para a área de ocorrência da ameixa silvestre, que é vizinha, tornando o solo mais fértil, proporcionando assim maior disponibilidade de nutrientes e maior absorção pela planta. É importante ressaltar que a composição química das plantas pode variar entre diferentes espécies e mesmo dentro de cada espécie, de acordo com as condições ambientais e fertilidade do solo às quais são submetidas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A composição mineral da semente da ameixa silvestre segue na seguinte ordem decrescente: $P > N > K > Na > Ca > Mg$ para os macronutrientes; e $Mn > Fe > Zn > Cu$ para os micronutrientes (Tabela 2). Os macronutrientes P e N e os micronutrientes Mn e Fe foram extraídos em maiores quantidades pela ameixa silvestre. O conteúdo de potássio da semente de ameixa silvestre apresenta-se inferior ao constatado em nozes e sementes encontradas na TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011).

Tabela 2 – Nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), cálcio (Ca), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Característica									
	N	K	P	Mg	Na	Ca	Cu	Zn	Fe	Mn
	-----mg/100g-----									
1	1400,0 a	55,69 b	2319,9 a	0,958 ab	11,05 b	2,36 a	0,037 a	0,09 a	0,253 a	1,37 b
2	1564,1 a	61,40 a	2393,9 a	1,085 a	16,93 a	2,37 a	0,032 a	0,13 a	0,213 ab	2,09 a
3	1476,6 a	58,11 ab	2479,0 a	0,948 b	11,38 b	2,44 a	0,022 a	0,10 a	0,170 b	1,67 b
Média Geral	1480,21	58,49	2398,57	0,9967	13,12	2,39	0,027	0,11	0,2117	1,71
CV (%)	9,00	3,98	17,25	6,56	22,95	3,19	22,56	33,39	15,71	13,03

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O conteúdo de fósforo presente no fruto da ameixa é elevado, em média 2398,57 mg/100 g, conteúdo superior ao constatado em castanha-do-Brasil, semente de gergelim, linhaça, noz, dentre outras (TACO, 2011). Quanto ao magnésio, o conteúdo é inferior ao presente em nozes e sementes apresentadas na TACO (2011) e semelhante, entretanto, ao observado por Sá (2008) para sementes de jamelão (0,53 mg/100g). O conteúdo de sódio encontrado nas sementes da ameixa silvestre está acima do encontrado em sementes de jamelão (0,6 mg/100 g) (SÁ, 2008), sementes de gergelim (3 mg/100 g), linhaça (9 mg/100 g) e noz (5 mg/100 g) e inferior ao observado em coco (15 mg/100 g) (TACO, 2011). Para cálcio, as sementes apresentaram em média conteúdo de 2,39 mg/100 g, bem inferior ao apresentado para nozes e sementes na TACO (2011).

Para cobre, foi encontrado em média conteúdo de 0,03 mg/100 g, teores inferiores aos obtidos por Sá (2008) para sementes de jamelão (0,53 mg/100g), estando, entretanto, acima dos valores recomendados para ingestão diária por homens e mulheres entre 25 a 50 anos (BRASIL, 2005). Para zinco, o conteúdo é inferior ao presente em nozes e sementes da TACO (2011), que apresenta conteúdo variando de 0,3 a 5,2 mg/100 g para farinha de mesocarpo de babaçu e semente de gergelim, respectivamente. O conteúdo de ferro da semente da ameixa silvestre também é inferior ao presente em nozes e sementes da TACO (2011), que apresenta conteúdo variando de 0,5 mg/100g (pupunha cozida) a 18,3 mg/100 g (farinha de mesocarpo de babaçu). O conteúdo de manganês presente na semente de ameixa silvestre atende aproximadamente a 86% da necessidade de ingestão diária por homens e mulheres entre 25 a 50 anos (2,3 mg/dia) (BRASIL, 2005); conteúdo superior aos observados em sementes de jamelão (0,46 mg/100 g) (SÁ, 2008) e castanha-do-Brasil (1,10 mg/100 g); e inferior ao conteúdo presente em linhaça (2,81 mg/100 g) e noz (4,05 mg/100 g) (TACO, 2011).

3.5.2 Caracterização física e físico-química

Não houve diferença significativa para diâmetro transversal (DT) e diâmetro longitudinal (DL), entretanto, observou-se diferença significativa para massa e rendimento da semente (Tabela 8A, do Apêndice). Sementes da ameixa silvestre apresentaram em média diâmetro transversal igual a 10,42 mm e 13,58 mm de diâmetro longitudinal. Sementes provenientes do local de coleta 1 apresentaram maior massa fresca, mas não diferindo das sementes provenientes do local de coleta 3. Estas comunidades também se destacaram com sementes de maior rendimento (Tabela 3).

Tabela 3 – Diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), massa fresca (MS) e rendimento de semente (RS) da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Característica			
	DT (mm)	DL (mm)	MS (g)	RS (%)
1	10,42 a	13,21 a	0,91 a	20,20 a
2	10,51 a	13,59 a	0,71 b	13,69 b
3	10,33 a	13,93 a	0,87 ab	20,06 a
Média Geral	10,42	13,58	0,83	18,44
CV (%)	2,74	5,17	10,16	5,15

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Silva et al. (2008), ao trabalharem com frutos de ameixa silvestre provenientes do município de Mossoró-RN, observaram valores médios de 0,99 g para massa fresca de semente e rendimento de 20,71%. Já em estudo com frutos da ameixa silvestre provenientes do México, realizados por Mora et al. (2009), se verificaram valores de rendimento de semente variando de 29,2 a 21,6%.

Os resultados das características físico-químicas da semente da ameixa silvestre estão apresentados na Tabela 4 e 5. De acordo com a análise de variância,

houve efeito significativo para umidade, sólidos totais (ST), sólidos insolúveis totais (SIT), acidez total titulável (ATT), pH e amido (Tabela 8A e 9A, do Apêndice).

Sementes provenientes do local de coleta 3 apresentaram menor teor de umidade e, conseqüentemente, maior teor de sólidos totais. Sementes deste local de coleta também destacaram com maior teor de sólidos insolúveis totais, entretanto, não diferindo das sementes provenientes do local de coleta 1 (Tabela 4), teores de umidade considerados baixos, bem inferiores ao observado por Sá (2008) para sementes de jamelão ($61,29 \pm 0,71$); entretanto, o teor de sólidos insolúveis totais em sementes de jamelão (33,41%) foi bem inferior ao da semente da ameixa silvestre.

Para o teor de cinzas, não houve diferença significativa entre as sementes provenientes de diferentes locais de coleta (Tabela 8A, do Apêndice): em média observaram-se teores de 1,29%, inferiores ao constatado em castanha-de-caju (2,6%) e em noz crua (2,1%), por sua vez, superiores ao observado em coco (1,0%) e pupunha cozida (0,7%) (TACO, 2011). O conteúdo de cinzas nos alimentos frescos raramente excede 5% e em sementes e leguminosas apresenta-se entre 1,5 a 3,6% (FRANCO, 1992).

Quanto à acidez total titulável (ATT), as sementes provenientes do local de coleta 3 se destacaram com maior conteúdo, entretanto, não diferiram do teor das sementes provenientes do local de coleta 1 e em média apresentaram conteúdo de 12,01 mEq H_3O^+ /100 g (Tabela 4), comportamento semelhante ao observado com o pH, onde tais regiões destacaram com sementes de maior acidez. O valor médio de pH (4,35) sugere a semente da ameixa silvestre como um alimento ácido, ou seja, aqueles com $pH < 4,5$ (STUMBO; MANSON; ZAHRADNIK, 1974). O valor de pH da semente de ameixa é inferior ao observado em semente de espécie do cerrado, a exemplo da banha (6,5), araticum (5,7) e lobeira (5,7) (ROESLER et al., 2007).

Tabela 4 – Umidade, sólidos totais (ST), sólidos insolúveis totais (SIT), cinzas, acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), e sólidos solúveis (SS) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características						
	Umidade (%)	ST (%)	SIT (%)	Cinzas (%)	ATT (mEq H ₃ O ⁺ /100g)	pH	SS (%)
1	10,22 a	89,78 b	71,36 ab	1,37 a	11,76 ab	4,19 b	18,42 a
2	13,03 a	86,97 b	69,87 b	1,27 a	10,19 b	4,74 a	17,10 a
3	5,93 b	94,08 a	76,60 a	1,24 a	14,08 a	4,13 b	17,48 a
Média Geral	9,72	90,28	72,61	1,29	12,01	4,35	17,67
CV (%)	20,79	2,24	4,55	7,98	14,18	7,17	19,76

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para os sólidos solúveis (Tabela 9A, do Apêndice), que, em média, apresentou teor de 17,67% (Tabela 4), comportamento semelhante ao observado para os açúcares totais e açúcares redutores, que, em média, apresentaram teor de 3,72 e 2,74, respectivamente (Tabela 5) (Tabela 9A, do Apêndice). A literatura não dispõe de informações relativas aos sólidos solúveis, açúcares totais e redutores da semente da ameixa silvestre, até mesmo de espécies de sua família. O teor de sólidos solúveis foi inferior da semente da ameixa silvestre foi observado em sementes de jamelão (5,3%), entretanto, estas sementes apresentam maior teor de açúcares totais (4,03) e açúcares redutores (3,89%) (SÁ, 2008). Teores de açúcares totais bem acima do encontrado em sementes de ameixa silvestre foram observados em sementes de espécies do cerrado, a exemplo, da banha (18,41%) e cagaita (17,84%) (ROESLER et al., 2007).

Quanto ao teor de amido, as sementes provenientes do local de coleta 2 apresentou maior teor (Tabela 5); não proporcionando, entretanto, maior teor de sólidos solúveis, açúcares totais e açúcares redutores nas sementes do referido local, provavelmente por não ocorrer a conversão suficiente do amido em açúcares pela hidrólise. Tais transformações são importantes por terem efeito diretamente no sabor do produto.

Não houve diferença significativa entre os locais de coleta para fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (Tabela 9A, do Apêndice), que apresentaram em média teores de 66,34%, 45,12% e 21,22%, respectivamente (Tabela 5). Tais valores sugerem a semente da ameixa silvestre como uma boa fonte de fibras.

Tabela 5 – Açúcares totais (AT), açúcares redutores (AR), amido (AM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), proteína e lipídio da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características							
	AT (%)	AR (%)	AM (%)	FDN (%)	FDA (%)	HEM (%)	Proteína (%)	Lipídio (%)
1	3,23 a	2,51 a	11,27 b	67,82 a	47,05 a	20,77 a	8,75 a	44,39 a
2	3,86 a	2,73 a	17,08 a	67,21 a	41,12 a	26,09 a	9,78 a	45,24 a
3	4,08 a	2,97 a	10,72 b	63,99 a	47,20 a	16,79 a	9,23 a	47,01 a
Média Geral	3,72	2,74	13,03	66,34	45,12	21,22	9,25	45,55
CV (%)	21,06	18,83	21,77	6,05	9,14	26,92	8,99	8,88

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para o teor de proteína (Tabela 10A, do Apêndice). Teor de proteína presente na semente da ameixa silvestre é bastante expressivo, em média 9,25% (Tabela 5), pode ser considerada uma boa fonte de proteína, característica desejável para sua inclusão na dieta alimentar. Já que, normalmente, os teores de proteína bruta presentes em polpas e sementes de frutos e hortaliças são baixos, quando comparados com os alimentos de origem animal, grãos, cereais e amêndoas. Teor de proteína presente em sementes de ameixa silvestre é inferior ao observado em grãos de plantas de feijão-de-corda (18,39 a 21,49%) (NEVES et al., 2008), em amêndoa de pequi (25,27%) (LIMA et al., 2007), entretanto, superior ao teor presente em sementes de bainha (2,7%) e cagaita (4,42%) (ROESLER et al., 2007).

Para o teor de lipídio, não houve diferença significativa entre os locais de coleta (Tabela 10A, do Apêndice), em média obteve-se teor de 45,55% (Tabela 5). Saeed e Bashier (2010) relatam teor de óleo maior que 51% para sementes da ameixa silvestre provenientes da cidade de Babanousa (oeste do Sudão). Frutos provenientes de países africanos podem apresentar sementes com rendimento de até 67,4% de óleo (ORWA et al., 2009). Considerando o teor de lipídio das principais oleaginosas empregadas em programas de produção para biocombustível, as sementes da ameixa silvestre apresentam elevados teores, semelhantemente a outras espécies consideradas ricas em lipídios, tais como o amendoim, gergelim, girassol, mamona e soja, que apresentam em sua constituição em média teores de 42%, 49%, 43%, 48% e 18%, respectivamente (EMBRAPA, 2007).

3.5.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Os resultados dos compostos bioativos da semente de ameixa silvestre estão apresentados na Tabela 6. De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo para vitamina C (Vit. C), carotenoides totais (CT) e

antocianinas totais (ANT), entretanto, observado efeito significativo para os flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais (PET) (Tabela 10A, do Apêndice).

As sementes da ameixa silvestre apresentaram conteúdo médio de 70 mg de vitamina C/100 g de semente (Tabela 6), conteúdo considerado elevado, constituindo uma fonte alternativa e barata de vitamina C para populações carentes do Semiárido Brasileiro, conteúdo maior do que o recomendado pela Legislação Brasileira para ingestão diária para um adulto (45 mg) (BRASIL, 2005).

Tabela 6 – Vitamina C (Vit. C), carotenoides totais (CT), flavonoides amarelos (FA), antocianinas totais (ANT) e polifenóis extraíveis totais (PET) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características				
	Vit. C (mg/100g)	CT (mg/100g)	FA (mg/100g)	ANT (mg/100g)	PET (mg/100g)
1	76,61 a	0,60 a	17,00 a	1,82 a	2453,1 a
2	65,63 a	0,65 a	16,99 a	2,20 a	1711,3 c
3	67,63 a	0,58 a	13,51 b	1,76 a	2038,3 b
Média Geral	70,03	0,61	15,83	1,92	2067,56
CV (%)	9,55	16,36	12,63	23,91	8,63

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para carotenoides totais, flavonoides amarelos e antocianinas totais não houve diferença significativa entre os locais de coleta, em média apresentaram conteúdo de 0,61; 15,83 e 23,91 mg/100 g de semente (Tabela 6). Para carotenoides, o conteúdo presente em sementes de ameixa silvestre é baixo, conteúdo mais expressivo de carotenoides é encontrado normalmente em polpa de frutos tropicais. Entretanto, o teor presente na semente da ameixa silvestre é maior ao encontrado por Lima et al. (2007) para amêndoa de pequi (0,295 mg/100 g).

Polifenóis extraíveis totais (PET) das sementes provenientes do local de coleta 1 se destacaram com maior conteúdo, seguidas das regiões 3 e 2, respectivamente (Tabela 6). O conteúdo de PET é elevado, o que sugere a semente da ameixa silvestre uma excelente fonte deste composto bioativo. Sementes constituem uma importante fonte natural de antioxidantes, fato observado para outras espécies – como extrato etanólico de semente de cagaita e extrato etanólico de semente de araticum (espécies do cerrado) – possuem elevado conteúdo de compostos fenólicos (ROESLER et al., 2007). O conteúdo médio de PET da semente reportado no presente trabalho é semelhante ao conteúdo presente em polpa do fruto da ameixa silvestre provenientes da África (2230,0 a 2086,67 mg GAE/100 g em extrato MeOH a 70% e Acetona a 70%, respectivamente) (LAMIEN-MEDA et al., 2008); já para polpa de frutos provenientes do México, observa variação de PET entre 970 a 2960 mg/100 g (MORA et al., 2009).

Para atividade antioxidante total (AAT), de acordo com a análise de variância, houve efeito significativa apenas para o método DPPH, não observando diferença pelo método ABTS (Tabela 10A, do Apêndice). Sementes provenientes dos locais de coleta 1 e 3 apresentaram maior potencial antioxidante (menor g fruta/g DPPH) (Tabela 7). Sementes provenientes do local de coleta 2, como já reportado no presente trabalho, são oriundas de plantas com ocorrência vizinha a áreas de produção de melão que faz uso de adubação e fertirrigação, o que possivelmente torna o solo do referido local de coleta mais fértil, proporcionando às plantas maior disponibilidade de nutrientes e um ambiente com menor estresse. Concordando com a literatura que relata que os compostos bioativos, responsáveis pelo potencial antioxidante dos frutos, são sintetizados em maior quantidade quando a planta é submetida ao estresse (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Tabela 7 – Atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH e ABTS da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Locais	Características	
	AAT (g fruta/g DPPH)	AAT (μmol Trolox/g) (ABTS)
1	330,00 b	312,21 a
2	451,40 a	230,92 a
3	340,01 b	296,76 a
Média Geral	373,80	279,96
CV (%)	8,98	15,33

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sementes constituem uma importante fonte natural de antioxidantes (OLIVEIRA et al., 2009); muitas vezes, apresentando maior atividade antioxidante que a porção comestível da própria fruta, como relatado por Soong e Barlow (2004), para quem sementes de abacate, manga, jaca e tamarindo exibem atividade antioxidante e conteúdo total de fenóis maior do que a porção comestível das respectivas frutas.

De acordo com a correlação de Pearson (Tabela 8), entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante da semente pode-se observar que houve correlação significativa entre a atividade antioxidante total pelo método DPPH e o conteúdo de polifenóis extraíveis totais. Correlação negativa por esse método avalia a quantidade de semente para neutralizar o radical DPPH, que quanto menor, maior a atividade antioxidante, o que indica que este composto foi o principal responsável pela elevada atividade antioxidante da semente da ameixa silvestre.

Tabela 8 – Correlação de Pearson realizada entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante total pelos métodos DPPH e ABTS da semente da ameixa silvestre, Mossoró-RN.

	FL	ANT	PET	CT	Vit. C	DPPH
ANT	0,4371					
PET	0,2439	-0,2772				
CT	0,3036	0,6168*	-0,0104			
Vit. C	0,0951	-0,4204	0,5016	-0,0810		
DPPH	0,1422	0,6461*	-0,8090*	0,4095	-0,5096	
ABTS	-0,2772	-0,5224	0,4870	-0,3591	0,2129	0,5956*

3.6 CONCLUSÕES

A semente da *Ximenia americana* é uma boa fonte de N, P, K, Cu e Mn; tendo as sementes provenientes da comunidade de Pau Branco (local de coleta 2) maior conteúdo Na e Mn;

A semente da *Ximenia americana* contém elevados teores de lipídio, proteína, fibras, amido, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante;

As sementes provenientes da comunidade Pau Branco contêm menor rendimento de semente, conteúdo de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante e maior teor de amido e pH;

A atividade antioxidante atribuída à semente da *Ximenia americana* deve-se aos elevados conteúdos de polifenóis extraíveis totais.

3.7 REFERÊNCIAS

AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

ALMEIDA, M. L. B. **Compostos bioativos e potencial antioxidante da Ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.)**. 2010. 57f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002. 1115 p.

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

BRASIL. ANVISA. Resolução RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Poder Executivo, Brasília, DF, de 23 de set. de 2005.

BRASILEIRO, M. T.; EGITO, A. A.; LIMA, J. R.; RANDAU, G. C. P.; ROLIM NETO, P. J. *Ximênia americana* L: Baotânica, química e farmacologia no interesse da tecnologia farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 89, n. 2, 2008.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, Série B).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Biossíntese e Degradação de Lipídios, Carboidratos e Proteínas em Oleaginosas**. Campina Grande, 2007. 61p. (Embrapa Algodão. Documentos, 178).

FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. London, UK: Academic Press, 1982, 263 p.

FRANCO, G. **Nutrição**: texto básico e tabelas de composição química dos alimentos. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1992. 178 p.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed. São Paulo, v. 1, 2005. 533p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

LAMIEN-MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; COMPAORÉ, M. M. Y.; MEDA, R. N. T.; KIENDREBEOGO, M.; ZEBA, B.; MILLOGO, J. F.; NACOUKMA, O. G. Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Fourteen Wild Edible Fruits from Burkina Faso. **Molecules**, v. 13, p. 581-594, 2008.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na Polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

LORENZI, H. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais**: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2007. p. 122-124.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959.

MORA, V. H. F.; FRANCO-MORA, O.; LÓPEZ-SANDOVAL, J. A.; PÉREZ-LÓPEZ, D. J.; BALBUENA-MELGAREJO, A. Characterization of wild plum (*Ximenia americana* L. var. *americana*; Olacaceae) fruit growing at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. **Recursos Genéticos e Evolução da Colheita**, v. 56, p. 719-727, 2009.

NASCIMENTO, V. T.; MOURA, N. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. A. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2112–2119, 2011.

NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B.; SILVA, F. L. B. Tamanho e composição mineral de sementes de feijão-de-corda irrigado com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 569-574, 2008.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, 689-702, 2009.

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R.; ANTHONY, S. **Agroforestry Database**: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya. 2009. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Diospyros_melanoxylon.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013.

REZANKA, T.; SIGLER, K. Identification of very long chain unsaturated fatty acids from *Ximenia* oil by atmospheric pressure chemical ionization liquid chromatography–mass spectroscopy. **Phytochemistry**, v. 68, p. 925-934, 2007.

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

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.+.** Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128).

SÁ, A. P. C. E. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de jamelão (*Syzygium cumini*, L. Skeels).** 2008. 72p. Dissertação (mestrado em Ciências: área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos.) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, 2008.

SACANDE, M.; VAUTIER, H. *Ximenia americana* L. **Forest e Landse Denm**, v. 112, p.1-2, 2006.

SAEED, A. E. M.; BASHIER, R. S. M. Physico-chemical analysis of *Ximenia americana* L. oil and structure elucidation of some chemical constituents of its seed oil and fruit pulp. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, v. 2, n. 4, p. 49-55, 2010.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A. Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal Science Food Agriculture**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: 1981. p. 99-102.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, F. C. **Manual de Análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p. (Ed. Técnico).

SILVA, G. G.; SOUZA, P. A.; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C.; MOURA, R. D.; MENEZES, J. B. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 311-314, 2008.

SOONG, Y.; BARLOW, P. J. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. **Food Chemistry**, v. 88, p. 411-417, 2004.

SOUZA, V. C. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fenerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 42 p.

STUMBO, C. R.; MANSON, J. E.; ZAHRADNIK, J. W., Evaluation Of Thermal Processes For Conduction Heating Foods In Pear-Shaped Containers. **Journal Of Food Science**, v. 39, p. 276, 1974.

TACO – **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. 161 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo das análises de variância dos dados de Nitrogênio (N), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P) e magnésio (Mg) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		N	Na	K	P	Mg
		-----mg/100g-----				
Regiões (R)	2	10610650,09**	151,359 ^{ns}	16268,246**	13606089,38**	2,1409**
Estádios (E)	1	220309,35 ^{ns}	126,508 ^{ns}	13,95375 ^{ns}	2043948,14 ^{ns}	0,00603 ^{ns}
R x E	2	165417,86 ^{ns}	24,374 ^{ns}	349,88514 ^{ns}	300150,00 ^{ns}	0,02228 ^{ns}
Erro	18	74683,36	114,075	239,75752	615203,20	0,01707
CV (%)		11,38	23,63	11,80	22,58	8,71

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2A. Resumo das análises de variância dos dados de cobre (Cu), zinco (Zn), cálcio (Ca), ferro (Fe) e manganês (Mn) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro oriundos de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios				
		Ca	Zn	Cu	Fe	Mn
		-----mg/100g-----				
Regiões (R)	2	15,024**	0,0185**	0,0037**	0,5692**	5,0927**
Estádios (E)	1	0,0018 ^{ns}	0,0054 ^{ns}	0,00025 ^{ns}	0,3015**	0,6861**
R x E	2	0,5254*	0,0020 ^{ns}	0,00048 ^{ns}	0,2019**	0,3062**
Erro	18	0,0887	0,00247	0,000143	0,01523	0,02488
CV (%)		5,90	33,39	22,56	25,69	9,16

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 3A. Resumo das análises de variância dos dados de diâmetro transversal (DT) (mm), diâmetro longitudinal (DL) (mm), formato do fruto (FF), massa do fruto (MF) (g), rendimento polpa (RP) (%), rendimento de semente (RS) (%), rendimento da fração comestível (RFC) (%) e rendimento de casca (RC) (%) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro, oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios							
		DT	DL	FF	MF	RP	RS	RFC	RC
Regiões (R)	2	13,9549**	21,0680**	0,00522**	2,87980**	48,6079**	133,4686**	133,46859**	21,06705**
Estádios (E)	1	0,7776 ^{ns}	0,7848 ^{ns}	0,00007 ^{ns}	0,50750 ^{ns}	8,4491 ^{ns}	4,9777*	4,97770*	26,33415**
R x E	2	0,19186 ^{ns}	0,6147 ^{ns}	0,00052 ^{ns}	0,25978 ^{ns}	7,40448 ^{ns}	2,0678 ^{ns}	2,06782 ^{ns}	5,81964**
Erro	18	0,20152	0,2287	0,00033	0,20227	2,5172	0,8999	0,89992	0,905613
CV (%)		2,43	2,46	1,74	9,32	2,29	5,15	1,16	7,73

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 4A. Resumo das análises de variância dos dados de umidade (%), sólidos totais (ST) (%), sólidos insolúveis totais (SIT) (%), cinzas (%), acidez total titulável (mEq H_3O^+ /100g), potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis (SS) (%) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro, oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios						
		Umidade	ST	SIT	Cinzas	ATT	pH	SS
Regiões (R)	2	265,30243**	265,3024**	5,6433**	4,1572**	1825,1202**	0,11715**	204,5125**
Estádios (E)	1	0,01084 ^{ns}	0,01084 ^{ns}	16,0884**	0,2400*	539,5068**	0,01127 ^{ns}	0,00010 ^{ns}
R x E	2	6,484537 ^{ns}	6,48454 ^{ns}	0,1784 ^{ns}	0,2160*	26,2046 ^{ns}	0,02328*	20,47375**
Erro	18	1,84641	1,8464	0,7263	0,0413	14,9954	0,00489	2,0693
CV (%)		1,98	4,33	11,22	5,22	6,25	2,28	5,38

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 5A. Resumo das análises de variância dos dados de açúcares totais (AT) (%), açúcares redutores (AR) (%), amido (AM) (%), fibra em detergente neutro (FDN) (%), fibra em detergente ácido (FDA) (%), hemicelulose (HEM) (%), proteína (%) e lipídio (%) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro, oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios							
		AT	AR	AM	FDN	FDA	HEM	Proteína	Lipídio
Regiões (R)	2	1,40281 ^{ns}	2,2401 ^{ns}	1,1502 ^{ns}	6,8256 ^{ns}	60,566**	89,2887**	11,6490**	1,4166 ^{ns}
Estádios (E)	1	11,8863**	9,7920**	3,1176 ^{ns}	182,8776**	14,384*	300,0508**	0,70042 ^{ns}	3,8640 ^{ns}
R x E	2	1,6227 ^{ns}	1,9818 ^{ns}	0,2371 ^{ns}	6,5596 ^{ns}	4,0171 ^{ns}	6,9011 ^{ns}	0,3642 ^{ns}	0,2936 ^{ns}
Erro	18	0,6462	1,0579	2,1586	3,0134	2,2500	2,53592	0,50955	2,6688
CV (%)		11,43	11,59	26,04	3,87	4,20	17,28	11,17	26,06

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 6A. Resumo das análises de variância dos dados de vitamina C (Vit. C) (mg/100g), carotenoides totais (CT) (mg/100g), flavonoides amarelos (FA) (mg/100g), antocianinas totais (ANT) (mg/100g), polifenóis extraíveis totais (PET) (mg/100g) e atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH (g fruta/g DPPH) e ABTS (μmol Trolox/g) da fração comestível (polpa e casca) do fruto da ameixa silvestre verde e maduro, oriundo de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de		Quadrados Médios						
Varição	GL	Vit. C	CT	FA	ANT	PET	AAT (DPPH)	AAT (ABTS)
Regiões (R)	2	8357,38**	0,0623**	101,72*	1,62 ^{ns}	4826747,68**	80396,84**	37099,24**
Estádios (E)	1	342,695 ^{ns}	0,0477**	277,58**	12,44**	8328990,35**	60209,18**	31256,11**
R x E	2	698,761 ^{ns}	0,0050 ^{ns}	49,76 ^{ns}	2,55*	918923,03*	28501,82**	13679,37**
Erro	18	305,391	0,0056	21,86	0,454	252579,40	2951,93	2159,99
CV (%)		10,89	8,06	10,84	18,77	16,39	14,86	18,46

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 7A. Resumo das análises de variância dos dados de nitrogênio (N), potássio (K), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), cálcio (Ca), cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	Quadrados Médios										
	GL	N	K	P	Mg	Na	Ca	Cu	Zn	Fe	Mn
		-----mg/100g-----									
Regiões	2	26956,38 ^{ns}	32,8806*	25323,98 ^{ns}	0,0235*	43,5810*	0,00843 ^{ns}	0,000089 ^{ns}	0,00236 ^{ns}	0,0068*	0,5366**
Erro	9	17758,25	5,4062	171094,89	0,0043	9,06117	0,00582	0,000037	0,00211	0,0011	0,04953
CV (%)		9,00	3,98	17,25	6,56	22,95	3,19	22,56	33,39	15,71	13,03

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 8A. Resumo das análises de variância dos dados de diâmetro transversal (DT) (mm), diâmetro longitudinal (DL) (mm), massa da semente (MS) (g), rendimento de semente (RP) (%), umidade (%), sólidos totais (ST) (%), sólidos insolúveis totais (SIT) (%) e cinzas (%) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios							
		DT	DL	MS	RS	Umidade	ST	SIT	Cinzas
Regiões	2	0,0315583 ^{ns}	0,515158 ^{ns}	0,0436083*	55,38011**	51,24916**	51,24916**	50,03282*	0,01931 ^{ns}
Erro	9	0,081219	0,492619	0,00711944	0,697475	4,08842	4,08842	10,89486	0,01068
CV (%)		2,74	5,17	10,16	4,65	20,79	2,24	4,55	7,98

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 9A. Resumo das análises de variância dos dados de acidez total titulável (mEq H_3O^+ /100g), potencial hidrogeniônico (pH) e sólidos solúveis (SS) (%), açúcares totais (AT) (%), açúcares redutores (AR) (%), amido (AM) (%), fibra em detergente neutro (FDN) (%), fibra em detergente ácido (FDA) (%) e hemicelulose (HEM) (%) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios								
		ATT	pH	SS	AT	AR	AM	FDN	FDA	HEM
Regiões	2	15,30141*	0,45933*	1,86583 ^{ns}	0,77583 ^{ns}	0,20936 ^{ns}	49,68968*	16,86918 ^{ns}	48,02250 ^{ns}	86,90263 ^{ns}
Erro	9	2,89932	0,09726	12,18778	0,61531	0,26568	8,04071	16,08610	16,99505	32,62020
CV (%)		14,18	7,17	19,76	21,06	18,83	21,77	6,05	9,14	26,92

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

Tabela 10A. Resumo das análises de variância dos dados de proteína (%), lipídio (%), vitamina C (Vit. C) (mg/100g), carotenoides totais (CT) (mg/100g), flavonoides amarelos (FA) (mg/100g), antocianinas totais (ANT) (mg/100g), polifenóis extraíveis totais (PET) (mg/100g) e atividade antioxidante total (AAT) pelo método DPPH (g fruta/g DPPH) e ABTS ($\mu\text{mol Trolox/g}$) da semente da ameixa silvestre oriunda de diferentes locais de coleta no município de Mossoró-RN¹.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios								
		Proteína	Lipídio	Vit. C	CT	FA	ANT	PET	AAT (DPPH)	AAT (ABTS)
Regiões	2	1,047 ^{ns}	7,114 ^{ns}	134,73 ^{ns}	0,0048 ^{ns}	16,159 ^{ns}	0,2360 ^{ns}	552897,614 ^{**}	18164,26608 ^{**}	7454,29366 ^{ns}
Erro	9	0,6928	16,348	44,7212	0,01002	3,9999	0,2117	31848,796	1127,04596	1842,06940
CV (%)		8,99	8,88	9,55	16,36	12,63	23,91	8,63	8,98	15,33

¹: ^{ns}; *, **: não significativo; significativo a 5% e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste F;

