

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

POLYANA BARBOSA DA SILVA

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE *Physalis* sp.

JOÃO PESSOA - PB

2013

Polyana Barbosa da Silva

**Qualidade, Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante de
Frutos de *Physalis* sp.**

João Pessoa - PB

2013

POLYANA BARBOSA DA SILVA

**QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE *Physalis* sp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Silvanda de Melo Silva, Ph. D.

JOÃO PESSOA - PB

2013

S586q Silva, Polyana Barbosa da.
Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante
de frutos de *Physalis* sp. / Polyana Barbosa da Silva.--
João Pessoa, 2013.
105 f. : il.
Orientadora: Silvanda de Melo Silva
Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT
1. Tecnologia de alimentos. 2. *Physalis* - maturação. 3.
Ácido ascórbico. 4. Carotenoides totais. 5. Compostos
fenólicos. 6. Potencial antioxidante.

UFPB/BC

CDU: 664(043)

POLYANA BARBOSA DA SILVA

**Qualidade, Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante de
Frutos de *Physalis* sp.**

Dissertação APROVADA em 30 de julho de 2013

BANCA EXAMINADORA

Silvanda de Melo Silva

Profª Silvanda de Melo Silva, Ph.D.

DCFS/CCA/UFPB

Orientadora

Rejane Maria Nunes Mendonça

Profa. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça

DFCA/CCA/UFPB

Examinador Externo

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

Pesqa. Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

Embrapa Semiárido

Examinador Externo

Aos meus pais, João Batista e Maria Lúcia, em
agradecimento pelo amor e por tudo o que são,
fizeram e fazem por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde, força e coragem para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida profissional.

Aos meus pais, João Batista e Maria Lúcia, que sempre foram investidores e incentivadores na minha formação acadêmica e profissional.

As minhas irmãs, Fabiana e Thallyana, pela convivência, companheirismo e solidariedade.

A professora Silvanda de Melo Silva, pelo aceite em me orientar, pelo incentivo e por contribuir de forma tão valiosa na minha formação acadêmica e profissional.

Aos membros da banca examinadora, profa. Rejane e Profa. Maria Auxiliadora, pelo aceite e contribuições no trabalho e ao prof. Evandro pelas contribuições na qualificação.

Ao prof. Walter Esfrain Pereira, pela contribuição na análise estatística dos dados.

Ao professor Leonardo Félix, pela colaboração na identificação das espécies.

Aos meus tios Roberto e Táta, por colaborarem na aquisição de frutos;

As minhas amigas Angela, Dayana, Vanessa e Inês, pela solidariedade, incentivo e força e a Zeca pelo apoio e amizade.

A Jaci, Isabelle, Lucivânia, Luciana, Lô-Ruama, Amanda, Karla, Heloisa, Luan, Gerciane, companheiros e amigos ao longo dessa trajetória.

A Christiane, minha prima e amiga, que muito me deu força para realizar o mestrado.

A minha amiga Leniatti e a sua família, pelo incentivo e força.

Aos amigos Erivânia, sua mãe Carmita e ao amigo Genilson que ajudaram na aquisição e colheita de frutos, Lourdes e Toninho, a Vanessa e a sua mãe dona Maria Lindomar, Dayanna, Carlos, ao Sr Luiz da usina São João, Vânia, Selma e Isaac por colaborarem com a pesquisa, sendo companheiros e solidários nas pesquisas de campo e viagens para a colheita dos frutos, foram pessoas fundamentais na realização desse trabalho.

Aos colegas de turma e amigos que de alguma forma colaboraram para que esse trabalho fosse realizado.

A Josilene (Josi) e Eliane, pela amizade e por me concederem com presteza e solicitude me hospedar em sua casa no período da realização do experimento.

A Luan, pela solidariedade e atenção nos momentos de precisão, quando eu estava em Areia.

A Rosana, técnica do laboratório, pelo apoio e solicitude ao longo da realização do trabalho.

A Ana e Renato, por toda contribuição e apoio na realização desse trabalho.

A Ana Paula, por toda a atenção e contribuição no trabalho.

A toda equipe do laboratório, verdadeiros companheiros e colaboradores, Josilene, Ana, Renato, Dalmo, Rosana, George, Renato Pereira, Luan, Gerciane, Ana Paula, Rilvânia, Luana, Valdênia, Nemora, Damião, Luciana, Railson, Alex, Augusto, Fernando, Jandira, Márcia, e dona Rosane pela sua atenção e cuidado durante a minha permanência no laboratório.

Aos meus colegas e amigos de trabalho, pelo incentivo e força ao longo da realização desse trabalho.

A toda equipe de professores e técnicos do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que contribuíram ao longo da realização do mestrado.

Agradeço verdadeiramente a cada um.

“Embasada em verdades relativas, a humanidade
caminha rumo ao absoluto”.

João Batista da Silva.

RESUMO

Physalis, gênero da família Solanaceae, é amplamente distribuído no Norte e Nordeste do Brasil. Conhecido como canapu, camapum, joá-de-capote, ocorre de forma espontânea, sendo necessários estudos sobre a qualidade dos frutos. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos das espécies *Physalis angulata* e *P. pubescens* colhidos de seis localidades do estado da Paraíba, comparando-os com uma espécie comercial (*P. peruviana*). Os frutos sem o cálice foram classificados em cinco estádios de maturação: Completamente Verde (CV), Parcialmente Verde (PV), Início de Pigmentação Amarela (IA), Predominante Amarela (PA) e Completamente Amarela (CA). As avaliações foram: massa fresca (g), comprimento e diâmetro (mm), firmeza (N), Cor, pH, Sólidos Solúveis (SS, %), Acidez Titulável (AT, % ácido cítrico), Relação SS/AT, Açúcares Redutores e Solúveis Totais (AST, g. 100g⁻¹), Ácido Ascórbico (AA, mg.100g⁻¹), carotenoides totais (µg.100g⁻¹), clorofila total, flavonoides amarelos, antocianinas e Polifenóis Extraíveis Totais (PET, mg.100g⁻¹) e Atividade Antioxidante Total (AAT, g.gDPPH⁻¹). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (localidade x estágio de maturação), sendo para *P. angulata* em 4x5 e para *P. pubescens* em 2x4. Para as avaliações físicas foram utilizados 40 frutos, consistindo em 40 repetições e para as físico-químicas, 3 repetições, com aproximadamente 200 g de frutos cada. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos locais (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) e dos estádios de maturação comparadas pelo teste de Tukey. A comparação da *P. peruviana* com as espécies da Paraíba foi realizada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Os SS dos frutos de *P. angulata* de L2 e L4 foram superiores aos da espécie comercial. Apenas a AT dos frutos de *P. pubescens* da L6 foi superior a da espécie comercial. A relação SS/AT foi superior a da comercial nos frutos de quase todas as localidades, com exceção de L6, o que pode favorecer o consumo fresco desses frutos. Os teores de AR em frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* de todas as localidades foram inferiores ao da espécie comercial. Os teores de AST nos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* diferiram da espécie comercial (9,90 g.100g⁻¹), com exceção dos frutos de *P. angulata* de L2 (9,40 g.100g⁻¹). Os frutos colhidos de L2 apresentaram teor de ácido ascórbico próximo ao da espécie comercial, sendo superior aos das demais localidades. Os frutos com maiores teor de carotenoides totais, clorofila, flavonoides amarelos e antocianinas foram os de *P. pubescens*, na L6. Essa espécie também apresentou maior teor de PET do que os frutos de *P. angulata* e de *P. peruviana* e também atividade antioxidante total próxima a da comercial. Frutos de *P. pubescens* apresentam maior conteúdo de compostos bioativos do que os de *P. angulata*, com exceção do teor de ácido ascórbico nos frutos da L2, que foi superior aos das demais localidades e muito próximo ao da espécie comercial. Os frutos de *P. pubescens* também apresentaram atividade antioxidante superior a dos frutos de *P. angulata* sendo próxima a de *P. peruviana*.

Palavras-chave: *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis peruviana*, maturação, ácido ascórbico, carotenoides totais, compostos fenólicos, potencial antioxidante.

ABSTRACT

Physalis ou golden berry, genus of the Solanaceae family, is widely distributed throughout North and Northeast of Brazil. Known as Canapu, Camapum, Joá-de-capote, among other popular names, occurs spontaneous, needing studies on quality of fruits. Therefore, this study aimed to evaluate the quality, bioactive compounds, and antioxidant activity of the species *Physalis angulata* and *P. pubescens* harvested from six localities in the state of Paraíba, comparing with a commercial species (*P. peruviana*). Fruits without the calix were classified into five maturity stages: Completely Green (CG), Light Green (LG), Beginning of Yellow Pigmentation (BY), Predominantly Yellow (PY), and Completely Yellow (CY). The evaluations were: fresh mass (g), length (mm) diameter (mm), firmness (N), color, pH, soluble solids (SS%), Titratable Acidity (TA% citric acid), SS / TA ratio, Reducing Sugars and total soluble sugars (TSA, g.100g⁻¹), ascorbic acid (AA, mg.100g⁻¹), total carotenoids (µg.100g⁻¹), total chlorophyll (mg.100g⁻¹), yellow flavonoids (mg.100g⁻¹), anthocyanins (mg.100g⁻¹), Total Extractable Polyphenols (TEP mg 100g⁻¹), and Total Antioxidant Activity (TAA g.gDPPH⁻¹). It was applied a completely randomized design in a factorial scheme (location x maturity stage), being for *P. angulata* in a 4x5 and for *P. pubescens* in a 2x4. For physical assessments, it was used 40 fruits, consisting of 40 replications and for the other evaluations it was used three replications, each one using a number of fruit corresponding to approximately 200 g without the floral calyces. Data were submitted to variance analysis and the means of the local (L1, L2, L3, L4, L5, and L6) and maturity stages were compared by the Tukey test. A comparison of *P. peruviana* with the two species occurring in Paraíba was performed by Dunnett's test at 5% probability. The SS of *P. angulata* fruits from L2 and L4 were superior to those of commercial species. Only the AT of *P. pubescens* fruits from L6 was higher than the *P. peruviana*. The SS / TA ratio was higher than the commercial in fruits from all locations, except the L6, which may favor the consumption as fruits fresh. The AR content in fruits of *P. angulata* and *P. pubescens* were lower than the *P. peruviana*. The AST in fruits of *P. angulata* and *P. pubescens* differed from the *P. peruviana* (9.90 g.100g⁻¹), except the fruits of *P. angulata* from L2 (9.40 g.100g⁻¹). Fruits from L2 showed ascorbic acid close to the *P. peruviana*, being higher than those from other locations. Fruit with the highest content of total carotenoids, chlorophyll, flavonoids, and anthocyanins were of *P. pubescens*, from L6. This species also showed higher content of TEP than the fruits of *P. angulata* and *P. peruviana* and total antioxidant activity close to this last. Fruits of *P. pubescens* presented higher contents of bioactive compounds than those of *P. angulata*, excepted by ascorbic acid in fruits of the L2, which was higher than those from other locations and very close to the *P. peruviana*. Fruits of *P. pubescens* also showed higher antioxidant activity that of *P. Angulata*, being close to that of *P. peruviana*.

Key Words: *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis peruviana*, maturation, ascorbic acid, total carotenoids, phenolic compounds, yellow flavonoids.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 Estádios de maturação de frutos de *Physalis angulata* colhidos na Paraíba, sendo CV (completamente verde), PV (predominante verde), IA (Início de Pigmentação amarela), PA (Predominante Amarelo Pardo) e CA (completamente amarelo pardo)30

Figura 2 Estádios de maturação de frutos de *Physalis pubescens* colhidos na Paraíba nos estádios CV (completamente verde), PV (predominante verde), IA (Início de Pigmentação amarela com traços púrpura) e PA (Predominante Amarelo com traços púrpura)30

Figura 3 Frutos de *Physalis peruviana* de origem comercial. A – Fruto com cálice fechado (conforme embalado); B – Fruto com o cálice aberto; C - Frutos sem o cálice31

CAPÍTULO 2

Figura 1 Frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* colhidos no estado da Paraíba. A – Fruto envolto no cálice e com o cálice aberto; B – Fruto envolto no cálice; C – Fruto com o cálice aberto55

Figura 2 Frutos de *Physalis peruviana* (comercial). A – Fruto como cálice fechado; B – Fruto com o cálice aberto55

Figura 3 Desenvolvimento de descritores através de análise sensorial de frutos de *Physalis peruviana* comercializados na Paraíba73

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Massa fresca, Comprimento, Diâmetro e Firmeza de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades, L1 (Itaporanga); L2 (São José da Lagoa Tapada); L3 (Santa Rita – Eitel Santiago); L4 (Santa Rita – Usina) e L5 (Santa Rita - Eitel Santiago) e L6 (Sapé), respectivamente, nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo)58

Tabela 2 Massa fresca, Comprimento, Diâmetro e Firmeza médios de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba colhidos nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo)60

Tabela 3 Luminosidade (L^*), Coloração a^* , Coloração b^* , cromaticidade/intensidade da cor (C) e Ângulo Hue ($^{\circ}H$) de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades, L1 (Itaporanga); L2 (São José da Lagoa Tapada); L3 (Santa Rita – Eitel Santiago); L4 (Santa Rita – Usina) e L5 (Santa Rita - Eitel Santiago) e L6 (Sapé), respectivamente, nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo)61

Tabela 4 Luminosidade (L^*), Coloração a^* , Coloração b^* , cromaticidade/intensidade da cor (C) e Ângulo Hue ($^{\circ}H$) médios de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo)64

Tabela 5 Características físicas e coloração de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos de diferentes localidades na máxima maturidade de colheita e o comparativo com a *Physalis peruviana* (comercial). Comercial (C); Itaporanga (L1); São José

da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Usina (L4) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6))......64

Tabela 6 pH, SS, AT, SS/AT, AR e AST de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nas localidades (Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Eitel Santiago (L3); Santa Rita – Usina (L4)) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)) respectivamente colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA)......66

Tabela 7 pH, SS, AT, SS/AT, AR e AST médios de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA)70

Tabela 8 Características físico-químicas de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de diferentes localidades na máxima maturidade de colheita e o comparativo com a *Physalis peruviana* (comercial). (Comercial (C); Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Usina (L4); Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)72

CAPÍTULO 3

Tabela 1 Carotenóides totais, Clorofila total, Flavonoides amarelos e Antocianinas totais de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nas localidades (Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Eitel Santiago (L3); Santa Rita – Usina (L4)) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)) respectivamente, colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA)86

Tabela 2 Ácido Ascórbico (AA), Polifenóis Extraíveis Totais (PET), Atividade Antioxidante Total (ATT) de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nas localidades (Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Eitel Santiago (L3); Santa

Rita – Usina (L4)) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)) respectivamente, colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA)88

Tabela 3 Ácido Ascórbico (AA), Carotenoides totais, Clorofila total médios, de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes estádios de maturação: Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA)90

Tabela 4 Flavonoides amarelos, Antocianinas, Polifenóis Extraíveis Totais (PET) e Atividade Antioxidante (ATT) de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nos estádios de maturação: Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA)91

Tabela 5 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* na máxima maturidade de colheita e o comparativo com a *Physalis peruviana* (comercial). (Comercial (C); Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)92

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Physalis	17
2.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante	22
2.2.1 Carotenoides Totais	23
2.2.2 Clorofila Total	24
2.2.3 Flavonoides Amarelos	25
2.2.4 Polifenóis	26
2.2.5 Atividade Antioxidante.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Material	29
3.1.1 Condução do Experimento	29
3.1.2 Colheita dos frutos.....	29
3.1.3 Descrição fenológica dos frutos	29
3.1.3.1 Physalis angulata	30
3.1.3.2 Physalis pubescens	30
3.1.3.3 Physalis peruviana.....	31
3.2 Métodos	32
3.2.1 Avaliações Físicas	32
3.2.2 Avaliações Físico-Químicas	33
3.2.3 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante	34
3.2.3.1 Polifenóis Extraíveis Totais e Atividade Antioxidante Total (ATT)...	34
3.2.3.1.1 Obtenção dos Extratos	34
3.2.3.1.2 Polifenóis Extraíveis Totais.....	35
3.2.3.1.3 Determinação da Atividade Antioxidante Total	35

3.2.4 Análise Sensorial.....	36
REFERÊNCIAS	38
CAPÍTULO 2.....	49
ARTIGO 1	49
CAPÍTULO 3	77
ARTIGO 2	77
CAPÍTULO 4	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
ANEXOS.....	97

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Pela sua extensão territorial e ampla variação climática, o Brasil apresenta uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo. Nos últimos dez anos, a fruticultura brasileira vem se expandindo, apresentando saldos positivos crescentes e causando um impacto favorável na economia do país. O incremento da produção de frutas atinge, em média, 2,5% por ano, desde 1990, e manteve essa mesma taxa no crescimento das exportações. O Brasil possui mais de 30 polos produtivos e é o terceiro maior produtor mundial de frutas, estando atrás da China e da Índia (IBRAF, 2010).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a produção brasileira de frutas aumentou 19%, entre os anos de 2001 e 2009. Em valor de produção, a fruticultura brasileira atingiu R\$ 17,7 bilhões em 2009, e está concentrada no Sudeste (38%) e no Nordeste (36%). A região Sul detém 16%; a Norte, 7%; e a Centro-Oeste, 3% desse valor. Excluindo a laranja, o Nordeste passaria à frente, com 44% e o Sudeste ficaria com 24% do valor da produção de frutas (CGPCP, 2011). Em 2010 o Brasil respondeu por 728,4 milhões de toneladas de frutas, cuja produção foi destinada, principalmente, ao mercado interno, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO. No ano de 2011, de acordo com o IBGE, foram colhidas 45,1 milhões de toneladas e foram exportadas 682,0 mil toneladas de frutas frescas, com rendimentos de US\$ 634,5 milhões (SEAB, 2012).

Embora o Brasil seja destaque na produção de diferentes variedades frutíferas nativas ou exóticas (GRANADA; et al., 2004), acredita-se que a fruticultura nacional ainda possui grande potencial de expansão, pela grande quantidade desses frutos, nativos e exóticos, pouco explorados economicamente. Neste sentido, estudos têm sido realizados para transformar essas frutíferas em culturas racionais, como por exemplo, atemóia, maná, canistel, mirtilo, lichia, physalis, carambola, entre outras. A physalis, que está inserida nessa grande diversidade de frutíferas no país, é um fruto que tem despertado interesse em algumas regiões do Brasil, e já vem sendo produzido em alguns estados, como Rio Grande do Sul e Minas Gerais (LAGO; et al., 2006).

A Physalis também é conhecida como canapu, camapum, joá-de-capote, dentre outros nomes populares. Sua ocorrência se dá de forma espontânea no Sertão do estado da Paraíba e na região da Mata Paraibana.

O termo “pequenas frutas” é utilizado para um grupo de espécies já afamadas em países produtores tradicionais, como amoras e mirtilo. Com frequência, novas espécies são inseridas neste conjunto, havendo um extenso potencial a ser explorado, podendo estas espécies, em médio e longo prazo, adquirirem importância comercial (CHAVES, 2006).

A inserção das frutas pequenas como atividade econômica no Brasil é ainda bastante incipiente e inovadora, porém sua importância tem crescido nos últimos anos. Frutos como morangos, amoras, framboesas e mirtilos tem despertado a atenção de consumidores, processadores de frutas, comercializantes e, conseqüentemente, produtores em escala familiar, e de médio e grande porte. Este interesse resulta da difusão da informação a respeito das características e propriedades de tais espécies e é consequência direta da globalização dos hábitos de consumo de alimentos, dentre os quais incluem-se as frutas. As chamadas pequenas frutas geralmente exigem grande mão-de-obra, mas com a real possibilidade da obtenção de alto retorno econômico em áreas de pequeno cultivo e num curto espaço de tempo (PAGOT; HOFFMANN, 2003).

As agroindústrias de frutas e hortaliças possuem considerável papel no Nordeste brasileiro, destacando a agregação de valor, por ser uma atividade econômica dinâmica e estratégica para o desenvolvimento sustentável do interior dos estados nordestinos (BNB, 2008). Os frutos de *Physalis* de ocorrência na Paraíba podem a curto ou médio prazo serem inseridos neste cenário, uma vez que em outras localidades, dentro e fora do País, já são produzidos produtos a base de *Physalis*, como geleias e compotas.

Diante do exposto e principalmente por ainda existirem poucos estudos científicos sobre este fruto, sobretudo no Brasil e principalmente na região Nordeste, este trabalho teve como objetivo avaliar características físicas e físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de duas espécies de *Physalis* (*P. angulata* e *P. pubescens*) provenientes de diferentes localidades no estado da Paraíba e comparar com uma espécie comercial (*P. peruviana*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Physalis*

A família Solanaceae A. L. Jussieu, a que pertence a *Physalis*, é uma das maiores e mais complexas dentre as Angiospermas, com 92 gêneros e cerca de 2.300 espécies, tendo a América do Sul como um dos principais centros de diversidade e endemismo. O gênero *Physalis* L. pertence à subfamília Solanoideae e apresenta como caracteres hábito herbáceo a arbustivo. *Physalis* abrange cerca de 90 espécies, com distribuição cosmopolita tropical, sua ocorrência se dá desde o sul da América do Norte até a América do Sul, com centros de diversidade no México, Estados Unidos e na América Central (HUNZIKER, 2001), possuindo espécies que são cultivadas por sua importância na alimentação.

O referido gênero *Physalis* foi descrito pela primeira vez por Linnaeus em 1753. A partir daí, surgiram vários estudos que fazem referência a esta planta, porém, morfológicamente muitas plantas são semelhantes, gerando dúvidas na sua identificação (STANDLEY; STEYERMARK, 1946).

Physalis é nativo da América tropical e subtropical e é amplamente distribuído por todo o mundo, sendo bastante adaptável a uma gama de variedade de solos arenosos, argilosos e requer solos bem drenados. Pode crescer na sombra, semi-sombra ou não e em solo seco ou úmido (EL SHEIKHA, 2004).

O fruto e o suco de *Physalis* são nutritivos, contendo particularmente elevados níveis de niacina, carotenoides e minerais (EL SHEIKHA; et al., 2008). Além disso, muitas propriedades medicinais têm sido atribuídas a *Physalis*, como uma decocção, que é utilizada no tratamento de abscessos, tosse, febre ou dor de garganta (DUKE; AYENSU, 1985).

Uma única planta pode render até 0,5 kg frutos e quando bem cultivada e monitorada pode proporcionar entre 20 e 33 t.ha⁻¹ (DREMAN, 1985). As frutas possuem longa durabilidade, podendo ser armazenadas em recipiente selado e mantido em atmosfera seca por vários meses, como também podem ser congeladas (COFFEY, 1993).

Esta fruta é exportada por vários países, incluindo Colômbia, Egito, Zimbábue e África do Sul, porém, Colômbia se destaca como um dos maiores produtores, consumidores e exportadores (USDA, 2006).

A extensão do Brasil e sua inserção, em grande parte, nas zonas de clima tropical e temperado propicia o cultivo de diferentes variedades de frutíferas nativas e exóticas (GRANADA, 2004). *Physalis* pode ser uma excelente alternativa para o pequeno e médio

produtor rural brasileiro, que pode mudar a posição do país de importador para exportador da fruta, a médio ou curto prazo. Trata-se de uma planta rústica e de boa adaptação, podendo ser aproveitada, desde a raiz até o fruto, inclusive o cálice que recobre o fruto, muito utilizado em arte floral. As raízes e as folhas são comercializadas com fins medicinais, a fruta é consumida fresca, ou em saladas, acrescentando um sabor agridoce aos pratos. A produção de derivados da *physalis* é uma alternativa interessante para a agroindústria. Em alguns países, a fruta é processada para a obtenção de produtos como geléias, bebidas lácteas, iogurtes e é utilizada até na elaboração de licores. Também pode-se encontrar os frutos em conservas e na forma de sorvetes (RUFATO; et .al., 2008).

Na maioria dos países, a *physalis* é cultivada em quintais de residências para o consumo direto, no entanto, possui importância em alguns mercados internacionais, como na Europa, onde preços elevados são pagos pelos frutos. Além do consumo da fruta fresca, também pode ser apreciada como ingrediente em saladas, pratos cozidos, sobremesas, doces, lanches naturais e conservas de frutas (RAMADAN; MORSEL, 2003).

No Brasil, a *physalis* é popular nas regiões Norte e Nordeste, porém é novidade nas regiões Sul e Sudeste, onde já é produzida. O fruto pode ser encontrado nos mercados locais, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro, mas devido à pequena produção no país, o mesmo continua sendo importado da Colômbia a preços elevados (RODRIGUES; et al., 2009). A *physalis* desenvolve-se numa ampla gama de condições agroecológicas e está classificada como uma espécie muito tolerante devido a sua adaptabilidade a climas do mediterrâneo e a diversos tipos de solos (FISCHER, 2000).

Algumas variedades de *Physalis* são cultivadas na América, Europa e Ásia. A espécie *P. peruviana*, fruta cor de ouro e esférica, conhecida como goldenberry, já é produzida de forma comercial no Equador, África do Sul, Quênia, Zimbábue, Austrália, Nova Zelândia, Havaí, Índia, Malásia, Colômbia e China (NOVOA; et al., 2006). Possui grande valor nutricional e econômico e se caracteriza por produzir frutos açucarados e com bom conteúdo de vitamina A, C, ferro e fósforo (CHAVES, 2006), flavonóides, alcalóides, fitoesteróides, carotenóides e, portanto, compostos bioativos considerados funcionais, sendo atribuídas a esta fruta inúmeras propriedades medicinais (DALL'AGNOL, 2007; CHAVES; SCHUCH; ERG, 2005; CHAVES, 2006). A *P. peruviana* é utilizada largamente na medicina popular como anticancerígeno, antimicobacterianos, imunomoduladores antipiréticos e é também utilizada no tratamento de doenças como a asma, malária, hepatite, dermatite, e reumatismo (WU; et. al., 2005).

O cultivo de *Physalis peruviana* L vem sendo introduzido no sul do Brasil e constitui-se em uma inovação para a fruticultura da Metade Sul do Rio Grande do Sul, com um vasto campo a ser explorado, na maioria por pequenos produtores (RUFATO; et al., 2008).

No Brasil a planta apresentou fácil adaptação edafoclimática, embora algumas observações tenham que ser feitas. Em regiões temperadas onde o inverno é rigoroso, principalmente em regiões mais altas de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a ocorrência de geadas pode provocar a morte da planta, tornando-se uma cultura de ciclo anual, fazendo com que se tenha produção sazonal. Em regiões subtropicais, onde não há ocorrência de geadas, pode-se plantar em qualquer época do ano, sendo que o ciclo da cultura pode se estender por até dois anos, após este período tanto a produtividade quanto a qualidade dos frutos diminuem (MUNIZ, 2011).

A *Physalis* é uma planta perene, herbácea, arbustiva e fortemente ramificada, normalmente alcança de 1 a 1,5 m, mas utilizando sistema de condução com poda e espadeira pode chegar a 2,0 m ou mais de altura. A planta possui um hábito de crescimento indeterminado, isto significa que o desenvolvimento de novas ramas, folhas, flores e frutos ocorrem simultaneamente. Toda a planta está coberta por uma suave pilosidade (FISCHER, 2000).

O cálice que se alonga após a fertilização do fruto, envolvendo-o durante todo o seu desenvolvimento, perde sua clorofila a partir de 40-45 dias de seu desenvolvimento (ALMANZA-MERCHÁN; FISCHER, 2012). Segundo Fischer e Lüdders (1997), o cálice possui um papel importante durante os primeiros 20 dias de seu desenvolvimento referente à formação e translocação de carboidratos, especialmente a sacarose para o fruto. Além disso, o cálice protege o fruto contra condições climáticas extremas (alta insolação, frio e granizo), danos mecânicos, doenças, insetos e pássaros (FISCHER; et al., 2011). Dentro do cálice, há uma glândula que produz um grupo de compostos bioativos glicosídico do tipo esteroides lactonas (“withanolide E e 4 β -hidroxewithanolide E”), que segundo Baumann e Meier (1993) possui efeito repelente contra insetos, bem como é efetivo na redução de células cancerígenas do câncer de mama (WANG; et al., 2012).

Com relação à espécie *P. peruviana*, o crescimento do fruto compreende um período entre 60 e 80 dias, dependendo das condições agroecológicas do local. Quando os frutos atingem diâmetro de 10-11 mm, o tecido glandular, localizado na base interior do cálice, produz uma resina terpênica que cobre o fruto até a sua maturidade, que possivelmente tem funções repelentes (VALENCIA, 1985). A maturidade fisiológica ocorre quando as sementes da fruta estão desenvolvidas, maduras e adequadas para a reprodução.

Castañeda e Paredes (2003) determinaram que *P. peruviana* é um fruto climatérico que tem um aumento acentuado na produção de etileno, durante a fase de maturação. O índice de maturidade mais utilizado pelos produtores e comerciantes para a colheita é a determinação visual da cor através do cálice, já que quando os frutos apresentam coloração amarelo, simultaneamente com a mudança da cor verde para amarelo, é o momento ideal de colheita para aqueles destinados à exportação (LASPRILLA, 2012).

Uma Normativa Técnica Colombiana (NTC 4580) estabelece os requisitos mínimos exigidos para a “uchuwa” (*Physalis. Peruviana* L.), destinada para o consumo fresco ou como matéria prima para o processamento e determina que para a comercialização do fruto, deve ser considerado que a “uchuca” é um fruto não climatérico (ICONTEC, 1999).

Além da *P. peruviana*, outras espécies são consumidas e cultivadas em outras regiões no mundo, como é o caso das espécies *P. angulata* L. e *P. pubescens* L. As espécies *P. angulata* e *P. peruviana* são consideradas iguarias em restaurantes sofisticados, segundo Rufato; et al. (2008). Na Colômbia, tais espécies têm recebido atenção especial, tanto pelo segmento produtivo, quanto pela pesquisa (COLÔMBIA, 2008; GONZÁLEZ; et al., 2008).

A *P. angulata* L. e *P. pubescens* L. têm em comum o caule anguloso, anteras azuis e estigma capitado. A *P. angulata* pode ser identificada por ser glabrescente ou apresentar raros tricomas simples. A *P. pubescens* é identificada pelo indumento formado por tricomas simples e glandulares, curtos a longos. A coloração azul das anteras se altera significativamente no material herborizado, não sendo um caráter prático para identificação (SOARES; et al., 2009).

A *P. angulata* L. está distribuída ao longo de todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (KISSMANN; GROTH, 1995), no Brasil é conhecida popularmente como "Camapu", "Bucho de Rã", "Juá de Capote", "Mata-Fome" (FREITAS; OSUNA; RODRIGUES, 2006), bate-testa, joá (LORENZI; SOUZA, 1995), balãozinho, balão-rajado, joá-de-capote, joá-de-balão, camaru, camambu (KISSMANN; GROTH, 1995). Seu suco é considerado sedativo e depurativo e é indicado contra o reumatismo (LORENZI, 1982).

Essa espécie possui uma distribuição neotropical, com ocorrência na América do Norte, América Central, América do Sul e Caribe (NEE, 1986). É uma planta ruderal, encontrada em terrenos baldios e áreas perturbadas ou próximo de habitações. Trata-se de um arbusto muito ramificado (ALVES; et al., 2010), cujas folhas e raízes são comumente empregadas na medicina popular do Nordeste do Brasil (SILVA; AGRA, 2005). Seus extratos ou infusões a partir da planta vêm sendo utilizados por vários países na medicina popular no

tratamento de doenças como, malária, asma, hepatite, dermatite, reumatismo, assim como possui um alto poder antiinflamatório (JANUÁRIO, 2002).

P. angulata tem sido utilizada pela medicina popular como anticoagulante, antileucêmico, antimutagênico, antiinflamatório, antiespasmódico, antiséptico, analgésico e no tratamento de diabetes, entre outros (LIN; et al., 1992; CHIANG; JAW, CHEN, 1992). Além de ser amplamente utilizada na medicina popular, esta espécie tem despertado grande interesse tanto pelo teor de fisalinas quanto por suas propriedades farmacológicas (SOUZA; SOUZA; PELACANI, 2011).

A descrição morfológica feita por SILVA e AGRA, (2005) evidencia ser a planta uma erva, com 30-50 cm de altura, com folhas alternas, pubescentes, baga globosa, 1,0-1,5 cm de diâmetro, envolvida pelo cálice acrescente inflado, sementes numerosas com 0,8-1,0 mm de diâmetro.

Frutos da espécie *P. angulata* analisados por Oliveira; et al. (2011) apresentaram teores significativos de vitamina C e atividade antioxidante mediana. Segundo Harborne e Williams (2000), os frutos de camapu contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras, vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados compostos fenólicos, considerados importantes em alimentos vegetais, devido ao seu impacto sobre o sabor e a cor, existe um grande interesse em seus potenciais efeitos benéficos à saúde, sua atividade antioxidante e seus efeitos antimicrobianos. Os fenólicos são associados à resistência de alguns tecidos imaturos de frutas ao ataque por microrganismos patogênicos (FENNEMA, 2010).

Podendo ser encontrada em quase todo território brasileiro, existem registros de ocorrência de *P. angulata* L na Bahia, nos municípios de Seabra, Água Quente, Mucugê e Rio de Contas (MATOS, 2000). Em Pernambuco, há registros de ocorrência em Petrolina, Recife (Cidade Universitária) e Tiuma, e na Paraíba, em Santa Rita (Usina São João, Tibirizinho), Cabaceiras, Alagoa Grande, Areia, Boa Vista, Campina Grande e Serra Branca (SILVA; AGRA, 2005).

P. pubescens L., assim como os demais exemplares do gênero, é conhecida popularmente como fisalis, joá-de-capote, saco-de-bode, camapu, curuputi, mata-fome, bucho-de-rã; “uchuva” (na Colômbia); “hosuki” (no Japão) e “tomatillo” (na Espanha) (FREITAS; OSUNA; RODRIGUES, 2006). A espécie é amarela, tem sabor doce e ou azedo, e contém uma abundância de Vitamina C, caroteno, cálcio, ferro e muitas outras substâncias minerais (WANG; et al., 2009).

Seus frutos, raízes, caules e folhas são utilizados na medicina tradicional, principalmente como antipiréticos, diuréticos, antitumorais, analgésicos e antiinflamatórios (CHEN; et al., 1990; CHIANG; JAW , CHEN, 1992). É uma planta de caráter herbáceo, arbustivo, anual, que pode atingir até 2m de altura se devidamente tutorada (CARVALHO; et al.; 2006).

O fruto maduro é uma baga globosa, alaranjada, de aspecto macio e succulento, com sabor doce, levemente ácido o qual possui cerca de 2 cm de diâmetro e uma grande quantidade de sementes. Todos os frutos são recobertos pelo cálice inflado, uma capa esverdeada que depois passa a amarelada e finalmente, a palha, com textura de papel, ponto ideal para a coleta dos mesmos (CARVALHO; et al., 2006; FREITAS; OSUNA; RODRIGUES, 2006).

O fruto de *Physalis* tem chamando a atenção dos consumidores pela boa aparência e pelas citações de efeitos positivos à saúde. Seu cultivo vem se expandindo na Região Sul do País (SEVERO; et al, 2010) e é consumido no Brasil como fruto fino com alto valor comercial. Dessa forma, se faz de grande importância estudos que viabilizem e determinem o potencial desses frutos, sobretudo no Nordeste do Brasil onde são encontrados mais facilmente do que em outras regiões.

2.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Estudos epidemiológicos vem mostrando que as dietas ricas em alimentos de origem vegetal contribuem na prevenção de várias doenças, como as cardiovasculares, distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e enfermidades inflamatórias. A dieta habitual, além dos macro e micronutrientes essenciais, propicia alguns compostos químicos, que são encontrados em sua maioria, em frutas e hortaliças, que desempenham uma potente atividade biológica, evidenciada por vários pesquisadores. Esses compostos são denominados de compostos bioativos ou de fitoquímicos e podem exercer vários papéis beneficiando a saúde (CARRATU; SANZINI, 2005).

Essas substâncias agem do ponto de vista biológico, exercendo atividade antioxidante, modulação de enzimas de destoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, modulação do metabolismo hormonal, redução da pressão sanguínea e atividade antibacteriana e antiviral (CARRATU; SANZINI, 2005).

Há evidências de que os compostos bioativos apresentam funções na redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, como o câncer e as doenças cardiovasculares.

Entretanto os efeitos dos compostos bioativos na saúde dependem das quantidades consumidas e da biodisponibilidade desses compostos (HORST; LAJOLO, 2012). Os frutos de *physalis* apresentam compostos bioativos que contribuem para a captura de radicais livres atuando como antioxidantes (FONTANA; et al., 2000).

2.2.1 Carotenóides Totais

Carotenóides são pigmentos lipossolúveis, amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em muitas frutas e vegetais. Em plantas superiores, estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos) (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008). São responsáveis pelas cores do amarelo ao vermelho de frutas, vegetais, fungos e flores (MALDONADO-ROBLEDO; et al., 2003), utilizados comercialmente como corantes alimentícios e em suplementos nutricionais (FRASER; et al., 2004).

Os tecidos de plantas comestíveis contêm uma ampla variedade de carotenóides. Os exemplos mais comuns são: tomates (licopeno), cenouras (α e β -caroteno), milho (luteína e zeaxantina), pimentas vermelhas (capsantina), urucum (bixina) e batata doce (β -caroteno). Outras fontes vegetais de carotenóides são: abóbora, pimentão vermelho e amarelo, inhame, cará, azeitona roxa, repolho roxo, folhas verde-escuras (como brócolis e espinafre), alface, aipo, maçã, damasco, manga, ameixa, frutas vermelhas, melancia, laranja, tangerina, nectarina e mamão. Estudos apontam que a função antioxidante dos carotenóides desempenha um papel importante na redução do risco de câncer, catarata, aterosclerose e no processo de envelhecimento (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2008).

Os carotenóides compreendem uma família de compostos naturais, dos quais mais de 600 variantes estruturais estão reportadas e caracterizadas, a partir de bactérias, algas, fungos e plantas superiores. Os carotenoides mais comumente encontrados nos alimentos vegetais são o β -caroteno (cenoura, *Daucus carota*), licopeno (tomate, *Lycopersicum esculentum*), várias xantofilas (zeaxantina, luteína e outras estruturas oxigenadas do milho, *Zea mays*; da manga, *Mangifera indica*; do mamão, *Carica papaya*, e da gema de ovo) e a bixina (aditivo culinário e corante dérmico usado por indígenas amazônicos, obtido do urucum, *Bixa orellana*) (FONTANA; et al., 2000).

Os carotenoides parecem desempenhar alguns papéis fundamentais na saúde humana, sendo essenciais para a visão. Apesar de muitas hipóteses comprovadas, suas funções não estão completamente elucidadas in vivo. β -caroteno e outros carotenóides foram reconhecidos no século XX como as principais fontes de vitamina A. Mais recentemente, efeitos benéficos

de carotenoides contra cânceres, doenças de coração e degeneração macular foram reconhecidos e estimularam intensas investigações sobre o papel desses compostos como antioxidantes e como reguladores de resposta do sistema imune (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPES, 2000).

De Rosso e Mercadante (2007) identificaram o all-trans- β -caroteno, como carotenoide predominante em *Physalis*, representando 77% dos carotenoides totais do fruto.

2.2.2 Clorofila Total

As clorofilas envolvem os pigmentos naturais verdes mais abundantes presentes nas plantas e de ocorrência nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais. Apresentam tonalidade verde oliva e são obtidas de vegetais ou parte de vegetais como a grama, lucerne e urtiga (DOWNHAM; COLLINS, 2000).

Quimicamente, a clorofila não é uma molécula isolada, englobando uma família de substâncias semelhantes entre si, denominadas de clorofila a, b, c e d. A clorofila a é a mais abundante e importante dessa família, correspondendo a aproximadamente 75% dos pigmentos verdes encontrados nos vegetais (GROSS, 1991). A clorofila b se diferencia da clorofila a por uma pequena variação na substituição no anel pirrólico II. As clorofilas c e d são encontradas em algas (SCHWARTZ; LORENZO, 1990).

As diferenças aparentes de cor dos vegetais são devidas à presença e distribuição variável de outros pigmentos associados (carotenoides), visto que pigmentos clorofilínicos são os mesmos em uma grande variedade de plantas (MORTENSEN, 2004; STREIT, 2005). Desta forma, diferentes combinações entre clorofila e carotenoides fornecem a coloração verde dos vegetais (WISSGOTT; BORTLIK, 1996).

Estudos científicos afirmam que dentre os possíveis efeitos biológicos, as clorofilas têm mostrado efeitos benéficos à saúde por suas propriedades antimutagênicas e antigenotóxicas (LILA, 2004). Porém, possui uso limitado pela pobre estabilidade e opacidade. Devido sua cor e as propriedades físico-químicas, utiliza-se como aditivos para produtos alimentícios. Porém, são pigmentos quimicamente instáveis, sensíveis à luz, aquecimento, oxigênio e à degradação química, podendo sofrer alterações ou serem destruídos com facilidade, modificando a percepção e a qualidade dos produtos alimentícios (STREIT, 2005).

2.2.3 Flavonoides amarelos

Constituem uma categoria de substâncias com bioatividade elevada polifuncional, que compreende mais de 5000 compostos. Os flavonóides consistem em um grupo de compostos fenólicos largamente distribuídos nas frutas e nos vegetais, apresentando-se sob muitas variações como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas. Suas principais fontes são: café, cebola, maçã, uva, cerveja, vinho tinto e especialmente chá, que contém sobretudo catequinas em sua composição (GRAHAM, 1992; VAN ACQUIRE, 1996).

Os flavonóides estão presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas. Compreendem compostos de baixo peso molecular, consistindo em 15 átomos de carbono, organizados na configuração C6–C3–C6 (HARBORNE; BAXTER; MOSS, 1999).

Demonstrou-se que os flavonoides têm um papel importante na cardioproteção, muitos estudos relatam que as dietas ricas em flavonoides reduzem o risco de doença cardiovascular. Além disso, em neuroproteção, frutas ricas em antocianinas desempenham um papel protetor contra o declínio da função cognitiva associada ao envelhecimento e a proteção quimioterápica. Eles aumentam a atividade da desintoxicação de enzimas de fase II (CARRATÙ; SANZINI, 2005).

Flavonóides são capazes de inibir a xantina oxidase, enzima responsável pela oxidação de tecidos, podendo inibir a formação de radicais livres e combater o envelhecimento precoce. A remoção de radicais livres pelos flavonoides pode prevenir processos de estresse oxidativo, que causam morte celular como a degeneração de neurônios e membranas celulares (Mal de Parkinson e Alzheimer) (SMITH; ANDERSON, 1987; GIASSEN; et al., 2002; LIN; et al., 2002) e de câncer devido aos danos provocados pelos radicais às moléculas de DNA (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999).

São conhecidos cerca de 4.200 flavonóides que exercem as mais diferentes funções biológicas no organismo humano (PEDRIALI, 2005). Os flavonoides constituem o maior grupo de pigmentos fenólicos, encontrados em frutas, vegetais e grãos, são os principais responsáveis pelos pigmentos de cor azul e vermelha, que compreendem as antocianinas e os tons de amarelo, as antoxantinas (BOBBIO, 1992; ARAÚJO, 2004).

Os flavonoides possuem algumas atividades de importância biológica como antioxidante, antiviral, antialérgica, anticarcinogênica, antiinflamatória, vasoprotetora e anti-hepatotóxica (DUTHIE; CROZIER, 2000; VALDAMERI, 2008).

2.2.4 Polifenóis

Os polifenóis ou compostos fenólicos envolvem um grupo extenso de moléculas encontradas em hortaliças, frutas, cereais, chás, café, cacau, vinho, suco de frutas e soja. Nas plantas, possuem função de fotoproteção, defesa contra microorganismos e insetos, e também são responsáveis pela pigmentação e por algumas características organolépticas dos alimentos. Os polifenóis possuem uma estrutura química comum, derivada do benzeno, ligada a um grupo hidrofílico (HORST; LAJOLO, 2012).

De acordo com a estrutura e a maneira pela qual os anéis polifenólicos ligam-se uns aos outros, estes são classificados em quatro famílias: flavonoides, ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos. A comunidade científica vem destacando de forma relevante os polifenóis e seus inúmeros efeitos biológicos, como seqüestro de espécies radicalares de oxigênio, modulação da atividade de algumas enzimas específicas, inibição da proliferação celular, bem como seu potencial como agente antibiótico, antialérgico e antiinflamatório (MANACH; et al., 2004).

Os compostos fenólicos originam-se do metabolismo secundário das plantas e são essenciais para o seu crescimento e reprodução. Também são formados em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Como fontes principais de compostos fenólicos, tem-se as frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas como a cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão. Pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate constituem também excelentes fontes destes compostos. Estes compostos são encontrados em maiores quantidades na polpa que no suco da fruta. (PIMENTEL; FRANCKI; GOLLÜCKE, 2005).

A diversidade estrutural dos compostos fenólicos deve-se à grande variedade de combinações que ocorrem na natureza as quais resultam em compostos chamados de polifenóis. Dentre os fenólicos, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (KING; YOUNG, 1999).

Os compostos fenólicos parecem ser os principais responsáveis pela atividade antioxidante dos sucos de frutas e vinhos (FRANKEL; WATERHOUSE; TEISSEDRE, 1995; WANG; CAO; PRIOR, 1996; MILLER; RICE-EVANS, 1997). Eles têm sido associados à redução do risco de doenças do coração através da sua ação nas lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (VINSON JA; ZUBIK; BOSE, 2001). Por outro lado, os compostos

fenólicos também são importantes devido à sua contribuição para a qualidade sensorial do fruto (cor, adstringência, amargor e sabor) (VALDENEGRO; et al., 2012).

Severo et al. (2010) em estudo com *Physalis* afirmam que esses frutos são fonte significativa de carotenoides e compostos fenólicos, havendo variações nesses componentes em função do estágio de amadurecimento e condições de armazenamento, sendo encontrado os maiores teores a temperatura ambiente.

2.2.5 Atividade Antioxidante

As atividades antioxidantes e de proteção de órgãos vitais (fígado, cérebro, rins, sistema cardiovascular) constituem dois dos mecanismos de ação de vários compostos bioativos, como flavonoides (isoflavonas da soja, catequinas dos chás orientais verde e preto), antocianinas (feijão, morango, amora, cereja, casca de uvas e vinho tinto), carotenóides, como o licopeno (tomate, melancia e goiaba), dentre outros (HORST; LAJOLO, 2012).

Antioxidante trata-se de uma substância que, em baixas concentrações, retarda ou previne a oxidação do substrato (HALLIWEL, 1995). Os antioxidantes podem ser divididos em duas classes: a dos com atividade enzimática e a dos sem atividade enzimática. Entre a dos com atividade enzimática, estão os compostos capazes de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas ao oxigênio. Na segunda classe, estão moléculas que interagem com as espécies radiculares e são consumidas durante a reação. Nesta classificação, incluem-se os antioxidantes naturais e sintéticos como os compostos fenólicos (MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004).

Segundo Frankel (1993), a capacidade antioxidante dos vegetais é amplamente influenciada por fatores genéticos, condições ambientais, além do grau de maturação, variedade da planta, solvente e técnica de extração empregada.

A atividade antioxidante total (AAT) de um alimento pode ser maior ou menor que a soma da atividade antioxidante de cada composto avaliado separadamente. Além disso, a AAT varia substancialmente com as concentrações dos extratos e solventes utilizados para extração dos compostos antioxidantes, o que dificulta a comparação entre os estudos (KUSKOSKI; et al., 2006).

Um elevado nível de compostos fenólicos foi relatado para o fruto de *Physalis*, uma alta capacidade antioxidante tem sido demonstrada em suco desse fruto e o efeito sinérgico de antioxidantes diferentes tem sido sugerido (RAMADAN; MÖRSEL, 2007). Em estudo realizado por Rockenbach et al. (2008), foi determinado um alto conteúdo de fenólicos totais

e considerável atividade antioxidante para frutos de *Physalis peruviana*, quando comparados a diversas outras frutas tradicionalmente consumidas no Brasil, como abacaxi, cupuaçu e maracujá.

Os frutos de *Physalis* são comumente encontrados no Nordeste brasileiro e, na Paraíba, pode ser encontrado em vários municípios. Porém, ainda há poucas pesquisas que fazem referência a estes frutos. Diante disso, é necessário que sejam realizados estudos que avaliem a qualidade, os compostos bioativos e a atividade antioxidante de *Physalis* sob as condições brasileiras de ocorrência ou de plantio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Condução do experimento

As avaliações analíticas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB) em Areia-PB, no período de junho de 2012 a fevereiro de 2013.

3.1.2 Colheita dos frutos

Os frutos de *Physalis* spp foram colhidos manualmente em seis localidades da Paraíba. As colheitas foram realizadas nos municípios de São José da Lagoa Tapada, Itaporanga, Sapé e Santa Rita (Conjunto Eitel Santiago e Usina São João). As espécies colhidas de áreas de ocorrência espontânea de plantas foram *Physalis angulata* L e *Physalis pubescens* L.

Os frutos foram colhidos e conduzidos ao laboratório onde foram retirados o cálice, sendo os frutos de *P. angulata* separados em cinco estádios de maturação e os de *P. pubescens* em quatro, considerando a disponibilidade desses estádios em cada localidade. Pela escassez de chuva durante a pesquisa e, conseqüentemente, insuficiência de matéria-prima, não foi possível colher todos os estádios em todas as localidades e no mesmo período de tempo.

Foram adquiridos frutos de *P. peruviana* em Supermercado da cidade de João Pessoa-PB, os quais foram importados da Colômbia e comercializados em embalagem com 100 g de frutos envoltos no cálice.

3.1.3 Descrição fenológica dos frutos

Os frutos foram divididos em estádios de maturação, considerando a coloração do fruto sem o cálice, uma vez que este não era fator diferenciador da maturação.

3.1.3.1 *Physalis angulata*

Essa espécie foi colhida nos municípios de Santa Rita, mais precisamente no conjunto Eitel Santiago e na Usina São João, e nos municípios de São José da Lagoa Tapada e de Itaporanga. Os frutos foram separados em cinco estádios de maturação, sendo estes: completamente verde (CV), predominante verde (PV), Início de pigmentação amarela (IA), Predominante amarelo pardo (PA) e completamente amarelo pardo (CA), conforme Figura 1.

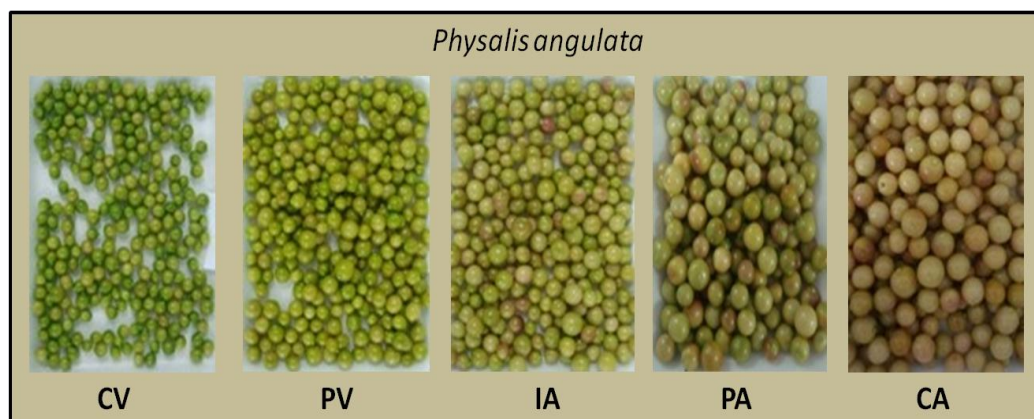


Figura 1 – Estádios de maturação de frutos de *Physalis angulata* colhidos na Paraíba, sendo CV (completamente verde), PV (predominante verde), IA (Início de Pigmentação amarela), PA (Predominante Amarelo Pardo) e CA (completamente amarelo pardo).

3.1.3.2 *Physalis pubescens*

Essa espécie foi colhida nos municípios de Sapé e Santa Rita (Eitel Santiago). Os frutos foram separados em quatro estágios de maturação, sendo estes: completamente verde (CV), predominante verde (PV), Início de pigmentação amarela (IA) e Predominante amarelo com traços púrpura (PA), conforme apresentados na Figura 2.

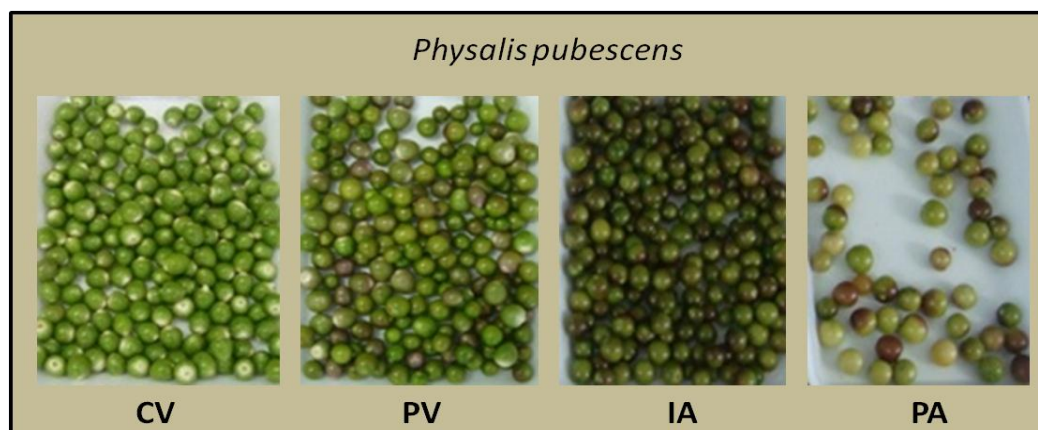


Figura 2 – Estádios de maturação de frutos de *Physalis pubescens* colhidos na Paraíba, sendo CV (completamente verde), PV (predominante verde), IA (Início de Pigmentação amarela com traços púrpura) e PA (Predominante Amarelo com traços púrpura).

3.1.3.3 *Physalis peruviana*

Os frutos de *P. peruviana* foram adquiridos em supermercado localizado na cidade de João Pessoa, cuja origem dos mesmos era informada no rótulo como sendo importados da Colômbia e comercializados em embalagem de 100 g de frutos com o cálice. Os frutos apresentavam coloração laranja brilhante.

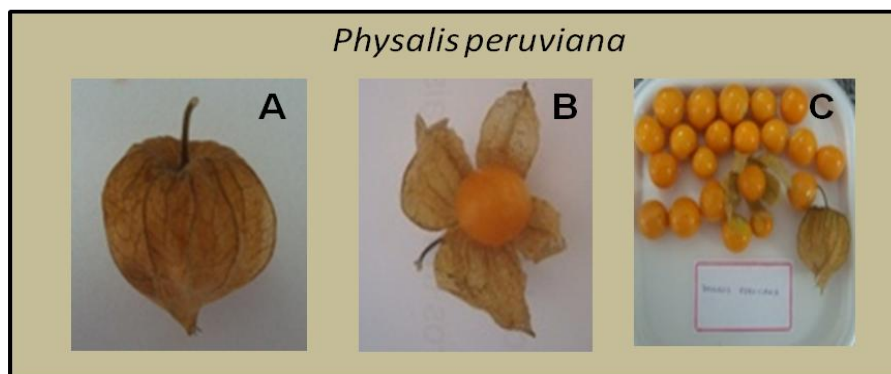


Figura 3 – Frutos de *Physalis peruviana* de origem comercial. A – Fruto com cálice fechado (conforme embalado); B – Fruto com o cálice aberto; C - Frutos sem o cálice.

Os frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* foram colhidos nos seguintes municípios:

Itaporanga, município do Semiárido brasileiro, a 420 Km de João Pessoa, e a aproximadamente 106 Km de São Gonçalo (estação meteorológica mais próxima do município), situado a 290 m de altitude, com Latitude 7° 18' 10'' Sul e longitude 38° 9' 1'' Oeste. O município apresenta clima Semiárido quente do tipo BSh, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

São José da Lagoa Tapada, município do Semiárido brasileiro, a 462 Km de João Pessoa, e a aproximadamente 25 Km de São Gonçalo (estação meteorológica mais próxima do município) situado a 254 m de altitude, com Latitude 6° 56' 3'' Sul e longitude 38° 9' 39'' Oeste. O município apresenta clima Semiárido quente do tipo BSh, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

Santa Rita, município localizado na Mesorregião da Mata Paraibana, a 11 Km de João Pessoa, com 16 m de altitude, Latitude 7° 6' 59'' Sul e Longitude 34° 58' 52'' Oeste, apresenta clima tropical com estação seca sendo do tipo As, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

Sapé, município localizado na Mesorregião da Mata Paraibana, a 55 Km de João Pessoa, situado a 131 m de altitude, com Latitude 7° 5' 39'' Sul e Longitude 35° 13' 58'' Oeste,

apresenta clima tropical com estação seca sendo do tipo As, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

Os dados meteorológicos registrados pelo Inmet, durante o período de colheita, de João Pessoa, município com registro meteorológico mais próximo de Santa Rita e Sapé, e de São Gonçalo, município com registro mais próximo de Itaporanga e São José da Lagoa Tapada, constam no Quadro 1.

João Pessoa, município inserido na Mesorregião da Mata Paraibana, apresenta clima tropical (com chuvas no Inverno) do tipo As, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

São Gonçalo, 440 Km de João Pessoa apresenta clima tropical semiárido, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

Quadro 1: Dados meteorológicos dos municípios de João Pessoa e São Gonçalo.

	João Pessoa	São Gonçalo
	Período	
	Agosto - 2012	Junho - 2012
Latitude (graus) :	-7,1	-6.75
Longitude (graus):	-34,86	-38.21
Altitude (metros):	47	233
Precipitação (mm)	0,6	0
Temperatura Máxima (°C)	28,89	32,6
Temperatura Mínima (°C)	23,00	20,08
Umidade Relativa Média (%)	77,43	65

Fonte: INMET, 2013.

3.2 Métodos

3.2.1 Avaliações Físicas

Foram utilizados 40 frutos para a caracterização física, sendo cada fruto avaliado isoladamente, sendo considerada uma repetição, consistindo em 40 repetições.

Massa fresca: foi determinada através da pesagem individual dos frutos em balança semi-analítica, sendo expresso em gramas (g).

Dimensões: foram determinados comprimento e diâmetro com auxílio de um paquímetro digital e expressos em milímetros (mm).

Cor: foi avaliada de forma objetiva através de colorímetro digital Minolta e expressa com os parâmetros L*, a*, b*, C e H.

Onde:

L^* - corresponde à claridade/luminosidade; a^* - define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) e b^* - representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$), sendo que quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada a cor; C^* (cromaticidade ou intensidade da cor) e o ângulo Hue ($^\circ H$), onde 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 360° = azul;

Firmeza: Determinou-se em frutos íntegros através de um Penetrômetro de bancada digital de frutas, marca SoilControl – modelo PDBF – 200, e os resultados expressos em Newton (N).

3.2.2 Avaliações Físico-Químicas

Para a caracterização físico-química, para cada repetição foi utilizada uma quantidade de frutos que correspondia a cerca de 200g para cada estágio de maturação. Frutos de cada repetição foram homogeneizados em liquidificador e peneirados para a separação das sementes. Foram utilizadas três repetições para cada determinação realizada:

Teor de Sólidos Solúveis (SS): Foram determinados através de um refratômetro “Wya Abbe Refractometer” acoplado com temperatura de 20°C , de acordo com metodologia Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1984), e os resultados expressos em %.

Acidez Titulável (AT): Foi determinada por titulometria utilizando solução de NaOH 0,1M e indicador fenolftaleína (1%) até a mudança de cor da solução para levemente róseo, conforme método do Instituto Adolfo Lutz-IAL (2005). Os resultados foram expressos em (g. ácido cítrico. 100g^{-1} de polpa).

Relação SS/AT: Foi obtida através da razão dos índices SS por AT (CHITARRA e CHITARRA, 2005);

Potencial Hidrogeniônico (pH): O pH foi determinado através de potenciômetro digital, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2005);

Teor de Açúcares Redutores: Foi determinado utilizando o ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS) de acordo com a metodologia descrita por Miller (1959). Os resultados foram expressos em ($\text{g.}100\text{g}^{-1}$).

Teor de Açúcares Solúveis Totais: Foi determinado pelo método da antrona de acordo com Yemn; Willis (1954). Os resultados foram expressos em ($\text{g.}100\text{g}^{-1}$).

3.2.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Para as avaliações dos compostos bioativos e atividade antioxidante, para cada repetição foi utilizada quantidade de frutos de cerca de 200g para cada estágio de maturação. Frutos de cada repetição foram homogeneizados em liquidificador e peneirados para a separação das sementes. Foram utilizadas três repetições para cada determinação realizada:

Teor de Ácido Ascórbico: Foi determinado por titulometria, utilizando solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002 %) até a mudança de coloração para róseo claro permanente, utilizando 1 g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5% de acordo com Strohecker; Henning (1967), e os resultados expressos em (mg.100g⁻¹).

Teor de Carotenoides Totais: Foram determinados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 450 nm, utilizando hexano, de acordo com a metodologia descrita por Higby (1962). Os resultados foram expressos em (µg.100g⁻¹).

Teor de Clorofila Total: Foi determinada por espectrofotometria a um comprimento de onda de 652 nm, utilizando-se solução extratora de acetona a 80%, de acordo com Bruinsma (1963) e calculado pela equação de Engel e Poggiani (1991). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

Teor de Flavonoides Amarelos: Foram determinados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 374 nm, de acordo com metodologia descrita por Francis (1982). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

Teor de Antocianinas Totais: Foram determinadas por espectrometria a um comprimento de onda de 535 nm, de acordo com metodologia descrita por Francis (1982). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

3.2.3.1 Polifenóis Extraíveis Totais e Atividade Antioxidante Total (AAT)

3.2.3.1.1 Obtenção dos extratos

Os extratos foram obtidos segundo metodologia descrita por Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, (1997), utilizando-se 3 g da polpa congelada em ultra freezer a -85°C, adicionando-se 4 mL de metanol 50%, seguindo por homogeneização e repouso por 60 minutos a temperatura ambiente, e centrifugação por 15 minutos a 15.000 rpm e transferindo o sobrenadante para tubos de ensaios graduados de 15 mL. Foi adicionado 4 mL de acetona 70% ao resíduo, homogeneizando e deixando em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente, sendo

novamente centrifugado por 15 minutos a 15.000 rpm e transferido o sobrenadante para o tubo contendo o primeiro sobrenadante, completando o volume para 10 mL com água destilada. O procedimento descrito foi realizado ao abrigo da luz. Os extratos foram conservados sob refrigeração até o momento da determinação.

3.2.3.1.2 Polifenóis Extraíveis Totais

Teor de Polifenóis Extraíveis Totais (mg.100g^{-1}): Foram determinados de acordo com Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, (1997). Em tubos de ensaio, foram utilizadas alíquotas de 450 μL do extrato fenólico, completando para 1000 μL com água destilada, acrescentando 1 mL do reagente de Folin Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio (20%) e 2,0 mL de água destilada. Os tubos de ensaio foram homogeneizados e as leituras realizadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 700 nm, por 30 minutos após a adição dos reagentes (OBANDA; OWUOR, 1997). Os resultados foram expressos em mg.100g^{-1} .

3.2.3.1.3 Determinação da Atividade Antioxidante total (ATT)

A partir dos extratos obtidos, foram preparadas, em tubos de ensaio, três diluições (200, 600 e 1000 $\mu\text{L.mL}^{-1}$), em triplicata, determinadas em testes preliminares, baseando-se na curva padrão do DPPH (2,2-diphenil-1-picril-hidrazil).

Em ambiente escuro a partir de cada diluição transferiu-se uma alíquota de 100 μL para tubos de ensaio contendo 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM) e homogeneizou-se em agitador de tubos, por um minuto. Utilizou-se 100 μL da solução controle (40 mL de solução de álcool metílico 50% e 40 mL de solução acetona 70%, completando o volume para 100 mL de água destilada) e homogeneizou-se. Para calibrar o espectrofotômetro, utilizou-se álcool metílico como branco e as leituras foram realizadas no comprimento de onda 515 nm (RUFINO; et al., 2007).

As leituras foram realizadas após uma hora, tendo esse tempo sido determinado previamente, onde foi observada a redução da absorbância até sua estabilização. A partir da absorbância das três diluições dos extratos, foi determinada a equação da reta, plotando a absorbância no eixo y e diluição (mg/L) no eixo x.

Para calcular a AAT, substituiu-se a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y (absorbância inicial de controle/2) da equação $y = -ax + b$, e encontrou-se o

resultado correspondente à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH (EC₅₀), é expresso em (g fruta/g DPPH).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (localidade x estágio de maturação) – para *P. angulata* em 4x5, para *P. pubescens* em 2x4, sendo utilizados 40 frutos para as avaliações físicas, consistindo em 40 repetições e para as demais avaliações, 3 repetições, sendo utilizados para cada repetição um número de frutos correspondente a 200 g. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos locais (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) e dos estágios de maturação foram comparadas pelo teste de Tukey. A comparação da *P. peruviana* com as duas espécies de ocorrência no estado da Paraíba foi realizada aplicando o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

3.2.4 Análise Sensorial

O método empregado para a avaliação do perfil sensorial foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), teste de avaliação de atributos, segundo Queiroz; Treptow (2006), cujo desenvolvimento implicou nas seguintes etapas:

1ª) Seleção dos julgadores

Inicialmente foi realizado um painel aberto com 15 pessoas, levando-se em conta os requisitos como disponibilidade e que tenham o interesse de consumir o fruto, para que elas definissem as características sensoriais dos frutos de *Physalis*, mais importantes a serem avaliadas posteriormente.

2ª) Desenvolvimento de terminologia descritiva

Foram apresentados os frutos a cada integrante e solicitado que este desenvolvesse uma lista completa de termos que descrevessem as sensações por eles percebidas: visão, gustação e tato (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). No segundo encontro, foram abordados os conceitos da terminologia relativos às propriedades sensoriais segundo as normas da ABNT (1998). Após a avaliação, sob a supervisão do líder, os provadores discutiram os termos levantados, eliminando redundâncias, sinônimos e termos poucos citados, selecionando os termos que melhor descreviam as características dos frutos.

Em seguida, foi elaborada uma lista com a definição dos termos descritivos das amostras e proposto referências para exemplificar cada termo descritor. O levantamento inicial dos termos descritivos para os atributos de aparência, sabor e textura foi realizado

utilizando-se princípios básicos do método de Análise Descritiva Quantitativa (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

REFERÊNCIAS

- ALMANZA-MERCHÁN, P. J.; FISCHER, G.. Fisiología del cultivo de la uchuva (*Physalis Peruviana* L.). In: REUNIÃO TÉCNICA CULTURA DA PHYSALIS. Santa Catarina, 2012. Disponível em: <http://fruticultura.cav.udesc.br/wp-content/uploads/2012/04/pedro_jose_almanza_merchan_y_gerhard_fischer2.pdf>. Acesso em: 03 maio 2012.
- ALVES D. T. V., et al. Estudo químico de *Physalis angulata* (camapú) por HPLC. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 33., Águas de Lindóia, 2010. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2010. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/33ra/resumos/T2013-2.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2013.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 478 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington: AOAC, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14140: alimentos e bebidas análise sensorial: teste de análise descritiva quantitativa (ADQ)**. Rio de Janeiro, 1998.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL - BNB. **A agroindústria de alimentos de frutas e hortaliças no Nordeste e demais áreas de atuação do BNB: desempenho recente e possibilidades de políticas**. Fortaleza, 2008. 324 p. (Série documentos do Etene, n. 24).
- BAUMANN, T. W.; MEIER, C. M. Chemical defence by withanolides during fruit development in *Physalis peruviana*. **Phytochemistry**, [S.l.], v. 33, n. 2, p. 317-321, 1993.
- BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 1992.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. **Photochemistry and photobiology**, Elmsford, v. 2, p. 241-249, 1963.
- CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Ann. Ist. Super Sanità**, Roma, v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.
- CARVALHO, L., et al. Solanaceae na Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, Rio de Janeiro – Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 1, p. 51-78, 2006.

CASTAÑEDA, G. E.; PAREDES, R. I. **Estudio del proceso respiratorio, principales ácidos orgánicos, azúcares y algunos cambios físico-químicos en el desarrollo del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.)**. 2003. 92 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2003.

CHAVES, A. C. **Propagação e avaliação fenológica de *Physalis* sp. na região de Pelotas, RS**. 65 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, 2006.

CHAVES, A. C.; SCHUCH, M. W.; ERG, A. C. Estabelecimento e multiplicação *in vitro* de *Physalis peruviana* L. **Ciênc. Agrot.**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1281-1287, nov./dez., 2005.

CHEN, C. M., et al. Withangulatin A: a new withanolide from *Physalis angulata*. **Heterocycles**, v. 31, n. 7, p. 1371-1375, 1990.

CHIANG, H. C.; JAW, S. M.; CHEN, C. F. Inhibitory Effects of Physalin B and Physalin F on Various Human Leukemia Cells in vitro. **Anticancer Research**, [S.L], v. 12, p. 1155-1162, 1992.

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

CLASSIFICAÇÃO climática de Köppen- Geiger. In: UFG, 2013. Disponível em: <http://portais.ufg.br/uploads/68/original_Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

COFFEY, T. The history and folklore of North American wild flowers. **Facts on file**, New York, NY, 1993.

COLÔMBIA. Embajada de Colombia em Portugal. In: Physalis, 2008. Disponível em: <<http://www.embaixadacolombia.pt/physalis.html>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

COORDENAÇÃO GERAL PARA PECUÁRIA E CULTURAS PERMANENTES – CGPCP. **Fruticultura**, [S.l.], a. 5, v. 46, dez/jan de 2011. Disponível em: <<http://www.fruticultura.org/documentos/3/INFORMATIVO%20CGPCP%20%20volume%2046.pdf?1305743203>>. Acesso em: 19 jun. 2011.

DALL'AGNOL, Isana. **Perfil fitoquímico e atividade antimicrobiana de *Physalis pubescens* L.** 2007. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Farmácia Bioquímica Clínica) - Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2007.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's food chemistry**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1144 p.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPES, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains-characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical reviews in food science and nutrition**, [S.l.], n. 40, p. 173-289, 2000.

DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLCPDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, v. 55, n. 13, p. 5062-5072, 2007.

DOWNHAM, A.; COLLINS, P. Colouring our foods in the last and next millennium. **International journal of food science & technology**, [S.l.], v. 35, p. 5-22, 2000.

DREMAN, C. G. Ground Cherries, husk tomatoes and tomatillos. [S.l.: s.n], 1985.

DUKE, J. A.; AYENSU, E. S. **Medicinal plants of China**. [S.l.]: Reference Publications Inc., 1985.

DUTHIE, G.; CROZIER, A. Plant-derived phenolic antioxidants. **Current opinions in lipidology**, [S.l.], v. 11, p. 43-47, 2000.

EL SHEIKHA, A. F. **Technological, chemical and microbiological studies on some packed foods**. 2004. Tese (Mestrado) - Faculty of Agriculture, Minufiya University, Egito, 2004.

EL SHEIKHA; et al. Physico-chemical properties and biochemical composition of *Physalis pubescens* L.) fruits. **Global Science Books Ltd.**, Reino Unido., v. 2, p. 124–130, 2008.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FENNEMA, O. R.; et al. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FISCHER, G. Crecimiento y desarrollo. In: FLOREZ, V. J.; FISCHER, G.; SORA, A. **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)**. Bogotá: Unibiblos/ Universidad Nacional de Colombia, 2000, p. 9-26.

FISCHER, G.; LÜDDERS, P. Developmental changes of carbohydrates in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits in relation to the calyx and the leaves. **Agron.**, Colômbia, v. 14, n. 2, p. 95-107, 1997.

FISCHER, G.; HERRERA, R.; ALMANZA-MERCHÁN, P. J. Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). En: YAHIA, E.M. (ed.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Vol. 2. Reino Unido: Woodhead Publishing/ Oxford, 2011. p. 374-396.

FONTANA, J. D.; et al. Carotenóides: cores atraentes e ação biológica. **Biotecnologia ciência & desenvolvimento**, [S.l.], ano 2, n. 13, mar./abr. 2000. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio13/caroteno.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

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

FRANKEL, E. N. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. **Trends in Food Science and Technology**, [S.l.], v. 4, n. 7, p. 220-225, jul. 1993.

FRANKEL, E. N.; WATERHOUSE, A. L.; TEISSEDE, P. L. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, [S.l.], 43, p. 890-894, 1995.

FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. **Prog. Lipid Res.** [S.l.: s.n.], 2004.

FREITAS, T. A.; OSUNA, J. T. A.; RODRIGUES, A. C. Cultivation of *Physalis angulata* L. and *Anadenanthera colubrina* [(Vell.) Brenan] species of the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S.l.], v. 8, n. esp, p. 201-204, 2006.

GIASSON, B. I.; et al. The relationship between oxidative/nitrative stress and pathological inclusions in Alzheimer's and Parkinson's diseases. **Free Radic. Biol. Med.**, [S.l.], v. 12, n. 12, p. 1264-1275, 2002.

GONZÁLEZ, O. T.; et al. Caracterización morfológica de cuarenta y seis acepciones de uchuva (*Physalis peruviana* L.), in Antioquia (Colombia). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.l.], v. 30, p. 708-715, 2008

GRAHAM, H. D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. **J. Agric. Food Chem.**, Columbus, v. 40, n. 5, p. 801-805, 1992.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do CEPPA**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 405-422, 2004.

GROSS, J. **Pigments in vegetables, chlorophylls and carotenoids**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 351 p.

HALLIWELL, B. Antioxidant Characterization: methodology and mechanism. **Biochemical Pharmacology**, [S.l.], v. 49, p. 1341-1348, 1995.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. New York: Clarendon Press/ Oxford University Press, 1999.

HARBORNE, J. B.; BAXTER, H.; MOSS, G. P. **Phytochemical dictionary: handbook of bioactive compounds from plants**. 2. ed. London: Taylor & Francis, 1999.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, [S.l.], v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1)>. Acesso em: 22 dez. 2012.

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.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In. COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. [S.l.:s.n.], 2012, p. 879-914.

HUNZIKER, A. T. In: RUGGELL, A. R. G. **The genera of Solanaceae**. [S.l.: s.n.], 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: IAL, 2005. 371 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). **Norma técnica colombiana Uchuva NTC 4580**. Bogotá: ICONTEC, 1999. 17 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS-IBRAF. In: IBRAF, 2010. **Brasil é o 3º produtor mundial de frutas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/news/news_item.asp?NewsID=8129>. Acesso em: 18 jun. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. In: Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa, 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

JANUÁRIO, A. H., et al. Antimycobacterial *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Phytother. Res.**, [S.l.], v. 16. p. 445-448, 2002.

KING A; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of the American Dietetic Association**, [S.l.], v. 50, p. 213-8, 1999.

KISSMANN, K. G., GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. [S.l.]: BASF, 1995. p. 485-487.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 522-530, 2008.

KUSKOSKI, E. M.; et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, [S.l.], v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000400037>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico - químicos e avaliação sensorial. **Ciência e tecnologia de alimentos**, [S.l.], v. 26, p. 847-852, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000400021>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

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. **J. agric. Food Chem.**, [S.l.], v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LASPRILLA, D. M. Manejo integrado del cultivo de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*) en zonas productoras de Colombia. In: Reunião Técnica Cultura da Physalis, Bogotá, 2012. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Disponível em: <http://fruticultura.cav.udesc.br/wp-content/uploads/2012/04/diego_miranda_lasprilla.pdf>. Acesso: 15 nov. 2012.

LILA, M. A. Plant pigments and human health. In: DAVIS, S. **Plant pigments and their manipulation**. Oxford: CRC Press/Blackwell Publ., 2004. p. 248-274.

LIN, C.; et al. Prevention of celular ROS damage by isovitexin and related flavonoids. **Planta Med.**, [S.l.], v. 68, n. 4, p. 365-367, 2002.

LIN, Y.S.; CHIANG, H.S.; HONE, E.; SHIN, S.J.; WON, M.H. Immunomodulatory activity of various fractions derived from *Physalis angulata L.* extract. *American Journal of Chinese Medicine* 20: 233-243. 1992.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1982. 372 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil, arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa: Plantarum, 1995.

MALDONADO-ROBLEDO, G.; et al. Carotenóides: cores atraentes e ação biológica. **Revista biotecnologia Ciência**, [S.l.], v. 62, p. 484-488, 2003.

MANACH, C.; et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, [S.l.], v. 79, p. 727-47, 2004.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil**. 2 ed. Fortaleza: UFC, 2000.

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

MILLER, N. J.; RICE-EVANS, C. A. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. **Food Chem.**, [S.l.], v. 60, p. 331-337, 1997.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de ratos. **Revista de nutrição**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 411-24, 2004.

MORTENSEN, A. Carotenoids: an overview. **Agro-Ind. Hi-Technol**, [S.l.], p. 32-33, 2004.

MUNIZ, J. Sistemas de condução e espaçamentos para o cultivo de *Physalis* (*Physalis peruviana* L.) no Planalto Catarinense. Lages: [s.n], 2011. 137 p.

NACZK, M., SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of chromatography**, [S.l.], v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NEE, M. Solanaceae I. In: INST. NAC. DE INVESTIGACIONES SOBRE RECURSOS BIÓTICOS. **Flora de Veracruz**. Fasc. 49. Xalapa: [s.n], 1986.

NOVOA, R. H.; et al. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenada a 12 °C. **Agronomía Colombiana**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 74, p. 209-215, 1997.

OLIVEIRA, J. A. R.; et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 573-583, 2011.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Vacaria, Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 9-14.

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

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais**: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Varela, 2005. 95 p.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006. 268 p.

RAMADAN, M.; MORSEL, J. Oil goldenberry (*Physalis peruviana*, L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 51, n. 4, p. 969–974, 2003.

RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Impact of enzymatic treatment on chemical composition, physicochemical properties and radical scavenging activity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) juice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 87, p. 452–460, 2007.

ROCKENBACH, I. I.; et al. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 271-276, jul./set. 2008.

RODRIGUES, E., et al. Minerais e ácidos graxos essenciais da fruta exótica *Physalis peruviana* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 642-645, jul.-set. 2009.

RUFATO, L.; et al. **Aspéctos técnicos da cultura da Physalis**. Lages: CAV/UEDESC; Pelotas: UFPel, 2008.100 p.

RUFINO, M.S.M.; et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. In: Comunicado Tecnico on line 127, 2007.

SCHWARTZ, S. J.; LORENZO, T. V. Chlorophyll in foods. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Fort Lauderdale, v. 29, p. 1-17, 1990.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ – SEAB. **Fruticultura**: análise da conjuntura agropecuária. In: Governo do Paraná, 2012. Disponível em:
<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf>
> Acesso em: 15 jan. 2013.

SEVERO, J.; et al. Atividade antioxidante e fitoquímicos em frutos de *Physalis peruviana*, L.) durante o amadurecimento e o armazenamento. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 77-82, jan/dez, 2010.

SILVA, K. N.; AGRA, M. F. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* e *Physalis angulata* (Solanaceae). **Revista brasileira de farmacognosia**, [S.l.], v. 15, n. 4, p. 344-351, out./dez. 2005.

SMITH, C. V.; ANDERSON, R. E. Methods for determination of lipid peroxidation in biological samples. **Free Radic. Biol. Med.** v. 3, n. 5, p. 341-344, 1987.

SOARES, E. L. C.; et al. Gênero *Physalis* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas:** botânica, São Leopoldo, n. 60, p. 323-340, 2009.

SOUZA, M. O.; SOUZA, C. L. M.; PELACANI, C. R. Germinação de sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas e crescimento inicial de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em ambientes salinos. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 1, p. 105-112, jan./mar., 2011.

STANDLEY, P. C.; STEYERMARK, J. A. Flora of Guatemala. **Fieldiana Botany**, Chicago, v. 24, n. 2, p. 1-13, 1946.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Ciênc. Rural**, [S.l.], v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

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

USDA. In: The plants database, 2006. Disponível em:
<<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=PHPU7>>. Acesso em: 10 set. 2012.

VALDAMERI, G. **Efeitos da flavona sobre o metabolismo mitocondrial**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência-Bioquímica) – Setor Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VALDENEGRO, M.; et al. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1- methylcyclopropene treatment. **Postharvest biology and technology**, [S.l.], v. 67, p. 110–117, 2012.

VALENCIA, M. L. Anatomía del fruto de la uchuva. **Acta biológica colombiana**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 63-69, 1985.

VAN ACQUIRE, S. A. Structural aspects of antioxidant activity of flavonoids. **Free radical biology and medicine**, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 331-342, 1996.

VINSON JA, S. U. X.; ZUBIK, L.; BOSE, P. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. **Journal of agricultural food chemistry**, [S.l.], v. 49, p. 5315-5321, 2001.

WANG, H; CAO, G. H; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, [S.l.], v. 44, p. 701-705, 1996.

WANG, H-C, et al. Withanolides-Induced Breast Cancer Cell Death Is Correlated with Their Ability to Inhibit Heat Protein 90. **PLoS ONE**, [S.l.], v 7, n. 5, 2012.

WANG, P.; et al. Effect on the immunological competence of *Physalis pubescens* L. in mice. **Food and agricultural immunology**, [S.l.], v. 20, n. 2, jun. 2009.

WISSGOTT, U.; BORTLIK, K. Prospects for new natural food colorants. **Trends food sci. technol.**, [S.l.], v.7, p. 298-302, 1996.

WU, S. J.; et al. Antioxidant activities of *Physalis peruviana*. **Biological & pharmaceutical bulletin**, [S.l.], v. 28, n. 6, p. 963-966, 2005.

YEMN, E.W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The biochemical journal**, London, v. **57**, p. 508-14, 1954.

CAPÍTULO 2

**QUALIDADE DE FRUTOS DE *Physalis* sp. DE OCORRÊNCIA NA PARAÍBA
COMPARADA À ESPÉCIE COMERCIAL**

**QUALITY OF *Physalis* sp. FRUIT OCCURRING IN THE PARAÍBA STATE IN
COMPARISON WITH THE COMMERCIAL SPECIES**

QUALIDADE DE FRUTOS DE *Physalis* sp. DE OCORRÊNCIA NA PARAÍBA COMPARADA A ESPÉCIE COMERCIAL

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade de frutos de duas espécies de *Physalis* (*P. angulata* e *P. pubescens*) em diferentes estádios de maturação, provenientes de seis localidades do estado da Paraíba e comparar com uma espécie comercial (*P. peruviana*). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (localidade x estágio de maturação), sendo para *P. angulata* em 4x5, para *P. pubescens* em 2x4. Para as avaliações físicas, foram utilizados 40 frutos, consistindo em 40 repetições. Para as físico-químicas foram utilizadas 3 repetições, sendo utilizados para cada repetição composta por um número de frutos correspondente a cerca de 200 g. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias das localidades (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) e dos estádios de maturação comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os frutos foram classificados em cinco estádios de maturação, considerando o fruto sem o cálice. Para a comparação da *P. peruviana* com as duas espécies de ocorrência no estado da Paraíba, foi utilizado o fruto maduro e seis repetições, com as médias comparadas pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade. Foram determinados massa fresca, comprimento, diâmetro, firmeza, cor, potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e o teor de açúcares redutores (AR) e de açúcares solúveis totais (AST). Foi realizado um perfil sensorial dos frutos de *P. peruviana*. Os frutos de *Physalis angulata* apresentavam, na maturidade coloração amarelo claro e os de *Physalis pubescens*, coloração levemente púrpura e os da espécie comercial coloração amarelo-alaranjado. Os SS dos frutos de *P. angulata* das localidades L2 e L4 foram superiores aos da espécie comercial. Comparando com a espécie comercial, a relação SS/AT foi superior em frutos de todas as localidades com exceção da localidade L6, o que constitui um fator favorável para o processamento. Os teores de AR foram inferiores ao da espécie comercial assim como os AST, com exceção dos frutos da L2. Os frutos de *P. angulata* colhidos em L4 apresentaram a menor acidez, maior teor de sólidos solúveis e maior relação SS/AT quando comparados com a espécie comercial. Dos frutos de *P. pubescens* os de L5 apresentam menor acidez e maior relação SS/AT. Os frutos de *P. angulata* e de *P. pubescens* apresentam características favoráveis para o consumo freco principalmente os de L4 e L5, apresentando potencial para serem domesticadas.

Palavras-chave: *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis peruviana*, carboidratos solúveis, Relação SS/AT, maturação.

QUALITY OF *Physalis* sp. FRUIT OCCURRING IN THE PARAÍBA STATE IN COMPARISON WITH THE COMMERCIAL SPECIES

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the quality of fruits of two species of *Physalis* (*P. angulata* and *P. pubescens*) in different maturation stages, from six locations in the state of Paraíba and compare with a commercial species (*P. peruviana*). The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial scheme (location x maturity stage), being for *P. angulata* in 4x5 and for *P. pubescens* in 2x4. For physical assessments, 40 fruits were used, consisting of 40 repetitions. For physicochemical evaluations it was used 3 replications and each repetition consisted of a number of fruit corresponding to about 200 g. Data were submitted to analysis of variance and means of locations (L1 , L2 , L3 , L4 , L5, and L6) and maturity stage compared by the Tukey test at 5 % probability. Fruits were classified into five maturity stages, considering of fruit without the floral calyces. For the comparison of *P. peruviana* with the species occurring in the state of Paraíba, it was used the full ripe fruit and six replicates and the means were compared by Dunnett's test at 5 % probability. It was determined fresh weight, length, diameter, firmness, color, hydrogen potential (pH), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS / TA ratio, and the content of reducing sugars (RS), and total soluble sugars (AST). It was conducted a sensory profile of the fruits of *P. peruviana*. The fruits of *Physalis angulata* presented, light yellow color at maturity and *Physalis pubescens*, slightly purplish coloration, and of the commercial yellow-orange. The SS of the fruits of *P. angulata* from L2 and L4 were superior to those of commercial species. Only the AT of fruits of *P. pubescens* from L6 was higher than the *P. peruviana*. The SS / TA ratio was higher than the commercial in fruits from almost all locations, except the L6, which may favor the consumption of these as fruits fresh. The AR content in fruits of *P. angulata* and *P. pubescens* were lower than the *P. peruviana*. The levels of AST in fruits of *P. angulata* and *P. pubescens* differ from the *P. peruviana* (9.90 g.100g⁻¹), except the fruits of *P. angulata* from L2 (9.40 g.100g⁻¹). Fruits of *P. angulata* harvested at L4 showed the lowest acidity, higher soluble solids and higher SS / TA ratio compared with the commercial species. Fruits of *P. pubescens* from L5 showed lower acidity and higher SS / TA ratio. Fruits of *P. angulata* and *P. pubescens* present favorable characteristics for fresh consumption mainly L4 and L5, with potential to be domesticated.

Key words: *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis peruviana*, soluble carbohydrates, SS/TA Ratio, maturation.

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma ampla diversidade de espécies frutíferas do mundo, devido a sua extensão territorial e ampla variação climática. Embora o Brasil seja destaque na produção de diferentes variedades frutíferas nativas ou exóticas (GRANADA; ZAMBIAZI; MENDONÇA., 2004), acredita-se que a fruticultura nacional ainda possui grande potencial de expansão, pela grande quantidade desses frutos nativos e exóticos pouco explorados economicamente. Neste sentido, estudos têm sido realizados para transformar essas frutíferas em culturas racionais, como por exemplo, atemóia, maná, canistel, mirtilo, lichia, physalis, carambola, entre outras (LAGO; GOMES; SILVA, 2006). A Physalis, que está inserida nessa grande diversidade de frutíferas no país, é um fruto que tem despertado interesse em algumas regiões, e já vem sendo produzido em alguns estados como Rio grande do Sul e Minas Gerais.

Physalis, importante gênero da família Solanaceae, é nativo da América tropical e subtropical e é amplamente distribuído por todo o mundo. É adaptável a uma gama de variedade de solos arenosos e argilosos, mas requer solos bem drenados. Pode crescer na sombra, semi-sombra ou não e em solo seco ou úmido (EL SHEIKHA, 2004).

O fruto e o suco de *Physalis* são nutritivos, contendo particularmente elevados níveis de niacina, carotenóides e minerais (EL SHEIKHA; et al., 2008), além disso, contém teor considerável de Vitamina C, cálcio e ferro (WANG; et al., 2009). Seus frutos, raízes, caules e folhas são utilizados na medicina tradicional, principalmente como antipiréticos, diuréticos, antitumorais, analgésicos e antiinflamatórios (CHEN; et al., 1990; CHIANG; et al., 1992). Seu suco é considerado como sedativo depurativo e contra o reumatismo (LORENZI, 1982).

No Brasil, a *Physalis* é popular nas regiões Norte e Nordeste, porém é novidade nas regiões Sul e Sudeste, onde já é produzida. O fruto pode ser encontrado nos mercados locais, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro, mas devido à pequena produção no País, o mesmo continua sendo importado da Colômbia a preços elevados (RODRIGUES; et al., 2009).

A fruta é consumida fresca, ou em saladas, acrescentando um sabor agridoce aos pratos. A produção de derivados da *Physalis* é uma alternativa interessante para a agroindústria. Em alguns países, a fruta é processada para a obtenção de geléias, bebidas lácteas, iogurtes e é utilizada até na elaboração de licores. Também pode-se encontrar os frutos em conservas e na forma de sorvetes (RUFATO; et al., 2008).

Para ampliar o mercado dessa fruta no Brasil, deve-se atentar para uniformização e valorização da qualidade. Neste sentido, as características físicas e químicas dos frutos são de

grande relevância para a sua comercialização e manuseio. A aparência externa dos frutos, tais como tamanho, consistência, espessura, forma e coloração da casca são fatores importantes para a aceitabilidade pelos consumidores (COSTA; LUZ; BRUNO, 2004).

Ainda existem poucos estudos sobre a qualidade de frutos de *Physalis*, sobretudo no Brasil e principalmente na região Nordeste. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e físico-químicas de frutos de duas espécies de *Physalis* (*P. angulata* e *P. pubescens*), em diferentes estádios de maturação, provenientes de seis localidades do estado da Paraíba e comparar com uma espécie comercial (*P. peruviana*).

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações analíticas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB) em Areia-PB, no período de junho de 2012 a fevereiro de 2013.

Os frutos de *Physalis* spp foram colhidos manualmente em seis localidades da Paraíba. As colheitas foram realizadas nos municípios de São José da Lagoa Tapada, Itaporanga, Sapé e Santa Rita (Conjunto Eitel Santiago e Usina São João). As espécies colhidas foram *Physalis angulata* L e *Physalis pubescens* L (Figura 1).

Os frutos foram colhidos e conduzidos ao laboratório onde foram retirados o cálice, sendo os frutos de *P. angulata* separados em cinco estádios de maturação e os de *P. pubescens* em quatro, considerando a disponibilidade desses estádios em cada localidade. Os frutos foram divididos em estádios de maturação, considerando a coloração do fruto sem o cálice, uma vez que este não era fator diferenciador da maturação.

Os municípios de Itaporanga e São José da Lagoa Tapada são localizados no Sertão Paraibano e possuem clima semiárido, sendo a colheita nestes municípios realizada em junho de 2012. Os municípios de Santa Rita e Sapé estão inseridos na Mata Paraibana e apresentam clima tropical com verão seco e temperatura em torno de 26°C, nesses municípios a colheita ocorreu em agosto de 2012. O ano de 2012 constituiu um ano atípico pela escassez de chuvas nestas regiões de ocorrência.

Os dados meteorológicos registrados pelo Inmet, durante o período de colheita, de João Pessoa, município com registro meteorológico mais próximo de Santa Rita e Sapé, e de São Gonçalo, município com registro mais próximo de Itaporanga e São José da Lagoa Tapada, constam no Quadro 1.

João Pessoa, município inserido na Mesorregião da Mata Paraibana, apresenta clima tropical (com chuvas no Inverno) do tipo As, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

São Gonçalo, 440 Km de João Pessoa apresenta clima tropical semiárido, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

Quadro 1: Dados meteorológicos dos municípios de João Pessoa e São Gonçalo.

	João Pessoa	São Gonçalo
	Período	
	Agosto - 2012	Junho - 2012
Latitude (graus):	-7,1	-6.75
Longitude (graus):	-34,86	-38.21
Altitude (metros):	47	233
Precipitação (mm)	0,6	0
Temperatura Máxima (°C)	28,89	32,6
Temperatura Mínima (°C)	23,00	20,08
Umidade Relativa Média (%)	77,43	65

Fonte: INMET, 2013.

Sendo este um fruto de ocorrência espontânea e pela escassez de chuva, bem como diante da grande quantidade de fatores ambientais entre as localidades de ocorrência, durante a realização deste estudo e consequentemente insuficiência de matéria-prima por ocasião de algumas colheitas, não foi possível obter todos os estádios em todas as localidades em que os frutos foram prospectados.

Os frutos de *P. angulata* foram colhidos nos municípios de Santa Rita, mais precisamente no conjunto Eitel Santiago e na Usina São João, e nos municípios de São José da Lagoa Tapada e de Itaporanga e separados em cinco estádios de maturação, sendo estes: completamente verde (CV), predominante verde (PV), Início de pigmentação amarela (IA), Predominante amarelo pardo (PA) e completamente amarelo pardo (CA).

Os frutos de *Physalis pubescens* L. foram colhidos nos municípios de Sapé e Santa Rita (Eitel Santiago) e separados em quatro estágios de maturação, sendo estes: completamente verde (CV), predominante verde (PV), Início de pigmentação amarela com traços púrpura (IA), Predominante amarelo com traços púrpura (PA).

Paralelamente, foram adquiridos frutos de *P. peruviana* (Figura 2) em supermercado da cidade de João Pessoa, cuja origem informada no rótulo era de importação da Colômbia e comercializados em embalagem de 100g de frutos com o cálice. Os frutos apresentavam coloração laranja brilhante.

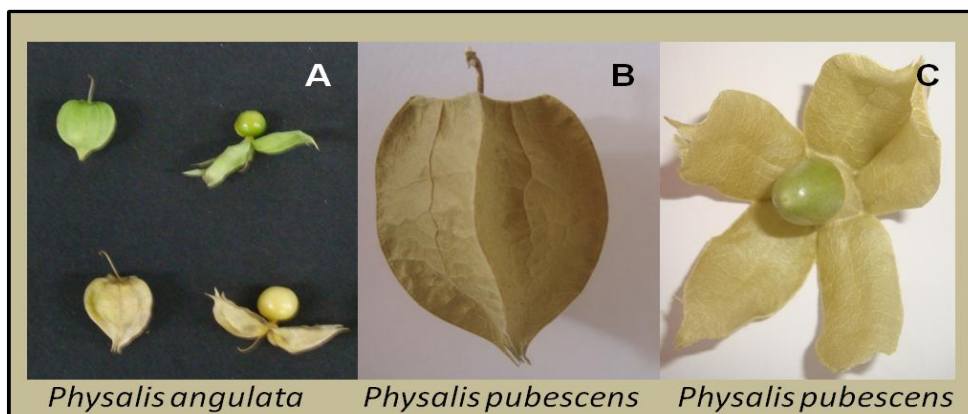


Figura 1 - Frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* colhidos no estado da Paraíba.
A – Fruto envolto no cálice e com o cálice aberto; B – Fruto envolto no cálice;
C – Fruto com o cálice aberto.

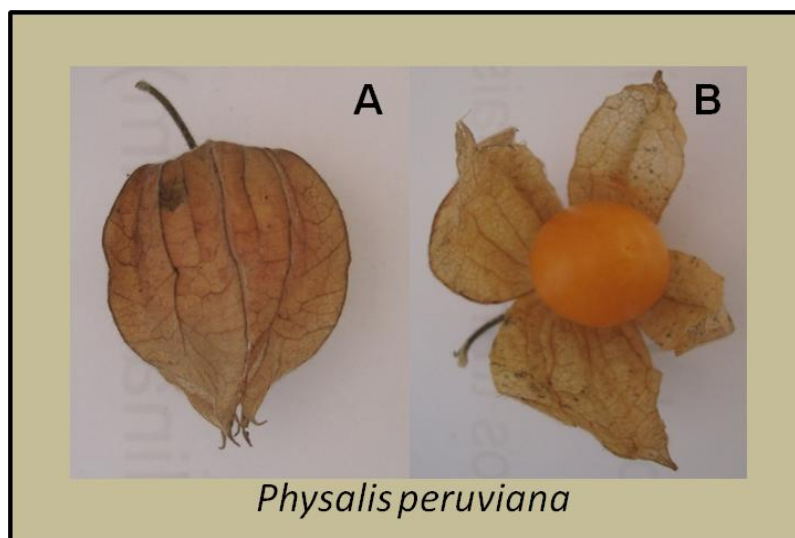


Figura 2 – Frutos de *Physalis peruviana* (comercial).
A – Fruto como cálice fechado; B – Fruto com o cálice aberto.

Para as avaliações físicas foram utilizados 40 frutos, sendo cada fruto avaliado isoladamente, sendo considerada uma repetição. As avaliações realizadas foram: Massa fresca, determinada através da pesagem individual dos frutos em balança semi-analítica, sendo expressa em gramas (g); Comprimento e diâmetro com auxílio de um paquímetro digital, sendo expressos em milímetros (mm); Cor, avaliada de forma objetiva através de

colorímetro digital Minolta e expressa com os parâmetros L^* , a^* , b^* , C e $^{\circ}H$, onde: L^* - corresponde à claridade/luminosidade; a^* - define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) e b^* - representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$), sendo que quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada a cor; C^* (cromaticidade ou intensidade da cor) e o ângulo Hue ($^{\circ}H$), onde 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 360° = azul; e Firmeza, determinada nos frutos íntegros através de um Penetrômetro digital de bancada de frutas, marca SoilControl – modelo PDBF – 200, e expressa em Newton (N).

Para as avaliações físico-químicas, para cada repetição foi utilizada uma quantidade de frutos que correspondia a cerca de 200g para cada estágio de maturação. Frutos de cada repetição foram homogeneizados em liquidificador e peneirados para a separação das sementes. Foram utilizadas três repetições para cada determinação realizada:

Teor de Sólidos Solúveis (SS): Foram determinados através de um refratômetro “Wya Abbe Refractometer” acoplado com temperatura de $20^{\circ}C$, de acordo com metodologia Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (1984), e os resultados expressos em %.

Acidez Titulável (AT): Foi determinada por titulometria utilizando solução de NaOH 0,1M e indicador fenolftaleína (1%) até a mudança de cor da solução para levemente róseo, conforme método do Instituto Adolfo Lutz-IAL (2005). Os resultados foram expressos em (g. ácido cítrico. $100g^{-1}$ de polpa).

Relação SS/AT: Foi obtida através razão dos SS pela AT (CHITARRA; CHITARRA, 2005);

Potencial Hidrogeniônico (pH): O pH foi determinado através de potenciômetro digital, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2005);

Teor de Açúcares Redutores: Foi determinado utilizando o ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS) de acordo com a metodologia descrita por Miller (1959). Os resultados foram expressos em ($g.100g^{-1}$).

Teor de Açúcares Solúveis Totais: Foi determinado pelo método da antrona de acordo com Yemn e Willis (1954). Os resultados foram expressos em ($g.100g^{-1}$).

Para a análise sensorial, o método empregado para a avaliação do perfil sensorial foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), teste de avaliação de atributos, segundo Queiroz e Treptow (2006), cujo desenvolvimento implicou nas seguintes etapas:

1^a) Seleção dos julgadores -nicialmente foi realizado um painel aberto com 15 pessoas, levando-se em conta os requisitos como disponibilidade e que tenham o interesse de consumir

o fruto, para que elas definissem as características sensoriais dos frutos de *Physalis*, mais importantes a serem avaliadas posteriormente.

2ª) Desenvolvimento de terminologia descritiva- Foram apresentados os frutos a cada integrante e solicitado que este desenvolvesse uma lista completa de termos que descrevessem as sensações por eles percebidas: visão, gustação e tato (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). No segundo encontro foram abordados os conceitos da terminologia relativos às propriedades sensoriais segundo as normas da ABNT (1998).

Após a avaliação, sob a supervisão do líder, os provadores discutiram os termos levantados, eliminando redundâncias, sinônimos e termos poucos citados, e então selecionados os termos que melhor descreviam as características dos frutos. Em seguida, foi elaborada uma lista com a definição dos termos descritivos das amostras e proposto referências para exemplificar cada termo descritor. O levantamento inicial dos termos descritivos para os atributos de aparência, sabor e textura foi realizado utilizando-se princípios básicos do método de Análise Descritiva Quantitativa (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (localidade x estágio de maturação) – para *P. angulata* em 4x5 e para *P. pubescens* em 2x4. Foram utilizados 40 frutos para as avaliações físicas, consistindo em 40 repetições e para as demais avaliações, 3 repetições, sendo utilizados para cada repetição um número de frutos correspondente a 200 g. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos locais (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) e dos estádios de maturação foram comparadas pelo teste de Tukey. A comparação da *P. peruviana* com as duas espécies de ocorrência no estado da Paraíba foi realizada aplicando o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa fresca diferiu entre os estádios, com exceção do estágio de maturação CA, colhido de L2 e L4, com valores 1,70g e 1,75g, respectivamente, que não diferiram entre si (Tabela 1). Frutos colhidos de todas as localidades tiveram aumento na massa fresca com o avanço da maturação, com exceção de L2. Para a espécie *P. pubescens*, os frutos atingiram maior massa fresca no estágio PA, onde houve diferença entre as localidades.

Freitas; et al. (2003), estudando os frutos de *Physalis angulata*, cultivados em diferentes substratos e condições de luminosidade, encontraram massa fresca média variando de 0,7 a 0,9 g, sendo estas inferiores as obtidas no presente estudo. Oliveira; et al. (2011), também para *P. angulata*, obtiveram massa fresca de fruto variando de 1,50 a 7,06 g com média de 4,33 g, sendo para esta cultivar superior as obtidas para frutos de L3 nos estádios IA (2,32g) e PA (2,93g). Para a *P. pubescens*, a maior massa foi obtida da localidade L5 no estádio PA (2,91g).

Tabela 1: Massa fresca, Comprimento, Diâmetro e Firmeza de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades, L1 (Itaporanga); L2 (São José da Lagoa Tapada); L3 (Santa Rita – Eitel Santiago); L4 (Santa Rita – Usina) e L5 (Santa Rita - Eitel Santiago) e L6 (Sapé), respectivamente, nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo).

Características	Estádios de Maturação					
	Localidade	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>						
Massa fresca (g)	L1	0,89bC	1,21bB	1,34cB	-	2,32aA
	L2	-	-	2,01 bA	1,92 bA	1,70 bB
	L3	1,17 aD	1,49 aC	2,32 aB	2,93 aA	-
	L4	0,40 cC	0,94 cB	0,84 dB	-	1,75 bA
Comprimento (mm)	L1	11,95bC	13,08bB	13,64cB	-	16,27aA
	L2	-	-	15,12 bA	14,91 bAB	14,20 bB
	L3	13,26 aC	16,60 aB	19,18 aA	16,72 aB	-
	L4	8,88 cC	11,75 cB	10,75 dB	-	14,13 bA
Diâmetro (mm)	L1	11,08bC	12,19bB	12,66cB	-	15,63aA
	L2	-	-	14,77 abA	14,09 bA	13,20 cB
	L3	12,80 aC	16,00 aB	19,20 aA	16,56 aB	-
	L4	8,39 cC	11,41 bB	10,83 dB	-	14,11 bA
Firmeza (N)	L1	7,88 bA	7,14 bAB	6,15 aBC	-	4,98 cC
	L2	-	-	4,81 abB	6,38 aA	6,15 bA
	L3	9,08 aA	6,28 bB	4,19 bC	4,38 bC	-
	L4	6,73 bB	9,70 aA	6,68 aB	-	8,75 aA
<i>Physalis pubescens</i>						
Massa fresca (g)	L5	1,47aC	1,57aC	2,21 B	2,91aA	-
	L6	1,59 aA	1,48 aA	-	1,65 bA	-
Comprimento (mm)	L5	15,02aB	14,38aC	15,50 B	16,81 aA	-
	L6	14,80aA	14,30aA	-	14,63bA	-
Diâmetro (mm)	L5	13,40 bC	13,41 aC	15,24 B	16,78 aA	-
	L6	13,82 aA	12,65 bC	-	13,31 bB	-
Firmeza (N)	L5	15,44 aA	13,44 bB	10,11 aC	8,52 bC	-
	L6	16,54 aA	17,57 aA	-	11,80 aB	-

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, em cada variável para cada espécie, não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=40 (localidade).

A massa fresca e o tamanho consistem em características físicas intrínsecas às espécies ou cultivares, são utilizados como atributos de qualidade para seleção e classificação dos produtos considerando o mercado consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, este trabalho, destaca a variação das características de dimensão do fruto nos locais de ocorrência.

O comprimento (Tabela 1) diferiu para todos os estádios, com exceção do CA, entre as localidades L2 e L4, com valores 14,20 e 14,13 mm, respectivamente, que não diferiram entre si. Frutos de *P. pubescens* obtiveram comprimento médio de 14,91, 14,34, 15,50 e 15,72 mm para os estádios CV, PV, IA e PA, respectivamente, em L5 e L6. Não houve diferença entre o comprimento dos frutos dos locais em todos os estádios, com exceção do estádio PA, que diferiu entre L5 (16,81 mm) e L6 (14,63 mm).

Freitas; et al. (2003) reportaram comprimento entre 10,3 e 11,1 mm, em frutos de *P. angulata*, estando esses valores abaixo dos obtidos nos frutos das localidades estudadas. Os maiores comprimentos foram obtidos em frutos da L1, no estádio CA (16,27 mm), e L3, nos estádios IA (19,80 mm) e PA (16,72 mm). Valor mínimo de 13,8 mm foi reportado por Oliveira et al. (2011), para frutos de *P. angulata* no estádio “de vez”, valor este próximo ao da L1, no estádio IA (13,64 mm), e valor máximo de 24,0 mm, sendo este superiores aos valores encontrados neste trabalho, tanto para *P. angulata* quanto na *P. pubescens*.

Para o diâmetro, apenas frutos de L1, com 12,19 mm, e de L4, com 11,41 mm no estádio PV, não diferiram entre si. Para todos os estádios, o diâmetro diferiu entre as localidades (Tabela 1).

A Norma Técnica Colombiana (NTC 4580) estabelece o calibre em frutos de *Physalis peruviana* determinado através do diâmetro cujos calibres são A com diâmetro $\leq 15,0$ mm, B com 15,1 a 18,0 mm, C com 18,1 a 20,0, D com 20,1 a 22,0 e E com diâmetro $\geq 22,1$ mm, estando os frutos de L1 (15,63 mm, CA) e de L3 (16,0 mm, PV), (19,20 mm, IA) e (16,56 mm, PA) dentro deste intervalo que a norma estabelece.

Freitas; et al. (2003) reportaram diâmetro entre 9,9 e 11,2 mm, em frutos de *P. angulata*. Esses valores são inferiores aos diâmetros obtidos neste trabalho nos estádios PV (16,00 mm), IA (19,20 mm) e PA (16,56 mm) na L3. Oliveira et al. (2011) reportaram para frutos de *P. angulata* no estádio “de vez”, valor médio de 18,6 mm, superior aos valores reportados para frutos de todas as localidades, tanto para a *P. pubescens* e para a *P. angulata*, com exceção da localidade L3, no estádio IA, com 19,20 mm.

A firmeza dos frutos de *P. angulata* (Tabela 1) diminuiu ao longo da maturação em L1 e L3, já nas localidades L2 e L4 a firmeza não obedeceu a uma sequência lógica. Os valores variaram de 6,73 e 7,88 N para frutos do estágio CV e de 4,98 a 8,75 N, do estágio CA. Para frutos de *P. pubescens*, os valores diminuíram com a maturação, de 15,44 N no estágio CV para 8,52 N no estágio PA em L5 e de 16,54 em CV, para 11,80 em PA, em L6.

A Tabela 2 apresenta a comparação dos valores médios das características físicas de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba em diferentes estádios de maturação. As dimensões e massa fresca evoluíram com a maturação para frutos de ambas as cultivares, enquanto a firmeza diminuiu com a maturação. A medida que os frutos amadureciam, não foi observado diferença entre as cultivares.

Tabela 2: Massa fresca, Comprimento, Diâmetro e Firmeza médios de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba colhidos nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo).

Características	Estádios de Maturação				
	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>					
Massa fresca (g)	0,82 aA	1,27 bD	1,82 bC	2,42 aA	1,92 B
Comprimento (mm)	11,36 bC	14,22 aB	15,62 aA	15,81 aA	14,86 B
Diâmetro (mm)	10,76 bD	13,56 aC	15,21 aA	15,32 aA	14,31 B
Firmeza (N)	8,05 bA	7,31 bA	5,16 bC	5,38 bC	6,62 B
<i>Physalis pubescens</i>					
Massa fresca (g)	1,53 aB	1,52 aB	2,21 aA	2,28 aA	-
Comprimento (mm)	14,91 aB	14,34 aB	15,5 aA	15,72 aA	-
Diâmetro (mm)	13,61 aB	13,03 aB	15,24 aA	15,04 aA	-
Firmeza (N)	15,99 aA	15,50 aA	10,11 aB	10,16 aB	-

* Para cada variável, médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (entre espécies) e maiúsculas na linha (entre os estádios de maturação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=9 (localidade).

A Luminosidade aumentou ao longo da maturação nos frutos de *P. angulata* em todas as localidades, indicando uma tendência a desenvolver uma coloração clara. Os valores de L* de L3 nos estádios CV e PV diferiram de L1 e L4 (Tabela 3). Os valores de L* para frutos de *P. pubescens* diferiram entre os estádios de maturação nas duas localidades, sendo 44,93 e 35,38 no estágio PA em L5 e L6 respectivamente.

Licodiedoff; Koslowski; Ribani, (2013) encontraram valores de luminosidade em *Physalis peruviana* de 42,83 e 44,23 no início da maturação, para frutos pequenos e grandes, respectivamente, superiores ao obtido na localidade L3 no estágio CV (39,61) e próximos aos valores das L1 (44,81) e L4 (43,51) no estágio CV. Também são ligeiramente inferiores aos

de L5 (44,98) em CV e superiores aos em L6 (39,07) em CV. No final da maturação, esses mesmos autores reportaram L* de 40,91 e 41,50 em frutos pequenos e grandes, respectivamente, sendo estes inferiores aos valores encontrados para frutos de todas as localidades no estágio CA e de L5 em PA e superiores ao valor encontrado para frutos de L6 no estágio PA (35,38).

Tabela 3: Luminosidade (L*), Coloração a*, Coloração b*, cromaticidade/intensidade da cor (C) e Ângulo Hue (°H) de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades, L1 (Itaporanga); L2 (São José da Lagoa Tapada); L3 (Santa Rita – Eitel Santiago); L4 (Santa Rita – Usina) e L5 (Santa Rita - Eitel Santiago) e L6 (Sapé), respectivamente, nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo).

Estádios de Maturação						
Característica	Localidade	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>						
L*	L1	44,81aC	47,11 aB	47,55 aB	-	51,33 aA
	L2	-	-	47,14 abB	49,95aA	51,76 aA
	L3	39,61bC	38,33bC	43,73 bB	49,11aA	-
	L4	43,51aC	46,78aB	47,46 abB	-	52,33 aA
a*	L1	-8,70 bC	-5,42 cB	-2,82 cA	-	-2,43cA
	L2	-	-	-1,48bAB	-1,65bB	-0,31bA
	L3	-6,24 aC	-4,22 bB	-4,27 dB	-0,06 aA	-
	L4	-6,77 aC	1,66 aB	1,81 aB	-	6,15 aA
b*	L1	58,79aAB	55,20aB	63,38 aA	-	59,85aAB
	L2	-	-	56,20 bA	56,83aA	59,72 aA
	L3	33,30 cA	32,52bA	35,36 cA	35,64bA	-
	L4	41,04 bA	33,34bB	38,97 cAB	-	33,44 bB
C	L1	60,42 aAB	55,48 aB	63,39 aA	-	59,92 aAB
	L2	-	-	56,25 bA	56,89 aA	59,77 aA
	L3	33,90 cA	33,10 bA	35,64 cA	35,68 bA	-
	L4	41,71 bA	33,56 bB	38,81 cAB	-	33,99 bB
H	L1	98,24 abA	95,37 aB	92,82 bBC	-	91,80 aC
	L2	-	-	91,08 bcA	91,59 aA	88,16 bB
	L3	100,50 aA	97,41 aB	96,87 aB	89,76 aC	-
	L4	97,82 bA	85,52 bB	87,31 cB	-	79,57 cC
<i>Physalis pubescens</i>						
L*	L5	40,98aB	37,32 bC	39,97 B	44,93aA	-
	L6	39,07bA	38,80 aA	-	35,38bB	-
a*	L5	-7,92 aC	-3,17bAB	-4,3 aB	-2,18bA	-
	L6	-9,00 bC	-1,46aB	-	4,68 aA	-
b*	L5	33,61aAB	28,91aC	32,92 aB	35,01aA	-
	L6	32,59 aA	28,74aB	-	21,03bC	-
C	L5	34,56 aA	29,28 aB	34,11 aA	35,11 aA	-
	L6	33,82 aA	28,90 aB	-	21,68 bC	-
H	L5	103,25 aA	91,67 aC	97,33 aB	93,75 aBC	-
	L6	105,40 aA	92,52 aB	-	77,44 bC	-

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha em cada variável de cada espécie não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=40 (localidade).

Tanto para a *P. angulata* quanto para a *P. pubescens* os valores de a^* aumentaram ao longo da maturação, expressando a perda da coloração verde dos frutos. Os valores de a^* variaram de -8,70 em CV (L1) a 6,15 em CA (L4) nos frutos de *P. angulata*, e de -9,00 em CV (L6) a 4,68 PA (L6) nos frutos de *P. pubescens*.

Licodiedoff; Koslowski; Ribani, (2013) encontraram valores de a^* de 14,68 a 16,79 em frutos de *P. peruviana* no início da maturação e de 17,88 e 18,67 no final da maturação, estando esses valores acima dos encontrados nas diferentes localidades de colheita de *P. angulata* e *P. pubescens*. Essa diferença explica a coloração mais alaranjada dos frutos de *P. peruviana*, com o valor de a^* tendendo para a coloração vermelha, enquanto as espécies *P. angulata* e *P. pubescens* no final da maturação possuem uma coloração tendendo a um amarelo claro.

A coloração b^* para os frutos de *P. angulata* variou entre 33,30 (L3) e 58,79 (L1) no estágio CV e entre 33,44 (L4) e 59,85 (L1) no estágio CA, a L1 no estágio IA obteve b^* de 63,38. Para a *P. pubescens* b^* variou de 32,59 (L6) a 33,61 (L5) no estágio CV e de 21,03 (L6) a 35,01 (L5) no estágio PA (Tabela 3). Em frutos da *P. peruviana*, Licodiedoff; Koslowski; Ribani, (2013) reportaram b^* de 19,71 e 20,23 no início da maturação e de 19,74 e 20,30 ao final da maturação, sendo esses valores inferiores aos encontrados em frutos colhidos de todas as localidades, para *P. angulata* e *P. pubescens*. Os maiores valores de b^* observados neste estudo revelam uma coloração tendendo mais ao amarelo, sendo que nos frutos de *P. angulata* de L1 e L2 no estágio CA apresentaram os maiores valores de b^* , representando frutos mais amarelos do que os das demais localidades.

Para a Cromaticidade ou intensidade da cor, os valores de C para os frutos de *P. angulata* variaram entre 33,90 (L3) e 60,42 (L1) no estágio CV e entre 33,99 (L4) e 59,92 (L1) no estágio CA. Para os frutos de *P. pubescens*, a variação de C foi de 33,82 (L6) a 34,56 (L5) para frutos do estágio CV e 21,68 (L6) a 35,11 (L5) para os do PA (Tabela 3). Nos frutos de *P. pubescens* C diferiu apenas no estágio PA em L5 e L6.

Nos frutos de *P. angulata* a cromaticidade se manteve constante do estágio CV para o estágio CA, com exceção dos frutos de L4 onde a cromaticidade diminuiu. Nos frutos de *P. pubescens* do estágio CV para o PA a cromaticidade se mantém constante em L5 e diminuiu em L6. Embora a luminosidade tenha aumentado ao longo da maturação nos frutos de *P. angulata* e nos frutos de *P. pubescens* na localidade L5, a intensidade da cor se manteve constante com exceção da localidade L4, onde houve um decréscimo. Na localidade L6, a intensidade da cor diminuiu, como também ocorreu com a luminosidade dos frutos.

O Ângulo Hue ($^{\circ}\text{H}$) diminuiu ao longo da maturação nos frutos de todas as localidades, tanto da *P. angulata* quanto da *P. pubescens* (Tabela 3). Os valores variaram de 97,82 (L4) a 100,50° (L3) no estágio CV e de 79,57 (L4) a 91,80° (L1) no estágio CA das localidades dos frutos de *P. angulata*. Nos frutos de *P. pubescens* L5 apresentou $^{\circ}\text{H}$ 103,25 e 93,75 nos estádios CV e CA, respectivamente, e L6 105,40 e 77,44° nos estádios CV e PA, respectivamente (Tabela 3). O parâmetro $^{\circ}\text{H}$ demonstrou bem a mudança na coloração, diminuindo com o avanço da maturação chegando aos estágios mais maduros (CA) e (PA) com valores médios próximos a 90°, caracterizando a coloração amarela, nos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens*, respectivamente, com exceção de L4 e L6 onde os valores foram bem menores do que 90°, sendo 79,57 e 77,44° respectivamente.

Lima; et al. (2012) reportaram valores do ângulo Hue, entre 75,17 e 78,39°, em frutos de *P. peruviana* semeados em setembro de 2007 e transplantados em novembro de 2007, e entre 73,12 e 78,23° em frutos semeados em novembro de 2007 e transplantados em janeiro de 2008, avaliados de 120 a 240 dias após o transplante (dat). Os autores destacaram que os maiores valores foram observados aos 150 dat, tendo estes frutos coloração do alaranjado ao alaranjado intenso, característica da espécie. Com exceção de L6, estes valores são inferiores aos reportados nesse trabalho revelando coloração tendendo ao amarelo nos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* com o avanço da maturação.

A Tabela 4 apresenta a comparação dos valores médios das características de coloração de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba em diferentes estádios de maturação. Para ambas as cultivares, a coloração evoluiu com a maturação de modo que a tonalidade verde foi sendo substituída gradativamente pela coloração característica. Frutos de *Physalis angulata* apresentavam na maturidade coloração amarelo claro, demonstrada claramente através de b^* , e os frutos de *Physalis pubescens* coloração púrpura.

Tabela 4: Luminosidade (L*), Coloração a*, Coloração b*, cromaticidade/intensidade da cor (C) e Ângulo Hue (°H) médios de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades nos estádios de maturação CV (Completamente Verde); PV (Predominante Verde); IA (Início de pigmentação amarela); PA (Predominante amarelo); CA (Completamente amarelo).

Características	Estádios de Maturação				
	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>					
L*	42,64 aB	43,53 aB	46,23 aAB	49,53 aA	51,81 A
a*	-7,24 aA	-3,53 aB	-2,53 bB	-0,86 aC	1,13
b*	44,38 aBC	41,76 aC	50,76 aA	46,24 aB	51 A
C	45,34 aB	42,15 aC	50,86 aA	46,29 aB	51,23 A
H	98,85 aA	94,22 aB	93,15 bB	90,67 aBC	86,51 C
<i>Physalis pubescens</i>					
L*	40,02 aA	38,06 bA	39,97 bA	40,15 bA	-
a*	-8,46 bA	-2,32 aC	-4,3 aB	1,25 aC	-
b*	33,1 bA	28,83 bB	32,92 bA	28,02 bB	-
C	34,19 bA	29,09 bB	34,11 bA	28,40 bB	-
H	104,32 aA	92,09 aB	97,33 aA	85,59 bC	-

* Para cada variável, médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (entre espécies) e maiúsculas na linha (entre os estádios de maturação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=9 (localidade).

Considerando os frutos das espécies *P. angulata* e *P. pubescens* no estágio mais maduro e os frutos de *P. peruviana* na maturidade comercial adquiridos do mercado (Tabela 5), comparou-se as características físicas dos mesmos. Houve diferenças entre todas as características avaliadas nos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* quando comparados com a espécie comercial.

Tabela 5: Características físicas e coloração de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos de diferentes localidades na máxima maturidade de colheita e o comparativo com a *Physalis peruviana* (comercial). Comercial (C); Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Usina (L4) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)).

Avaliações	Localidades					
	<i>P. peruviana</i>	<i>P. angulata</i>			<i>P. pubescens</i>	
	C	L1	L2	L4	L5	L6
Massa fresca (g)	4,37	2,32*	1,70*	1,75*	2,91*	1,65*
Comprimento (mm)	18,56	16,27*	14,20*	14,13*	16,81*	14,63*
Diâmetro (mm)	19,47	15,63*	13,20*	14,11*	16,78*	13,31*
Firmeza (N)	1,82	4,98*	6,15*	8,75*	8,52*	11,80*
L*	47,87	51,33*	51,76*	52,33*	44,93*	35,38*
a*	19,29	-2,43*	-0,31*	6,15*	-2,18*	4,68*
b*	49,60	59,85*	59,72*	33,44*	35,01*	21,03*
C	53,33	59,92*	59,77*	33,99*	35,11*	21,68*
°H	68,78	91,80*	88,16*	79,57*	93,75*	77,44*

*Diferente a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. Cor da casca: *Physalis angulata* – amarelo pardo; *Physalis pubescens* – púrpura leve; *Physalis peruviana* – laranja brilhante.

Com relação à massa fresca, a L6 apresentou menor média (1,65 g) e a L5 a maior (2,91 g), ambos inferiores à massa fresca da espécie comercial (4,37 g). O comprimento variou de 14,13 mm em L4 a 16,81 mm em L5 nas *P. angulata* e *P. pubescens*, valores menores do que os da espécie comercial, com média obtida de 18,56 mm. O diâmetro variou de 13,20 mm em L2 e 16,78 mm em L5, já a espécie comercial apresentou valor médio maior (19,47 mm). Para a firmeza de frutos, a espécie comercial apresentou o menor valor (1,82 N) quando comparados com frutos de todas as localidades, o maior valor médio foi de 11,80 N obtido em L6 e de 4,98 em L1.

O valor médio de L* em frutos da espécie comercial foi de 47,87, menor do que de frutos das localidades L1, L2 e L4, onde os valores foram 51,33, 51,76 e 52,33, respectivamente, e maior do que nas localidades L5 e L6, cujos valores foram 44,93 e 35,38, respectivamente. Esses valores revelam que há uma tendência mais ao claro nos frutos de *P. angulata* seguidos da espécie comercial e da *P. pubescens*.

Os valores de a* entre as localidades variaram de - 2,43 (L1) a 6,15 (L4), sendo estes inferiores ao obtido na espécie comercial (19,29), onde os frutos possuem coloração alaranjada (característica da espécie *P. peruviana*), com o valor de a* tendendo mais ao vermelho, diferindo das espécies *P. angulata* e *P. pubescens* onde a coloração dos frutos é mais clara tendendo ao amarelo.

Os valores de b* nas localidades diferiram da espécie comercial cujo valor foi 49,60, sendo este inferior aos encontrados em L1 (59,85) e L2 (59,72) e superior aos encontrados em L4 (33,44), L5 (35,01) e L6 (21,03). A coloração de L1 e L2 tende mais ao amarelo do que a espécie comercial que associado a um maior valor de a* revela frutos mais alaranjados. Os frutos de L4, L5 e L6 revelam cor amarelo mais claro.

Para a cromaticidade C a variação entre as localidades foi de 21,68 (L6) a 59,92 (L1), e a espécie comercial apresentou um valor de 53,33 diferindo de todas as localidades. A cromaticidade da espécie comercial (53,33) foi inferior a de L1 (59,92) e L2 (59,77) e superior a de L4 (33,99), L5 (35,11) e L6 (21,68). Observou-se que a intensidade da cor foi maior em L1 e L2 seguido da espécie comercial.

O °H entre as localidades variou de 77,44 (L6) a 93,75° (L5), valor inferior foi obtido para a espécie comercial (68,78°). Os frutos das localidades L1, L2 e L5 tendem mais ao amarelo, seguidos de L4 e L6, já nos frutos da espécie comercial, que são frutos mais alaranjados, o valor de °H tendem mais ao vermelho.

Os sólidos solúveis aumentaram com o avanço da maturação dos frutos de *P. angulata* e para os de *P. pubescens* (Tabela 6). Para os frutos de *P. angulata* apenas o estágio IA de L1

e L3 não diferiram entre si. Para a *P. pubescens*, apenas o estágio (PA), de L5 e L6 não diferiram entre si.

Tabela 6: pH, SS, AT, SS/AT, AR e AST de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nas localidades (Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Eitel Santiago (L3); Santa Rita – Usina (L4)) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)) respectivamente colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA).

Características	Estádios de Maturação					
	Localidade	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>						
SS (%)	L1	6,76 bD	8,07 cC	9,34 bB	-	10,97 cA
	L2	-	-	12,70 aB	12,80 aB	13,50 bA
	L3	7,75 aD	8,58 bC	9,50 bB	10,92 bA	-
	L4	-	13,12 aB	-	-	18,17 aA
AT (%ácido cítrico)	L1	1,79 aA	1,81 aA	1,37 aB	-	0,93 aC
	L2	-	-	0,80 bA	0,81 aA	0,81 bA
	L3	1,45 cA	1,50 bA	0,80 bB	0,62 bC	-
	L4	1,64 bA	0,67 cB	-	-	0,66 cB
SS/AT	L1	3,79 bC	4,45 cC	6,83 cB	-	11,79 cA
	L2	-	-	15,88 aAB	15,73 bB	16,57 bA
	L3	5,34 aC	5,71 bC	11,85 bB	17,70 aA	-
	L4	-	19,72 aB	-	-	27,50 aA
pH	L1	3,13 bC	3,24 cC	3,45 cB	-	3,83 bA
	L2	-	-	4,19 bA	4,01 bB	3,96 bB
	L3	3,96 aC	4,10 bC	4,47 aB	4,71 aA	-
	L4	3,92 aB	4,58 aA	-	-	4,60 aA
AR (%)	L1	1,01 aA	0,78 aB	0,63 bC	-	0,59 aC
	L2	-	-	0,84 aA	0,72 aB	0,62 aC
	L3	0,70 bA	0,49 bBC	0,46 cC	0,56 bB	-
	L4	-	-	-	-	-
AST (g.100g ⁻¹)	L1	1,79 bD	4,22 aC	6,94 bB	-	8,06 bA
	L2	-	-	9,85 aA	8,36 aB	9,40 aA
	L3	2,87 aC	3,65 aC	5,65 cB	7,11 bA	-
	L4	-	-	-	-	-
<i>Physalis pubescens</i>						
SS (%)	L5	7,08 aD	8,15 aC	9,10 aB	10,50 aA	-
	L6	6,52 bC	7,25 bB	7,67 bB	10,42 aA	-
AT (%ácido cítrico)	L5	2,57 aA	2,29 aB	1,43 bC	0,66 bD	-
	L6	0,18 bB	0,22 bB	2,65 aA	2,54 aA	-
SS/AT	L5	2,76 bC	3,56 bC	6,38 aB	15,97 aA	-
	L6	36,02 aA	33,22 aB	2,90 bC	3,60 bC	-
pH	L5	3,71 aC	3,78 aC	4,10 aB	4,64 aA	-
	L6	3,79 aA	3,78 aA	3,19 bC	3,41 bB	-
AR (%)	L5	0,68 aA	0,46 aB	0,44 bB	0,43 bB	-
	L6	0,55 bB	0,52 aB	0,60 aAB	0,67 aA	-
AST (g.100g ⁻¹)	L5	1,61 aD	3,21 aC	5,19 aB	7,46 aA	-
	L6	1,05 aD	2,87 aC	3,76 bB	4,78 bA	-

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, em cada variável para cada espécie, não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não determinado. n= 3 (localidade).

O menor valor de SS em frutos de *P. angulata* foi obtido no estágio CV de L1 (6,76%) e o maior no CA de L4 (18,17%). Em *P. pubescens* o menor valor foi no estágio CV de L6 (6,52%) e o maior no CA de L5 (10,50%). Os sólidos solúveis geralmente aumentam com o avanço da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005), conforme observado nos dados analisados.

A NTC 4580 relaciona a mudança de coloração dos frutos com os diferentes estádios de maturação sendo a coloração 0 (fruto fisiologicamente desenvolvido de cor verde escuro), coloração 1 (fruto de cor verde um pouco mais claro), coloração 2 (a cor verde se mantém na região próxima ao cálice e no centro do fruto aparecem uns tons de laranja), coloração 3 (fruto de cor alaranjado claro com tons verdes até a zona do cálice), coloração 4 (fruto de cor alaranjado claro), coloração 5 (fruto de cor alaranjado) e a coloração 6 (fruto de cor alaranjado intenso) e estes estádios podem ser confirmados através da determinação dos sólidos solúveis, acidez titulável e índice de maturação.

A NTC 4580 relaciona a mudança de coloração dos frutos com os diferentes estádios de maturação sendo a coloração 0 (fruto fisiologicamente desenvolvido de cor verde escuro), coloração 1 (fruto de cor verde um pouco mais claro), coloração 2 (a cor verde se mantém na região próxima ao cálice e no centro do fruto aparecem uns tons de laranja), coloração 3 (fruto de cor alaranjado claro com tons verdes até a zona do cálice), coloração 4 (fruto de cor alaranjado claro), coloração 5 (fruto de cor alaranjado) e a coloração 6 (fruto de cor alaranjado intenso) e estes estádios podem ser confirmados através da determinação dos sólidos solúveis, acidez titulável e índice de maturação.

De acordo com a NTC 4580, o conteúdo mínimo de Sólidos Solúveis Totais variam de acordo com a coloração, de 9,4°Brix na coloração 0 a 15,1°Brix na coloração 6, sendo este último inferior ao valor encontrado nos frutos de *P. angulata* de L4 em CA (18,17%).

Oliveira; et al. (2011) reportaram SS de 12% em frutos de *P. angulata* em estágio “de vez”, inferiores ao determinado em frutos de L4 (13,12%) no estágio PV e próximos aos SS de L2 nos estádios IA (12,70%) e PA (12,80%). El Sheikha; et al. (2008) encontraram SS de 10,65% em suco de *P. pubescens*, sendo este menor do que os determinados nos estágio CA de L1 (10,97%), L2 (13,50%) e L4 (18,17%) em frutos de *P. angulata* e levemente maior do que os encontrados em L5 (10,50%) e L6 (10,42%) em frutos de *P. pubescens*.

A acidez titulável (AT - % de ácido cítrico) de frutos da espécie *P. angulata* diminuiu nos estádios mais maduros, com exceção da localidade L2 nos quais a AT manteve-se constante (Tabela 6).

Para *P. angulata*, apenas o estágio IA de L2 (0,80) e L3 (0,80) não diferiram entre si. O maior valor de AT foi obtido para os frutos do estágio PV de L1 (1,81) e o menor valor no estágio PA de L3 (0,62). Nos frutos de *P. pubescens* colhidos de L5 a acidez foi diminuindo como ocorre em grande parte de frutos ao longo da maturação, ao contrário de L6 nos quais a AT aumentou bruscamente do estágio PV para o IA, diferindo entre as localidades e estádios de maturação, essa acidez elevada pode ser devida a uma série de fatores como o fato de os mesmos terem sido colhidos em canteiros nas vias urbanas do município e por se tratar de um frutos silvestre e atípico.

A NTC 4580 estabelece para *Physalis* uma a acidez titulável máxima variando de 2,60 na coloração 0 (fruto fisiologicamente desenvolvido de cor verde escuro) a 1,68 % de ácido cítrico na coloração 6 (fruto de cor alaranjado intenso), sendo esta última superior as determinadas nos frutos de *P. angulata* e nos frutos de *P. pubescens* de L5 e inferior a de L6.

Oliveira; et al. (2011) encontraram valor médio de acidez titulável de 0,68% em frutos de *P. angulata* em estágio “de vez”, sendo este valor, menor que os obtidos das localidades estudadas tanto em frutos da espécie *P. angulata* quanto da *P. pubescens* com exceção dos obtidos em L3 no estágio PA e L4 nos estádios PV e CA com 0,62, 0,67 e 0,66% respectivamente. El sheikha; et al. (2008) reportaram valor médio de AT em suco fresco de *P. pubescens* de 1,43%, sendo este igual ao encontrado para L5 no estágio IA (1,43%), mas superior ao desta localidade no estágio PA (0,66%) e menor do que L6 no estágio PA (2,54%).

A relação SS/AT de todas as localidades aumentou ao longo da maturação com exceção da L6 na qual os valores diminuíram (Tabela 6). Houve diferença entre as localidades, e os frutos de *P. angulata* que apresentaram os maiores valores de SS/AT foram os de L4 no estágio CA (27,50).

Nos frutos de *P. pubescens* o maior valor de SS/AT foi 15,97 no estágio PA de L5. Em contrapartida em L6 a relação SS/AT diminuiu muito com a maturação devido a alta acidez dos frutos dessa localidade, sendo bem inferior quando comparada com as demais localidades, esse fato certamente tem implicações no sabor desses frutos. A relação SS/AT é utilizada como indicativo do sabor, sendo mais representativa do que a determinação isolada de açúcares e da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo a NTC 4580, para frutos de *Physalis* o índice de maturação mínimo, relação SS/AT, varia de 3,5 na coloração 0 (fruto fisiologicamente desenvolvido de cor verde escuro) a 9,0 na coloração 6 (fruto de cor alaranjado intenso). Frutos de *P. angulata* e de *P. pubescens*

de todas as localidades no final da maturação possuem uma relação SS/AT superior aos valores mínimos estabelecidos por esta norma.

Oliveira; et al. (2011) reportaram valor médio para a relação SS/AT de 17,65 em frutos de *Physalis angulata* em estágio “de vez”, sendo este valor, próximo ao encontrado na L3 (PA) 17,70. El sheikha; et al. (2008) reportaram valor médio de SS/AT em suco fresco de *P. pubescens* de 7,59, sendo este inferior aos encontrados em frutos de L5 no estágio PA (15,97), e superiores ao encontrado para L6 PA (3,60).

O pH tanto para a *Physalis angulata* quanto para a *Physalis pubescens* aumentou com o avanço da maturação dos frutos com exceção das localidades L2 e L6 nas quais os frutos não apresentaram aumento no pH com o avanço da maturação (Tabela 6). Para frutos da *P. angulata*, os estádios (CV) das localidades L3 e L4 não diferiram entre si, bem como o estágio (CA) de L1 e L2. Para a *P. pubescens* os pHs diferiram entre si apenas os estádios (IA) e (PA). O pH médio variou no estágio (CV) de 3,13 na L1 a 3,96 na L3 e no estágio (CA) variou de 3,83 na L1 a 4,60 na L4.

Como ocorre em grande parte dos frutos o pH aumentou com o avanço da maturação com exceção das localidades L2 e L6 onde houve um pequeno decréscimo nos valores.

El Sheikha; et al. (2008) reportaram valor médio de pH 3,5 em suco de *Physalis pubescens*, inferior aos encontrados para frutos dos estádios CA e PA (L5) dos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens*, respectivamente. Oliveira et al. (2011), encontraram valor médio de pH em frutos de *P. angulata*, no estágio de vez, de 4,11, valor este próximo aos encontrados para as localidades L3 no estágio PV (4,10), L2 no estágio IA (4,19) e L5 no estágio IA (4,10).

Para os frutos de *P. angulata*, de todos os estágios os AR diferiram com exceção do estágio CA. Os maiores teores foram das localidades L1 (CV) 1,01 e (PV) 0,78; L2 (IA) 0,84 e (PA) 0,72; e L3 (CV) 0,70 g.100g⁻¹ (Tabela 6). Em frutos de *P. pubescens*, os AR variaram de 0,68 (CV) a 0,43 g.100g⁻¹ (PA) em L5 e de 0,55 (CV) a 0,67 (PA) em L6.. Os AR apenas no estágio (PV) não diferiram entre as L5 e L6.

Oliveira; et al. (2011) encontraram teor de açúcar redutor de 4,12 g.100g⁻¹ em frutos de *P. angulata* no estágio “de vez”, sendo superior aos reportados neste trabalho. El sheikha; et al. (2008) obtiveram em suco de *P. pubescens* um teor de açúcares redutores de 1,53 g.100g⁻¹, estando esses valores estão acima dos encontrados nos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* em todas as localidades estudadas.

Em frutos de *P. angulata*, os maiores conteúdos foram obtidos em L2 (IA) 9,85, (PA) 8,36, (CA) 9,40 g.100g⁻¹; e L1 (CA) 8,06 g.100g⁻¹. Apenas os valores do estágio PV não

diferiram entre si (Tabela 6). Para os frutos de *P. pubescens* observou-se o aumento desses componentes ao longo da maturação. O maior teor foi de 7,46 g.100g⁻¹ na localidade L5 no estágio PA.

Oliveira; et al. (2011) encontraram 6,45 g.100g⁻¹ de teor de açúcares totais em frutos de *P. angulata* no estágio “de vez”, sendo este inferior ao estágio IA de L1 (6,94 g.100g⁻¹). Freitas; et al. (2003) encontraram teores de 2,69 a 8,12 g.100g⁻¹ em frutos de *P. angulata* cultivadas em diferentes condições de ambiente, valor superior foi encontrado em L2 (CA) 9,40 g.100g⁻¹. El sheikha; et al. (2008) reportaram em suco de *P. pubescens* um teor de açúcares totais de 2,35%, inferior aos encontrados nos estádios PV (3,21), IA (5,19) e PA (7,46 g.100g⁻¹) de L5 e (PV) 2,87 g.100g⁻¹ IA (3,76) e PA (4,78 g.100g⁻¹) de L6.

A Tabela 7 apresenta a comparação dos valores médios das características físico-químicas de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba em diferentes estádios de maturação. Para ambas as cultivares, os sólidos solúveis aumentaram com a maturação mas não diferiram na maturidade. A acidez titulável foi inferior para frutos de *Physalis angulata*, que resultou em relação SS/AT superior e, portanto, frutos mais doces. Os açúcares solúveis totais (AST) foram bem superiores aos redutores, indicando a predominância de açúcares não redutores na composição do sabor. O conteúdo de AST foi superior em frutos de *Physalis angulata*.

Tabela 7: pH, SS, AT, SS/AT, AR e AST médios de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes localidades colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA).

Características	Estádios de Maturação				
	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>					
pH	3,67 aC	3,97 aB	4,04 aB	4,36 aA	4,13 A
SS (%)	7,26 aC	9,92 aB	10,51 aB	11,86 aB	14,21 A
AT (%ácido cítrico)	1,63 aA	1,33 aB	0,99 bC	0,72 bC	0,8 C
SS/AT	4,56 bC	9,96 bB	11,52aB	16,71 aA	18,62 A
AR (%)	0,86 aA	0,63 aB	0,64 aB	0,64 aB	0,60 B
AST (g.100g ⁻¹)	2,33 aD	3,94 aC	7,48 aB	7,74 aB	8,73 A
<i>Physalis pubescens</i>					
pH	3,75 aB	3,78 aB	3,65 bB	4,03 bA	-
SS (%)	6,8 aC	7,7 bB	8,38 bB	10,46 aA	-
AT (%ácido cítrico)	1,38 Ba	1,25 aC	2,04 aA	1,6 aB	-
SS/AT	19,39 aA	18,39 aA	4,64 bC	9,79 bB	-
AR (%)	0,61 bA	0,49 aAB	0,52 aA	0,55 aA	-
AST (g.100g ⁻¹)	1,33 bA	3,04 aC	4,47 bB	6,12 bA	-

* Para cada variável, médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (entre espécies) e maiúsculas na linha (entre os estádios de maturação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=9 (localidade).

A partir dos dados obtidos em frutos das espécies *P. angulata* e *P. pubescens* no estágio mais maduro e em frutos de *P. peruviana* na maturidade comercial adquiridos do mercado (Tabela 8), comparou-se as características físico-químicas dos mesmos. Houve diferenças entre todas as características avaliadas nos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens* quando comparados com a espécie comercial, com exceção dos AST em L2 onde os teores não diferiram.

Com relação ao pH, L6 obteve a menor média (3,41) e a L5 a maior (4,64), e a comercial apresentou pH de 3,67. A média de sólidos solúveis variou de 10,42 a 18,17% nas espécie estudadas, na espécie comercial a média obtida foi de 12,92%, sendo esta superior as obtidas nas localidades L1 (10,97%), L5 (10,50%) e L6 (10,42%) e inferior as obtidas em L2 (13,50%) e L4 (18,17%).

A AT nos frutos de todas as localidades foi menor do que na espécie comercial que apresentou 1,26 (% de ácido cítrico), com exceção da espécie L6 onde foi obtido um valor de 2,54 (% de ácido cítrico). A relação SS/AT foi de 10,24, para a espécie comercial, essa relação apresentou diferença visível entre as localidades, onde a menor médias foi 3,60 em L6 e a maior, 27,50 em L4.

Todas as médias para AR diferiram da comercial, sendo o menor valor (0,43 g.100g⁻¹) em L5 e o maior (0,67 g.100g⁻¹) em L6 estando esses valores abaixo do valor da comercial (5,43 g.100g⁻¹). As médias para AST em todas as localidades também diferiram da espécie comercial (9,90 g.100g⁻¹), com exceção de L2, cujo valor (9,40 g.100g⁻¹) se aproximou da comercial.

A diferença apresentada entre a espécie comercial (*P. peruviana*) e as espécies *P. angulata* e *P. pubescens* ocorre principalmente por as mesmas apresentarem características próprias da espécie como é bem notória na observação dos parâmetros avaliados nos frutos. A localidade de colheita, com solos e climas característicos, possivelmente influenciou nas diferenças dos parâmetros avaliados entre as espécies, onde foi observado que os frutos de *P. angulata* colhidos no Sertão Paraibano nas localidades L1 e L2 apresentam características físico-químicas mais aproximadas entre si quando comparas com os frutos colhidos na Mata Paraibana, L4.

Dos frutos de *P. angulata* a localidade L4 apresentou a menor acidez, maior teor de sólidos solúveis e maior relação SS/AT quando comparada com a espécie comercial que apresentam maiores teores de açúcares redutores e açúcares solúveis totais. Os frutos de *P. pubescens* colhidos na região da Mata Paraibana apresentaram diferenças entre si, um dos motivos pode ser devido ao local de ocorrência, L5 foi colhido em terreno cercado em meio a

outras plantas e L6 colhido em canteiros em vias públicas, comparando esses frutos com os da espécie comercial os de L5 apresentam menor acidez e maior relação SS/AT, sendo este um fator importante para a comercialização do fruto e no processamento desses frutos na produção de produtos como geleias, compotas ou sucos.

Os frutos de *P. angulata* e de *P. pubescens* apresentam características favoráveis para o consumo e comercialização apresentando potencial para serem domesticadas, onde provavelmente as mesmas seriam melhoradas com tratamento no solo e cultivo adequados, com exceção de L6 que apresentam relação SS/AT muito baixa.

Tabela 8: Características físico-químicas de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de diferentes localidades na máxima maturidade de colheita e o comparativo com a *Physalis peruviana* (comercial). (Comercial (C); Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Usina (L4); Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6).





Avaliações	Localidades					
	<i>P. peruviana</i>	<i>P. angulata</i>			<i>P. pubescens</i>	
	C	L1	L2	L4	L5	L6
pH	3,67	3,83*	3,96*	4,60*	4,64*	3,41*
SS (%)	12,92	10,97*	13,50*	18,17*	10,50*	10,42*
AT	1,26	0,93*	0,81*	0,66*	0,66*	2,54*
SS/AT	10,24	11,79*	16,57*	27,50*	15,97*	3,60*
AR (g.100g ⁻¹)	5,43	0,59*	0,62*	NA	0,67*	0,43*
AST (g.100g ⁻¹)	9,90	8,06*	9,40	NA	4,78*	7,46*

*Diferente a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Perfil Sensorial de *Physalis peruviana*

Os frutos inteiros apresentaram a cor da epiderme variando do amarelo alaranjado a alaranjado, são redondo-achatados e alcançam diâmetro de 10 a 20 mm, possuem um cálice floral com nervuras aparentes, textura seca e quebradiça e formato cônico inserido ao fruto juntamente ao pedúnculo que envolve os frutos (Figura 3). Os frutos possuem muito brilho e uma regular camada cerosa, sua casca é fina e possuem polpa translúcida com coloração amarelo alaranjado ou alaranjados quando maduros e presença de muitas sementes. O sabor da polpa é caracterizado como adocicada, regularmente ácida e ligeiramente adstringente. Também possui um sabor herbal e cítrico e uma textura com suculência moderada. Com relação a textura, é possível perceber a presença de muitas sementes de regular mastigabilidade, lembra a textura de tomate cereja, seu odor é herbal e muito aromático.

Figura 3: Desenvolvimento de descritores através de análise sensorial de frutos de *Physalis peruviana* comercializado na Paraíba.

Frutos de <i>Physalis</i> spp.	Aparência	Sabor, textura e odor
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fruto inteiro</p> <div data-bbox="355 439 655 656"></div> <div data-bbox="355 656 655 851"></div> <div data-bbox="355 851 655 1070"></div>	<p><u>Cor da epiderme:</u> variam amarelo-alaranjado a alaranjado.</p> <p><u>Uniformidade formato:</u> redondo-achatado.</p> <p><u>Tamanho do fruto:</u> Aproximadamente 10 a 20 mm de diâmetro longitudinal.</p> <p><u>Cálice floral:</u>; fruto é envolto por cálice floral com nervuras aparentes; de textura seca e quebradiça; de formato cônico; inserido ao fruto juntamente ao pedúnculo.</p> <p><u>Epiderme:</u> frutos com muito brilho, regular camada cerosa.</p>	<p>Polpa adocicada, regularmente ácida, ligeiramente adstringente.</p> <p>Sabor herbal, cítrico.</p> <p>Textura com suculência moderada, presença de muitas sementes de regular mastigabilidade.</p> <p>Lembra textura de tomate cereja.</p> <p>Odor herbal, muito aromática.</p>
	<div data-bbox="355 1659 655 1854"></div> <p>Casca fina;</p> <p>Polpa translúcida com coloração variando de amarelo alaranjado a alaranjado, quando madura;</p> <p>Presença de muitas sementes.</p>	

CONCLUSÕES

Os frutos de *Physalis* apresentam formato arredondado-achatado, sendo que os maiores frutos foram obtidos em Santa Rita – Eitel Santiago, região litorânea. Os frutos da espécie comercial são maiores e em geral apresentam características de qualidade superior.

No estágio maduro a firmeza foi menor nos frutos de *P. angulata*, na localidade Itaporanga e São José da Lagoa Tapada, porém a espécie comercial apresenta firmeza inferior a dos frutos de todas as localidades prospectadas.

coloração dos frutos variou do verde ao amarelo pardo, sendo que alguns frutos apresentam traços de pigmentação arroxeadas, sendo esta característica mais marcante nos frutos de *P. pubescens*. A luminosidade aumentou ao longo do amadurecimento nos frutos de *P. angulata*, já os frutos de *P. pubescens* na localidade Sapé tiveram um comportamento contrário diminuindo com a maturação.

Os frutos de *P. angulata* da localidade Santa Rita – Usina, apresentaram a menor acidez, maior teor de sólidos solúveis e maior relação SS/AT quando comparada com as demais localidades das duas espécies e com a espécie comercial que apresentou maiores teores de açúcares redutores e açúcares solúveis totais. Essa alta relação SS/AT nos frutos de Santa Rita – Usina constitui um fator que pode favorecer o consumo fresco destes frutos, bem como para a indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14140**: alimentos e bebidas análise sensorial: teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington: AOAC, 1984.

CHEN, C. M.; et al. Withangulatin A, a new withanolide from *Physalis angulata*. **Heterocycles**, [S.l.], v. 31, n. 7, p. 1371-1375, 1990.

CHIANG, H. C.; et al. Inhibitory effects of physalin B and physalin F on various human leukemia cells *in vitro*. **Anticancer Research**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 1155-62, 1992.

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

CLASSIFICAÇÃO climática de Köppen- Geiger. In: UFG, 2013. Disponível em: <http://portais.ufg.br/uploads/68/original_Classifica____o_Clim__tica_Koppen.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

COSTA, N. P.; LUZ, T. L. B.; BRUNO, R. L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004.

EL SHEIKHA, A. F. **Technological, chemical and microbiological studies on some packed foods**. 2004. Tese (Mestrado) - Faculty of Agriculture, Minufiya University, Egito, 2004.

EL SHEIKHA, A. F; et al. Physico-chemical properties and biochemical composition of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) fruits. **Global Science Books Ltd.**, Reino Unido, v. 2, p. 124–130, 2008.

FREITAS, T. A.; et al. Características físico-químicas dos frutos de *Physalis angulata* cultivadas em diferentes condições de ambiente. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 6., São Pedro, 2003. **Anais...** São Pedro: [s.n.], 2003

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do CEPPA**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 405-422, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: IAL, 2005. 371 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). **Norma técnica colombiana Uchuva NTC 4580**. Bogotá: ICONTEC, 1999. 17 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. In: Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa, 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico - químicos e avaliação sensorial. **Ciência e**

tecnologia de alimentos, [S.l], v. 26, p. 847-852, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000400021>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

LICODIEDOFF, S., KOSLOWSKI, L. A. D.; RIBANI, R. H. Flavonols and antioxidant activity of *Physalis peruviana* L. fruit at two maturity stages. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 35, n. 2, p. 393-399, abr./jun. 2013.

LIMA, C. S. M.; et al. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1004-1012, dez. 2012.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. Nova Odessa: [s.n.], 1982. 372 p.

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

OLIVEIRA, J. A. R.; et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [S.l], v. 5, n. 2, p. 573-583, 2011.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2006. 268 p.

RODRIGUES, E., et al. Minerais e ácidos graxos essenciais da fruta exótica *Physalis peruviana* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 642-645, jul.-set. 2009.

RUFATO, L.; et al. **Aspéctos técnicos da cultura da Physalis**. Lages: CAV/UDESC; Pelotas: UFPel, 2008.100 p.

WANG, P.; et al. Effect on the immunological competence of *Physalis pubescens* L. in mice. **Food and agricultural immunology**, [S.l.], v. 20, n. 2, jun. 2009.

YEMN, E.W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The biochemical journal**, London, v. 57, p. 508-14, 1954.

CAPÍTULO 3

**COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE
Physalis sp. DE OCORRÊNCIA NO ESTADO DA PARAÍBA**

**BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN FRUITS OF
Physalis sp. OCCURRING IN PARAÍBA STATE**

COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DE *Physalis* sp. DE OCORRÊNCIA NO ESTADO DA PARAÍBA

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar compostos bioativos e a atividade antioxidante de frutos de duas espécies de *Physalis* (*P. angulata* e *P. pubescens*) em diferentes estádios de maturação, provenientes de seis localidades no estado da Paraíba, em comparação com a espécie comercial (*Physalis peruviana*). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (localidade x estádio de maturação), sendo para *P. angulata* em 4x5 e para *P. pubescens* em 2x4. Para as avaliações foram utilizadas três repetições por estádio de maturação, sendo cada uma composta por um número de frutos correspondente a cerca de 200 g. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias das localidades (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) e dos estádios de maturação foram comparadas pelo teste de Tukey. Para a comparação da *P. peruviana* com as duas espécies de ocorrência no estado da Paraíba, foram utilizados apenas os frutos de estádio de maturação mais avançados, sendo tomadas seis repetições de 200g para cada espécie, sendo as médias comparadas se aplicando o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Os frutos foram separados em cinco estádios de maturação, considerando o fruto sem o cálice. Foram determinados os conteúdos de Ácido Ascórbico, carotenoides, clorofila, e antocianinas totais, flavonoides amarelos, Polifenóis Extraíveis Totais e a Atividade Antioxidante. Os teores de ácido ascórbico de frutos da *P. angulata* de L2 foi superior ao das demais localidades nos estádio mais maduro (Completamente amarelo – CA) e próximo ao da espécie comercial. Os frutos com maior teor de Carotenoides, Clorofila e Antocianinas Totais, Flavonoides amarelos foram os de *P. pubescens*, sendo maiores os de Sapé (L6). Frutos desta espécie também apresentaram maior teor de Polifenóis Extraíveis Totais que de *P. angulata* e de *P. peruviana* e, como também atividade antioxidante próxima a comercial. O conteúdo de compostos bioativos de frutos de *P. pubescens* foi superior os de *P. angulata*, exceto pelo teor de ácido ascórbico nos frutos da L2, que foi superior ao das demais localidades e próximo ao da espécie comercial. Frutos de *P. pubescens* também apresentam atividade antioxidante total superior a de frutos de *P. angulata* sendo similar a *P. peruviana* (comercial).

Palavras-chave: *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis peruviana*, compostos fenólicos, qualidade, maturação.

BIOACTIVE COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN FRUITS OF *Physalis* sp. OCURRING IN PARAÍBA STATE

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the bioactive compounds and antioxidant activity of fruits of two species of *Physalis* (*P. angulata* and *P. pubescens*) in different maturation stages, harvested from six localities in the state of Paraíba, in comparison with the commercial species (*Physalis peruviana*). The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial scheme (location x maturity stage), being for *P. angulata* in 4x5 and *P. pubescens* in 2x4. For the evaluations were used three replicates per maturity stage, each one composed of a number of fruit corresponding to about 200 g. Data were submitted to analysis of variance and means of locations (L1, L2, L3, L4, L5, and L6) and maturity stages were compared by the Tukey test at 5% probability. For comparison of *P. peruviana* with two species occurring in the state of Paraíba, it was used fruit in the full ripen maturity stage, being taken 200g of six replicates for each species, and the means compared by applying the Dunnett's test at 5% probability. Fruits were classified in five maturity stages, considering the fruit without the floral calyces. It was determined the contents of ascorbic acid, carotenoids, chlorophyll and anthocyanins, flavonoids yellow, Extractable Total Polyphenols, and Antioxidant Activity. Fruits from L2 showed ascorbic acid close to the *P. peruviana*, being higher than those from other locations. The fruit with the highest content of total carotenoids, chlorophyll, flavonoids, and anthocyanins were of *P. pubescens*, from L6. This species also showed higher content of TEP than the fruits of *P. angulata* and *P. peruviana* and total antioxidant activity close to this last. Fruits of *P. pubescens* presented higher contents of bioactive compounds than those of *P. angulata*, excepted by ascorbic acid in fruits of the L2, which was higher than those from other locations and very close to the *P. peruviana*. Fruits of *P. pubescens* also showed higher antioxidant activity that of *P. Angulata*, being close to that of *P. peruviana*.

Key-words: *Physalis angulata*, *Physalis pubescens*, *Physalis peruviana*, compounds phenolic quality, maturation.

INTRODUÇÃO

Estudos epidemiológicos vêm mostrando que as dietas ricas em alimentos de origem vegetal contribuem na prevenção de várias doenças, como as cardiovasculares, distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e enfermidades inflamatórias. A dieta habitual, além dos macro e micronutrientes essenciais, propicia alguns compostos químicos, que são encontrados em sua maioria, em frutas e hortaliças, que desempenham uma potente atividade biológica, evidenciada por vários pesquisadores. Esses compostos são denominados de compostos bioativos ou de fitoquímicos e podem exercer vários papéis beneficiando a saúde (CARRATU; SANZINI, 2005).

Há evidências de que os compostos bioativos apresentam funções na redução do risco de doenças crônicas não-transmissíveis, como o câncer e as doenças cardiovasculares. Entretanto, os efeitos desses compostos na saúde dependem das quantidades consumidas e da sua biodisponibilidade (HORST; LAJOLO, 2012). Os frutos de *Physalis* apresentam compostos bioativos que contribuem para a captura de radicais livres, atuando como antioxidantes (FONTANA; et al., 2000).

A comunidade científica vem destacando de forma relevante os polifenóis e seus inúmeros efeitos biológicos, como seqüestro de espécies radicalares de oxigênio, modulação da atividade de algumas enzimas específicas, inibição da proliferação celular, bem como seu potencial como agente antibiótico, antialergênico e antiinflamatório (MANACH; et al., 2004).

As atividades antioxidantes e de proteção de órgãos vitais (fígado, cérebro, rins, sistema cardiovascular) constituem dois dos mecanismos de ação de vários compostos bioativos, como flavonóides (isoflavonas da soja, cate-quinas dos chás orientais verde e preto), antocianinas (feijão, morango, amora, cereja, casca de uvas e vinho tinto), carotenóides, como o licopeno (tomate, melancia e goiaba), dentre outros (HORST; LAJOLO, 2012).

Segundo Harborne; Williams (2000), os frutos de *Physalis* contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras, vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados compostos fenólicos, considerados importantes em alimentos vegetais, devido ao seu impacto sobre o sabor e a cor, existe um grande interesse em seus potenciais efeitos benéficos à saúde, sua atividade antioxidante e seus efeitos antimicrobianos.

No Brasil, *Physalis* é popular nas regiões Norte e Nordeste, e é novidade nas regiões Sul e Sudeste onde o fruto já é produzido. O fruto pode ser encontrado nos mercados locais, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro, mas devido à pequena produção no País, o mesmo continua sendo importado da Colômbia a preços elevados (RODRIGUES; et al., 2009).

Por haver poucos estudos no Brasil e, sobretudo no nordeste, que referenciem esses aspectos nesses frutos, esta pesquisa se faz de extrema importância na tentativa de incentivar a produção e o consumo desses frutos na região nordeste, e especificamente na Paraíba, onde o fruto pode ser encontrado.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar os compostos bioativos e a atividade antioxidante em frutos de duas espécies de *Physalis* (*P. angulata* e *P. pubescens*) e comparar com uma espécie comercial (*P. peruviana*).

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações analíticas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB) em Areia-PB, no período de junho de 2012 a fevereiro de 2013.

Os frutos de *Physalis* spp foram colhidos manualmente em seis localidades da Paraíba. As colheitas foram realizadas nos municípios de São José da Lagoa Tapada, Itaporanga, Sapé e Santa Rita (Conjunto Eitel Santiago e Usina São João). As espécies colhidas foram *Physalis angulata* L e *Physalis pubescens* L.

Os frutos foram colhidos e conduzidos ao laboratório onde foram retirados o cálice, sendo os frutos de *P. angulata* separados em cinco estádios de maturação e os de *P. pubescens* em quatro, considerando a disponibilidade desses estádios em cada localidade. Os frutos foram divididos em estádios de maturação, considerando a coloração do fruto sem o cálice, uma vez que este não era fator diferenciador da maturação.

Os municípios de Itaporanga e São José da Lagoa Tapada são localizados no Sertão Paraibano e possuem clima semiárido, sendo a colheita nestes municípios realizada em junho de 2012. Os municípios de Santa Rita e Sapé estão inseridos na Mata Paraibana e apresentam clima tropical com verão seco e temperatura em torno de 26°C, nesses municípios a colheita ocorreu em agosto de 2012. O ano de 2012 constituiu um ano atípico pela escassez de chuvas nestas regiões de ocorrência.

Os dados meteorológicos registrados pelo Inmet, durante o período de colheita, de João Pessoa, município com registro meteorológico mais próximo de Santa Rita e Sapé, e de São Gonçalo, município com registro mais próximo de Itaporanga e São José da Lagoa Tapada, constam no Quadro 1.

João Pessoa, município inserido na Mesorregião da Mata Paraibana, apresenta clima tropical (com chuvas no Inverno) do tipo As, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

São Gonçalo, 440 Km de João Pessoa apresenta clima tropical semiárido, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger.

Quadro 1: Dados meteorológicos dos municípios de João Pessoa e São Gonçalo.

	João Pessoa	São Gonçalo
	Período	
	Agosto - 2012	Junho - 2012
Latitude (graus) :	-7,1	-6.75
Longitude (graus):	-34,86	-38.21
Altitude (metros):	47	233
Precipitação (mm)	0,6	0
Temperatura Máxima (°C)	28,89	32,6
Temperatura Mínima (°C)	23,00	20,08
Umidade Relativa Media (%)	77,43	65

Fonte: INMET, 2013.

Sendo este um fruto de ocorrência espontânea e pela escassez de chuva, bem como diante da grande quantidade de fatores ambientais entre as localidades de ocorrência, durante a realização deste estudo e consequentemente insuficiência de matéria-prima por ocasião de algumas colheitas, não foi possível obter todos os estádios em todas as localidades em que os frutos foram prospectados.

Os frutos de *P. angulata* foram colhidos de plantas prospectadas nos municípios de Santa Rita, mais precisamente no conjunto Eitel Santiago e na Usina São João, no Litoral Paraibano, e nos municípios de São José da Lagoa Tapada e de Itaporanga, Sertão Paraibano e separados em cinco estádios de maturação, sendo estes: completamente verde (CV), predominante verde (PV), Início de pigmentação amarela (IA), Predominante amarelo pardo (PA) e completamente amarelo pardo (CA).

Os frutos de *Physalis pubescens* L. foram colhidos nos municípios de Sapé e Santa Rita (Eitel Santiago) e separados em quatro estágios de maturação, sendo estes:

completamente verde (CV), predominante verde (PV), Início de pigmentação amarela (IA) e Predominante amarelo pardo, com traços púrpura (PA).

Paralelamente, foram adquiridos as nove repetições frutos de *P. peruviana* em supermercado da cidade de João Pessoa, cuja a origem informada no rótulo era de importação da Colômbia, sendo comercializados em embalagem de 100g de frutos com o cálice. Os frutos apresentavam coloração laranja brilhante.

Nas determinações, para cada repetição foi utilizada uma quantidade de frutos que correspondia a cerca de 200g para cada estágio de maturação. Frutos de cada repetição foram homogeneizados em liquidificador e peneirados para a separação das sementes. Foram utilizadas três repetições no laboratório para cada determinação realizada:

Ácido Ascórbico (AA - mg.100g⁻¹). Determinado por titulometria, utilizando solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,002 %) até a mudança de coloração para róseo claro permanente, utilizando 1 g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5% de acordo com Strohecker & Henning (1967), e os resultados expressos em (mg.100g⁻¹);

Carotenoides Totais (µg.100g⁻¹). Foram determinados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 450 nm, utilizando hexano, de acordo com a metodologia descrita por Higby (1962). Os resultados foram expressos em (µg.100g⁻¹).

Clorofila Total (mg.100g⁻¹). Foi determinada por espectrofotometria a um comprimento de onda de 652 nm, utilizando-se solução extratora de acetona a 80%, de acordo com Bruinsma (1963) e calculado pela equação de Engel e Poggiani (1991). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

Flavonoides Amarelos (mg.100g⁻¹). Foram determinados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 374 nm, de acordo com metodologia descrita por Francis (1982). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

Antocianinas totais (mg.100g⁻¹). Foram determinadas por espectrometria a um comprimento de onda de 535 nm, de acordo com metodologia descrita por Francis (1982). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

Obtenção dos extratos para determinação dos Polifenóis Extraíveis Totais (PET) e da Atividade Antioxidante total (ATT): Os extratos foram obtidos segundo metodologia descrita por Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, (1997), utilizando-se 3 g da polpa congelada em ultra freezer a -85°C, adicionando-se 4 mL de metanol 50%, homogeneizando e deixando em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente, em seguida centrifugando por 15 minutos a 15.000 rpm e transferindo o sobrenadante para tubos de ensaios graduados de 15 ml. Foi

adicionados 4 mL de acetona 70% ao resíduo, homogeneizando e deixando em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente, sendo novamente centrifugado por 15 minutos a 15.000 rpm e transferido o sobrenadante para o tubo contendo o primeiro sobrenadante, completando o volume para 10 mL com água destilada. O procedimento descrito foi realizado ao abrigo da luz. Os extratos foram conservados sob refrigeração até o momento da determinação.

Determinação dos Polifenóis Extraíveis Totais (mg.100g⁻¹). Foram determinados de acordo com Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, (1997). Em tubos de ensaio, foram utilizadas alíquotas de 450 µL do extrato fenólico, completando para 1000 µL com água destilada, acrescentando 1 mL do reagente de Folin Ciocalteu, 2,0 mL de carbonato de sódio (20%) e 2,0 mL de água destilada. Os tubos de ensaio foram homogeneizados e as leituras realizadas em espectrofotômetro no comprimento de onda a 700 nm, aos por 30 minutos após a adição dos reagentes (OBANDA; OWUOR, 1997). Os resultados foram expressos em (mg.100g⁻¹).

Determinação da Atividade Antioxidante total (ATT) (g fruta.g DPPH⁻¹): A partir dos extratos obtidos, foram preparadas, em tubos de ensaio, três diluições (200, 600 e 1000 µL.mL⁻¹), em triplicata, determinadas em testes preliminares, baseando-se na curva padrão do DPPH (2,2-diphenil-1-picril-hidrazil). Em ambiente escuro a partir de cada diluição transferiu-se uma alíquota de 100 µL para tubos de ensaio contendo 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM) e homogeneizou-se em agitador de tubos, por um minuto. Utilizou-se 100 µL da solução controle (40 mL de solução de álcool metílico 50% e 40 mL de solução acetona 70%, completando o volume para 100 mL de água destilada) e homogeneizou-se. Para calibrar o espectrofotômetro, utilizou-se álcool metílico como branco e as leituras foram realizadas no comprimento de onda 515 nm (RUFINO; et al., 2007). As leituras foram realizadas após uma hora, tendo esse tempo sido determinado previamente, onde foi observada a redução da absorbância até sua estabilização. A partir da absorbância das três diluições dos extratos, foi determinada a equação da reta, plotando a absorbância no eixo y e diluição (mg/L) no eixo x. Para calcular a AAT, substituiu-se a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y (absorbância inicial de controle/2) da equação $y = -ax + b$, e encontrou-se o resultado correspondente à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH (EC₅₀), é expresso em (g fruta.g DPPH⁻¹).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (localidade x estágio de maturação), sendo para *P. angulata* em 4x5, para *P. pubescens* em 2x4. Para as análises física, utilizados 40 frutos, consistindo em 40 repetições.

Para as avaliações físico-químicas, foram utilizadas 3 repetições por estágio de maturação, sendo utilizados para cada repetição um número de frutos correspondente a cerca de 200 g. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias das localidades (L1, L2, L3, L4, L5 e L6) e dos estádios de maturação foram comparadas pelo teste de Tukey. Para a comparação da *P. peruviana* com as duas espécies de ocorrência no estado da Paraíba, foram utilizados apenas os frutos de estágio de maturação mais avançados, sendo tomadas seis repetições de 200g para cada espécie, sendo as médias comparadas se aplicando o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos frutos de *P. angulata*, os teores de Carotenoides Totais ($\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) decresceram ao longo da maturação. Os maiores teores foram obtidos em L2, 59,78, 42,13 e 41,74 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, nos estádios IA, PA e CA, respectivamente (Tabela 1).

Com relação aos frutos de *P. pubescens* em L5 os valores variaram de 77,62 (CV) a 25,80 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (PA). Na localidade L6 observou-se que os frutos se comportaram de maneira característica, tendo um teor de 20,73 no estágio CV e chegando a 142,45 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio (PA) (Tabela 1).

El sheikha et al. (2008) encontraram valor médio de 70,01 ($\mu\text{g} \cdot 100\text{ml}^{-1}$) em suco de *P. pubescens*, estando acima dos obtidos em L5 (25,80 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e abaixo dos obtidos em L6 (142,45 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio PA dos frutos de *P. pubescens*).

Moreira; et al. (2012) reportaram conteúdos de carotenoides de 43,45 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em frutos de *P. angulata*, próximo aos teores encontrados em L2 (PA, 42,13 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e (CA, 41,74 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e inferiores aos em L2 (IA, 59,78 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), L5 (CV, 77,62 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$; PV, 64,27 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$; IA, 55,51 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e L6 (PV, 44,75 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$; PA, 142,45 $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Os teores de Clorofila Total ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em *Physalis angulata* foram diminuindo ao longo da maturação, como ocorre na maioria dos frutos. O maior teor foi obtido em L3 no estágio CV (1,73 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e o menor em L1 (0,04 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (Tabela 1).

Nos frutos de *P. pubescens* os teores de clorofila total também diminuíram com o amadurecimento. O maior teor obtido foi 4,34 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no estágio CV em L6 e o menor foi 0,43 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ na localidade L5 no estágio PA, e para todos os estágios não diferiu.

Moreira; et al. (2012) reportaram um teor de 2,43 mg.100g⁻¹ de clorofila total em frutos de *P. angulata*, inferiores aos encontrados nos frutos de *P. pubescens* em L5 (CV, 3,98 mg.100g⁻¹) e L6 (CV, 4,34 mg.100g⁻¹; PV, 3,28 mg.100g⁻¹).

Os maiores teores de flavonoides amarelos em frutos de *P. angulata* foram encontrados para frutos no estágio CV em L1 (7,33 mg.100g⁻¹) e L3 (7,02 mg.100g⁻¹), esses valores não diferiram entre si, assim como os teores 1,94 e 1,97 mg.100g⁻¹ de L1 e L2, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Carotenóides totais, Clorofila total, Flavonoides amarelos e Antocianinas totais de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nas localidades (Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Eitel Santiago (L3); Santa Rita – Usina (L4)) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)) respectivamente, colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA).

Características	Estádios de Maturação					
	Localidade	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>						
Carotenoides Totais (µg.100g ⁻¹)	L1	0 bA	22,56 aA	16,23 bA	-	24,21 aA
	L2	-	-	59,78 aA	42,13 aA	41,74 aA
	L3	39,47 aA	31,11 aA	29,72 bA	14,35 bA	-
Clorofila (mg.100g ⁻¹)	L1	1,50 bA	0,95 bB	0,36 abC	-	0,04 aD
	L2	-	-	0,19 bA	0,12 aA	0,07 aA
	L3	1,73 aA	1,50 aA	0,47 aB	0,18 aC	-
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	L1	7,33 aA	3,70 bB	1,94 bC	-	1,44 aD
	L2	-	-	1,97 bA	1,27 bB	1,05 bB
	L3	7,02 aA	5,94 aB	2,73 aC	2,00 aD	-
Antocianinas Totais (mg.100g ⁻¹)	L1	0,55 aA	0,28 bB	0,13 aBC	-	0,07 aC
	L2	-	-	0,14 aA	0,09 aA	0,07 aA
	L3	0,48 aA	0,43 aA	0,22 aB	0,11 aB	-
<i>Physalis pubescens</i>						
Carotenoides Totais (µg.100g ⁻¹)	L5	77,62 aA	64,27 aA	55,51 aA	25,80 bA	-
	L6	20,73 bB	44,75 aB	21,82 aB	142,45 aA	-
Clorofila (mg.100g ⁻¹)	L5	3,98 aA	2,36 aB	0,83 aC	0,43 aC	-
	L6	4,34 aA	3,28 aA	1,10 aB	1,29 aB	-
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	L5	8,66 aA	6,78 bB	2,79 bC	2,64 bC	-
	L6	8,39 aA	8,82 aA	4,42 aB	4,19 aB	-
Antocianinas Totais (mg.100g ⁻¹)	L5	0,94 aA	0,53 bB	0,19 bC	0,21 bC	-
	L6	0,85 aB	1,20 aA	0,66 aC	0,59 aC	-

* Para cada variável e espécie, médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (estádios entre localidades) e maiúsculas na linha (estádios de maturação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=3 (localidade).

Para os frutos de *P. pubescens* os teores de Flavonoides amarelos diferiram em todos os estágios entre as duas localidades (L5 e L6) com exceção de L5 (CV) 8,66 mg.100g⁻¹ e L6

(CV) 8,39 mg.100g⁻¹. O menor valor foi determinado na localidade L5 (PA) 2,64 mg.100g⁻¹, e o maior em L6 (PV) 8,82 mg.100g⁻¹.

Os Flavonoides amarelos abrangem o grupo de compostos fenólicos presentes nas plantas, que contribui na qualidade sensorial dos frutos incluindo também a adstringência e amargor (VENDRAMINI; TRUGO, 2004; VASCO; RUALES; KAMAL-ELDIN, 2008).

Moreira; et al. (2012) reportaram teor de 7,3 mg.100g⁻¹ de flavonoides amarelos em frutos de *P. angulata*, sendo este valor próximo aos encontrados no estágio CV em L1 (7,33 mg.100g⁻¹), L3 (7,02 mg.100g⁻¹), L5 (8,66 mg.100g⁻¹) e L6 (8,39 mg.100g⁻¹), e no estágio PV em L5 (6,78 mg.100g⁻¹) e L6 (8,82 mg.100g⁻¹).

Os teores de Antocianinas Totais (mg.100g⁻¹) em frutos de *P. angulata* diminuíram ao longo da maturação, apenas no estágio PV os valores diferiram entre si, 0,28 mg.100g⁻¹ na localidade L1 e 0,43 mg.100g⁻¹ na L3 (Tabela 1).

Os valores nos frutos de *P. pubescens* variaram de 0,94 (CV) a 0,21 mg.100g⁻¹ (PA) nas localidades L5, e de 0,85 (CV) a 0,59 mg.100g⁻¹ (PA) em L6. Não houve diferença no estágio CV entre L5 e L6, nos outros estádios os valores diferiram.

Moreira; et al. (2012) reportaram teor de 0,61 mg.100g⁻¹ de antocianinas em frutos de *P. angulata*, sendo este inferior aos teores encontrados nos estádios CV em L5 (0,94 mg.100g⁻¹) e L6 (0,85 mg.100g⁻¹), no estágio PV em L6 (1,20 mg.100g⁻¹) e no IA em L6 (0,66 mg.100g⁻¹) e semelhante ao encontrado no estágio PA (0,59 mg.100g⁻¹) em L6.

Os frutos que apresentaram maiores conteúdos de ácido ascórbico (AA), foram os da espécie *P. angulata* em L2, em IA (44,45 mg.100g⁻¹), PA (35,32 mg.100g⁻¹) e em CA (32,22 mg.100g⁻¹). Para frutos da espécie *P. pubescens*, apenas os conteúdos de ácido ascórbico obtidos dos estádios CV das localidades L5 e L6 não diferiram entre si e os maiores foram 7,15 mg.100g⁻¹ em IA e 6,07 mg.100g⁻¹ em CA (Tabela 2).

O teor de ácido ascórbico varia considerando as condições de cultivo, armazenamento e processamento, podendo ser utilizado como um índice de qualidade dos alimentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e essas variações puderam ser constatadas entre as espécies e localidades estudadas. Os frutos de L2, com maior teor de ácido ascórbico foram colhidos no Sertão Paraibano, em meio a outra cultura e em área cercada, a condição do solo possivelmente foi fator importante na obtenção desse componente nos frutos desta localidade. Em L4, na Mata Paraibana, os frutos foram colhidos em uma usina de cana-de-açúcar, onde o solo é irrigado, o que pode ter favorecido a obtenção de frutos com maior teor de ácido ascórbico (20,27 mg.100g⁻¹, no estágio CA), quando comparados com L3 (0,85 mg.100g⁻¹, no estágio PA) que teve os frutos colhidos no mesmo município.

Vasco; Ruales; Kamal-Eldin (2008) estudando pequenos frutos, encontraram conteúdo de ácido ascórbico de 10-11 mg.100g⁻¹ em amora preta e de 50-66 mg.100g⁻¹ em morangos, já em tomate encontraram 18-21, sendo este inferior aos encontrados em L2 nos estádios IA (44,45), PA (35,32) e CA (32,22 mg.100g⁻¹) e próximo ao encontrado em L4 no estágio CA (20,37 mg.100g⁻¹). Em frutos de *Physalis peruviana* os mesmos autores reportaram teor de 58-68 mg.100⁻¹, sendo superiores aos encontrados nesse trabalho.

Tabela 2: Ácido Ascórbico (AA), Polifenóis Extraíveis Totais (PET), Atividade Antioxidante Total (ATT) de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nas localidades (Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita – Eitel Santiago (L3); Santa Rita – Usina (L4)) e (Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6)) respectivamente, colhidos nos estádios de maturação Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA).

Características	Estádios de Maturação					
	Localidade	CV	PV	IA	PA	CA
Physalis angulata						
AA (mg.100 ⁻¹)	L1	4,15 abB	3,90 bB	12,13 bA	-	3,38 cB
	L2	-	-	44,45 aA	35,32 aB	32,22 aB
	L3	1,72 bA	1,21 bA	0,98 cA	0,85 bA	-
	L4	6,53 aB	15,87 aA	-	-	20,37 bA
PET (mg.100g ⁻¹)	L1	85,59 aA	66,33 aB	48,31 cD	-	56,34 aC
	L2	-	-	64,55 bA	60,09 aA	33,43 bB
	L3	60,97 bB	60,52 bB	83,30 aA	59,20 aB	-
	L4	-	-	-	-	-
AAT (g.gDPPH ⁻¹)	L1	962,54 aC	2626,87 aB	3515,28 aA	-	3953,69 bA
	L2	-	-	2724,33 bB	2621,14 aB	4768,84aA
	L3	2337,32 aA	2221,25 aA	1902,78 cA	2386,79 aA	-
	L4	-	-	-	-	-
Physalis pubescens						
AA (mg.100 ⁻¹)	L5	3,72 aA	3,33 aA	1,74 bB	1,06 bB	-
	L6	3,43 aB	2,36 bB	7,15 aA	6,07 aA	-
PET (mg.100g ⁻¹)	L5	60,07 aB	67,46 aA	68,62 aA	70,73 aA	-
	L6	54,99 aB	60,56 bB	72,27 aA	69,17 aA	-
AAT (g.gDPPH ⁻¹)	L5	2867,47 aA	2646,59 aA	2898,40 aA	2646,76aA	-
	L6	2556,78aA	2814,14 aA	2073,82 bA	2660,68aA	-

* Para cada variável e espécie, médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (estádios entre localidades) e maiúsculas na linha (estádios de maturação), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=3 (localidade).

Oliveira; et. al. (2011) apresentaram valor médio de ácido ascórbico de 25,00 mg.100⁻¹ de frutos de *P. angulata* em estágio “de vez”, sendo este valor, superior aos encontrados em frutos das localidades L1, L3 e L4 e inferior aos encontrados nos de L2 nos estádios IA (44,45 mg.100⁻¹), (PA, 35,32 mg.100⁻¹) e (CA, 32,22 mg.100⁻¹).

El sheikha; et al. (2008) apresentaram valor médio de AA em suco fresco de *P. pubescens* de 38,77 mg.100⁻¹, sendo este muito superior aos conteúdos obtidos em frutos de

L5 e L6 em todos os estádios, esse maior teor pode ser devido aos frutos terem sido adquiridos junto a produtores do local onde foram colhidos, onde certamente os frutos foram cultivados mediante tratos culturais específicos da cultura.

Os teores de Polifenóis Extraíveis Torais (PET - mg.100g^{-1}) diminuíram com a maturação dos frutos de *P. angulata*, com exceção do estágio IA de L3, que aumentou bruscamente ($83,30 \text{ mg.100g}^{-1}$), diminuindo no estágio PA para $59,20 \text{ mg.100g}^{-1}$. Para frutos de todos os estádios de *P. angulata* os valores diferiram entre si, com exceção do estágio PA, L2 ($60,09 \text{ mg.100g}^{-1}$) e L3 ($50,20 \text{ mg.100g}^{-1}$), onde os valores não diferiram entre si. O maior valor encontrado foi de $85,59$ (L1 – CV) e o menor $33,43 \text{ mg.100g}^{-1}$ (L2 – CA) (Tabela 2).

Em frutos de *P. pubescens* os valores aumentaram com a maturação. Os conteúdos de PET diferiram apenas no estágio PV. Os valores variaram de $60,07$ (CV) a $70,73 \text{ mg.100g}^{-1}$ (PA) na localidade L5 e de $54,99$ (CV) a $69,17 \text{ mg.100g}^{-1}$ (PA) na L6.

Rockenbach; et al. (2008) obtiveram teor de compostos fenólicos em extrato metanólico de frutos de *Physalis peruviana* de $57,9 \text{ mg}$ de ácido gálico 100g^{-1} de fruta fresca, e de $47,8 \text{ mg}$ de ácido gálico 100g^{-1} de fruta fresca, em extrato aquoso, sendo estes conteúdos inferiores aos encontrados em todos os estádios dos frutos de *P. angulata* e *P. pubescens*, com exceção de L2 (CA), cujo valor foi $33,43 \text{ mg}$ de ácido gálico. 100g^{-1} .

El sheikha; et al. (2008) reportaram teor de $76,62 \text{ mg.100ml}^{-1}$ em suco de *P. pubescens*, expresso em ácido tânico, conteúdo um pouco maior do que os encontrados em L5 estágio PA ($70,73$) e L6 estágio IA ($72,27 \text{ mg}$ de ácido gálico. 100g^{-1}).

Oliveira; et al. (2011) reportaram conteúdo de $63,70$ (mg de de ácido gálico. 100g^{-1}) em frutos de *P. angulata* em estágio de vez, sendo este valor muito próximo aos valores no estágio PV, cujos valores médios foram $63,42$ e $64,01 \text{ mg}$ de ácido gálico. 100g^{-1} , em *P. angulata* e *P. pubescens*, respectivamente.

Para a Atividade Antioxidante Total (ATT - g.gDPPH^{-1}) os valores do estágio IA das localidades L1 ($3515,28$), L2 ($2724,33$) e L3 ($1902,78 \text{ g.gDPPH}^{-1}$) e do estágio CA das localidades L1 ($3953,69$) e L2 ($4768,84 \text{ g.gDPPH}^{-1}$), diferiram entre si (Tabela 1).

A maior atividade antioxidante, considerando os estádios mais maduros (PA e CA), foi em L3 ($2386,79 \text{ g.gDPPH}^{-1}$) em frutos de *P. angulata*. Em L1 foi obtido $962,54 \text{ g.gDPPH}^{-1}$ em CV, sendo esta a maior atividade antioxidante considerando todas as localidades e estádios estudados.

Vasco; Ruales; Kamal-Eldin (2008) reportaram para amora um valor de EC50 de 701 g.gDPPH^{-1} , e para ameixa de $1583 \text{ g.gDPPH}^{-1}$, tendo esses frutos uma atividade antioxidante superior ao do que os frutos estudados neste trabalho, já para morango os mesmos autores

determinaram um EC50 de 2395 g.gDPPH⁻¹, valor este próximo ao encontrado em frutos de *P. angulata* em L3 (2386,79 g.gDPPH⁻¹) no estágio PA. Em frutos de *Physalis peruviana*, Licodiedoff; Koslowski; Ribani, (2013), reportaram para frutos do início e final da maturidade EC50 de 3.76 and 3.95 g.µM DPPH⁻¹, respectivamente, sendo esses valores equivalentes ao observado nos frutos avaliados neste experimento.

A Tabela 3 apresenta a comparação dos valores médios de ácido ascórbico, carotenoides totais e clorofila total de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba em diferentes estádios de maturação. Para ambas as cultivares, o conteúdo de ácido ascórbico aumentou com a maturação, mas foi muito superior em frutos de *P. angulata*. Os carotenoides totais, por sua vez, foram inferiores para frutos de *Physalis angulata*, embora estes frutos apresentassem maior conteúdo de clorofila residual.

Tabela 3: Ácido Ascórbico (AA), Carotenoides totais e Clorofila total médios, de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos em diferentes estádios de maturação: Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA).

Características	Estádios de Maturação				
	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>					
AA (mg.100g ⁻¹)	4,13 aB	6,99 aB	19,19 aA	18,08 aA	18,66 A
Carotenoides Totais (µg.100g ⁻¹)	19,73 bC	26,84 bB	35,24 aA	28,24 bB	32,98 A
Clorofila (mg.100g ⁻¹)	1,61 bA	1,23 aA	0,34 bB	0,15 bB	0,06 C
<i>Physalis Pubescens</i>					
AA (mg.100g ⁻¹)	3,58 aA	2,85 bA	4,44 bA	3,57 bA	-
Carotenoides Totais (µg.100g ⁻¹)	49,18 aB	54,51 aB	38,66 aC	84,12 aA	-
Clorofila (mg.100g ⁻¹)	4,16 aA	2,82 aB	0,96 aC	0,86 aC	-

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (Cada variável entre espécies) e maiúsculas na linha (Estádio de maturação em cada variável), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=9 (estádio de maturação).

A Tabela 4 apresenta a comparação dos valores médios de flavonoides amarelos, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* de ocorrência no estado da Paraíba em diferentes estádios de maturação. Para ambas as cultivares, o conteúdo de flavonóides amarelos diminuiu com a maturação e, em geral, foi superior em frutos da cultivar *Physalis pubescens*. O conteúdo de antocianinas totais também diminuiu com a maturação e foi superior em frutos de *Physalis pubescens* durante a maturação. Por sua vez, a atividade antioxidante total (AAT), em geral, com base na captura do radical DPPH, diminuiu com a maturação em frutos de *Physalis angulata*, mas não

diferiu entre estádios nos frutos de *Physalis pubescens*. Entretanto, exceto pelo estágio CV, a AAT não diferiu entre as cultivares avaliadas nos estádios mais maduros.

Tabela 4: Flavonoides amarelos, Antocianinas Totais, Polifenóis Extraíveis Totais (PET) e Atividade Antioxidante (AAT) de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos nos estádios de maturação: Completamente Verde (CV); Predominante Verde (PV); Início de pigmentação amarela (IA); Predominante amarelo (PA); Completamente amarelo (CA).

Características	Estádios de Maturação				
	CV	PV	IA	PA	CA
<i>Physalis angulata</i>					
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	7,17 aA	4,82 bB	2,21 bC	1,64 bC	1,25 D
Antocianinas Totais (mg.100g ⁻¹)	0,51 bA	0,35 bB	0,16 bC	0,10 bC	0,07 C
PET (mg.100g ⁻¹)	73,28 aA	63,42 aB	65,39 aB	59,64 bBC	44,88 C
AAT (g.gDPPH ⁻¹)	1649,93 bBC	2424,06 aB	2714,13 aB	2503,96 aB	4361,27 A
<i>Physalis pubescens</i>					
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	8,52 aA	7,80 aA	3,61 aB	3,41 aB	-
Antocianinas Totais (mg.100g ⁻¹)	0,90 aA	0,87 aA	0,43 aB	0,40 aB	-
PET (mg.100g ⁻¹)	57,53 bC	64,01 aB	70,45 aA	69,95 aA	-
AAT (g.gDPPH ⁻¹)	2712,13 aA	2730,37 aA	2486,11 aA	2653,73 aA	-

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna (Cada variável entre espécies) e maiúsculas na linha (Estádio de maturação em cada variável), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; - Não disponível. n=9 (estádio de maturação).

Comparativo dos Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante, em frutos no estágio de maturação mais maduro, das espécies *P. angulata* e *P. pubescens* com a espécie comercializada (*P. peruviana*)

Considerando os frutos no estágio mais maduro das espécies *P. angulata* e *P. pubescens*, e os frutos no estágio comercial (*P. peruviana*) adquiridos do mercado (Tabela 5), comparou-se as diferenças existentes entre esses.

O teor de ácido ascórbico entre os frutos de L1, L5 e L6 diferiram quando comparadas com o da espécie comercial, já nos frutos de *P. angulata* da L2 o teor não diferiu da comercial (Tabela 5).

Os carotenoides totais (CT) dos frutos colhidos de todas as localidades diferiram da comercial, podendo ser justificada pela a coloração desta (*P. peruviana*) ser amarelo ouro. O menor média para CT foi 24,21 µg.100g⁻¹ em frutos da L1 e a maior 142,45 µg.100g⁻¹ da L6. A média na variedade comercial foi muito superior, com 247,31 µg.100g⁻¹.

O maior conteúdo de clorofila total foi 1,29 mg.100g⁻¹ em frutos da L6 que diferiu da comercial (0,03 mg.100g⁻¹) e das demais localidades. Em L5 o teor obtido foi 0,43 mg.100g⁻¹.

Para flavonoides amarelos apenas o teor de frutos da L1 (1,44 mg.100g⁻¹) não diferiu da comercial (1,31 mg.100g⁻¹). O menor teor foi em L2 (1,05 mg.100g⁻¹) e o maior em L6 (4,19 mg.100g⁻¹).

Os teores médios para Antocianinas Totais em frutos da L1 e L2 foram 0,07 mg.100g⁻¹, não diferindo da comercial (0,09 mg.100g⁻¹), em L5 (0,21 mg.100g⁻¹) e L6 (0,59 mg.100g⁻¹) os valores foram um superiores, diferindo da comercial.

Os teores de PET em L5 e L6 foram 70,73 e 69,17 mg.100g⁻¹, respectivamente, sendo superiores ao teor da comercial (55,78 mg.100g⁻¹). Todas as localidades diferiram da comercial, com exceção de L1 (55,78 mg.100g⁻¹).

Para a atividade antioxidante total o maior valor de EC50 foi 4768,84 g.gDPPH⁻¹ em L2, tendo portanto a menor AAT entre as localidades. As maiores AAT foram em L5 (EC50 2386,79 g.gDPPH⁻¹) e L6 (EC50 2660,68 g.gDPPH⁻¹), não diferindo da espécie comercial (EC50 2571,22 g.gDPPH⁻¹).

Tabela 5: Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante de frutos de *Physalis angulata* e *Physalis pubescens* colhidos na máxima maturidade de colheita e o comparativo com a *Physalis peruviana* (comercial). (Comercial (C); Itaporanga (L1); São José da Lagoa Tapada (L2); Santa Rita - Eitel Santiago (L5) e Sapé (L6).

Avaliações	Localidades				
	<i>P. peruviana</i>	<i>P. angulata</i>		<i>P. pubescens</i>	
	C	L1	L2	L5	L6
Ácido ascórbico (mg.100 ⁻¹)	32,26	3,38*	32,22	20,37*	21,06*
Carotenoides Totais (µg.100g ⁻¹)	247,31	24,21*	41,74*	25,80*	142,45*
Clorofila Total (mg.100g ⁻¹)	0,03	0,04	0,07	0,43	1,29*
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	1,31	1,44	1,05*	2,64*	4,19*
Antocianinas Totais (mg.100g ⁻¹)	0,09	0,07	0,07	0,21*	0,59*
Polifenóis Extraíveis Totais (mg.100g ⁻¹)	55,78	56,34	33,43*	70,73*	69,17*
Atividade Antioxidante Total (g.gDPPH ⁻¹)	2571,22	3953,69*	4768,84*	2386,79	2660,68

*Diferente em até 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Conclusões

Foi observada grande variação na composição e na presença de compostos bioativos entre os frutos de *Physalis* de ocorrência nas diversas localidades, o que pode ser justificada por este frutos ter sido colhidos de diferentes localidades sob a influência de diversos fatores ambientais como o solo, clima e temperatura.

Em conjunto, considerando os aspectos avaliados, os frutos de *P. pubescens* apresentam maior conteúdo de compostos bioativos do que os de *P. angulata*, sendo maiores

em L6, com exceção do teor de ácido ascórbico nos frutos de L2, que foi superior ao das demais localidades e próximo ao da espécie comercial.

Os frutos de *P. pubescens* apresentaram maior teor de Polifenóis Extraíveis Totais do que os frutos de *P. angulata* e de *P. peruviana* e uma atividade antioxidante superior as dos frutos de *P. angulata* e similar ao da *P. peruviana* (comercial).

Pelo método utilizado, as atividades antioxidante de *P. angulata* e *pubescens* é próxima a de frutos de qualidade funcional reconhecida, como o morango.

Entretanto, com base nos resultados deste trabalho, os frutos de *P. pubescens* são mais nutritivos que os de *P. angulata*, levando-se em conta os conteúdos de flavanoides amarelos, antocianinas totais, e, em conjunto, os polifenóis extraíveis totais.

Portanto, o fruto de *Physalis* pode ser um produto alternativo de elevado valor agregado para a pequena produção das regiões de ocorrência do Semiarido.

REFERÊNCIAS

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. **Photochemistry and photobiology**, Elmsford, v. 2, p. 241-249, 1963.

CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Ann. Ist. Super Sanità**, Roma, v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.

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

CLASSIFICAÇÃO climática de Köppen- Geiger. In: UFG, 2013. Disponível em: <http://portais.ufg.br/uploads/68/original_Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2013.

EL SHEIKHA; et al. Physico-chemical properties and biochemical composition of *Physalis* (*Physalis pubescens* L.) fruits. **Global Science Books Ltd.**, Reino Unido,, v. 2, p. 124–130, 2008.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.3, n. 1, p. 39-45, 1991.

FONTANA, J. D.; et al. Carotenóides: cores atraentes e ação biológica. **Biotecnologia ciência & desenvolvimento**, [S.l.], ano 2, n. 13, mar./abr. 2000. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio13/caroteno.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2013.

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

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, [S.l.], v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1)>. Acesso em: 22 dez. 2012.

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.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. [S.l.:s.n.], 2012, p. 879-914.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. In: Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa, 2013. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

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. **J. agric. Food Chem.**, [S.l.], v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LICODIEDOFF, S., KOSLOWSKI, L. A. D.; RIBANI, R. H. Flavonols and antioxidant activity of *Physalis peruviana* L. fruit at two maturity stages. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 35, n. 2, p. 393-399, abr./jun. 2013.

MANACH, C.; et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, [S.l.], v. 79, p. 727-47, 2004.

MOREIRA, F. I. N.; et al. **Análise do teor de pigmentos e fenólicos do camapú (*physalis angulata* L.)**. Semana Acadêmica da Engenharia de Alimentos de Pombal., Pombal, 2011.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 74, p. 209-215, 1997.

OLIVEIRA, J. A. R.; et al. Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de frutos de camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 573-583, 2011.

ROCKENBACH, I. I.; et al. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 271-276, jul./set. 2008.

RODRIGUES, E., et al. Minerais e ácidos graxos essenciais da fruta exótica *Physalis peruviana* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 642-645, jul.-set. 2009.

RUFINO, M.S.M.; et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. In: Comunicado Técnico on line 127, 2007.

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

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

VENDRAMINI, A. N. A.; TRUGO, L. C. Phenolic compounds in acerola fruit (*Malpighia punicifolia*, L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, [S.l.], v. 15, p. 664-668, 2004.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o elevado valor agregado do fruto importado, a domesticação de *Physalis* de ocorrência no estado da Paraíba pode ser uma alternativa viável para o pequeno produtor.

Entretanto, nota-se uma elevada variação na composição e conteúdo de compostos bioativos entre os frutos de *Physalis* colhidos das diferentes regiões, o que pode ser justificada por se tratar de diferentes localidades sob a influência das respectivas condições edafoclimáticas (fatores ambientais como o solo, clima e temperatura).

Neste contexto, os frutos de *P. angulata* da localidade Santa Rita – Usina (L4) apresentaram a menor acidez, maior teor de sólidos solúveis e maior relação SS/AT quando comparada com as demais localidades das duas espécies, bem como com a espécie comercial, cujos frutos dessa última apresentam maiores teores de açúcares redutores e açúcares solúveis totais. A mais elevada relação SS/AT dos frutos de Santa Rita – Usina (L4) pode ser levado em conta como um fator favorável para o consumo fresco desses frutos.

Em conjunto, considerando os aspectos de qualidade avaliados, os frutos de *P. pubescens* apresentam maior conteúdo de compostos bioativos do que os de *P. angulata*, sendo maiores os de L6, exceto pelo teor de ácido ascórbico nos frutos de L2, que foi superior ao obtido em frutos das demais localidades e próximo ao da espécie comercial (*P. peruviana*).

Os frutos de *P. pubescens* apresentaram maior teor de Polifenóis Extraíveis Totais do que os frutos de *P. angulata* e de *P. peruviana* e uma atividade antioxidante superior as dos frutos de *P. angulata*, mas muito próxima ao da *P. peruviana* (comercial).

Pelo método utilizado (DPPH), a atividade antioxidante de *P. angulata*, bem como o da *P. pubescens* é similar a de frutos de qualidade funcional reconhecida, como o morango.

Baseado nos dados deste trabalho, os frutos de *Physalis* da Paraíba podem ser uma alternativa para a pequena produção das regiões de ocorrência, uma vez que os mesmos apresentam potencial de serem explorados economicamente. No entanto, pesquisas devem ser direcionadas, sobretudo quanto ao manejo da cultura, bem com políticas devem ser direcionadas no sentido de se domesticar essas espécies, como também desenvolver o hábito de consumo pela população.

ANEXOS

Tabela 1: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis físicas em Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada, Santa Rita-Eitel Santiago e Santa Rita-Usina colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	DF	Peso		Comprimento		Diâmetro		Firmeza	
		QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	14	16.62	22.72	240.04	10.94	264.83	11.04	98.10	32.70
Erro			534		534		534		534
Erro Total			548		548		548		548

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 2: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis de cor em Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada, Santa Rita-Eitel Santiago e Santa Rita-Usina colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	DF	L*		a*		b*		C		°H	
		QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	14	683.62	8.46	528.24	-84.22	5634.42	19.68	5586.54	19.49	1151.51	4.89
Erro			534		534		534		534		534
Erro Total			548		548		548		548		548

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 3: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis físico-químicas em Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada, Santa Rita-Eitel Santiago e Santa Rita-Usina colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	SS		AT		SS/AT		pH		AR		AST	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	29.04	1.61	0.60	2.14	153.39	2.80	0.73	2.30	0.08	5.97	22.31	6.31
DF	12		13		12		13		10		10	
Erro	26		28		26		28		22		22	
Erro Total	38		41		38		41		32		32	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 4: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis Carotenoides, Clorofila, Flavonoides e Antocianinas em Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada, Santa Rita-Eitel Santiago e Santa Rita-Usina colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	Carotenoides		Clorofila		Flavonoides		Antocianinas	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	803.77	40.67	1.27	15.65	16.62	5.51	0.09	30.25
DF	10		13		10		10	
Erro	22		28		22		22	
Erro Total	32		41		32		32	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 5: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis Ácido ascórbico, Polifenóis Extraíveis Totais, Atividade Antioxidante Total em Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada, Santa Rita-Eitel Santiago e Santa Rita-Usina colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	AA		PET		AAT	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	640.08	17.99	625.45	5.26	3189755.4	13.98
					8	
DF	13		10		10	
Erro	28		22		22	
Erro Total	41		32		32	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 6: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis físicas em Frutos de *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	Peso		Comprimento		Diâmetro		Firmeza	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. pubescens</i>	11.45	30.87	30.34	6.41	81.79	6.53	98.10	32.70
DF	6		6		6		14	
Erro	273		273		273		518	
Erro Total	279		279		279		532	

Tabela 7: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis de cor em Frutos de *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	DF	L*		a*		b*		C		°H	
		QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	6	361.94	6.07	821.90	-63.79	902.87	11.04	942.65	8.11	3378.86	6.96
Erro			273		273		273		273		273
Erro Total			279		279		279		279		279

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 8: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis físico-químicas em Frutos de *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	SS		AT		SS/AT		pH		AR		AST	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. pubescens</i>	6.92	3.20	3.53	4.31	589.60	5.12	0.58	1.20	0.03	7.24	12.78	9.83
DF	7		7		7		7		7		7	
Erro		16		16		16		16		16		16
Erro Total		23		23		23		23		23		23

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 9: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis Carotenoides, Clorofila, Flavonoides e Antocianinas em Frutos de *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	Carotenoides		Clorofila		Flavonoides		Antocianinas	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	4910.32	44.68	6.85	24.21	20.78	5.53	0.36	10.27
DF	7		7		7		7	
Erro	16		16		16		16	
Erro Total	23		23		23		23	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 10: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis Ácido ascórbico, Polifenóis Extraíveis Totais, Atividade Antioxidante Total em Frutos de *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé colhidos em diferentes nos estádios de maturação, completamente verde, predominante verde, início de pigmentação amarela, predominante amarelo e completamente amarelo.

Espécie	AA		PET		AAT	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV
<i>P. angulata</i>	12.99	13.25	113.38	4.58	204250.94	14.89
DF	7		7		7	
Erro	16		16		16	
Erro Total	23		23		23	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 11: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis físicas e cor de Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada e Santa Rita-Usina e *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé no estágio de maturação mais maduro e o comparativo com a *Physalis peruviana* (Comercial).

	Peso		Comprimento		Diâmetro		Firmeza	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
	45.00	21.44	124.44	5.89	235.40	7.37	479.90	34.16
DF	5		5		5		5	
Erro	234		234		234		234	
Erro Total	239		239		239		239	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 12: Análise de Variância (ANOVA) para cor de Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada e Santa Rita-Usina e *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé no estágio de maturação mais maduro e o comparativo com a *Physalis peruviana* (Comercial).

	L*		a*		b*		C		°H	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
	1676.46	6.68	2694.33	43.58	9961.17	18.85	10128.85	18.50	3711.7	5.88
									4	
DF	5		5		5		5		5	
Erro	234		234		234		234		234	
Erro Total	239		239		239		239		239	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 13: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis físico-químicas de Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada e Santa Rita-Usina e *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé no estágio de maturação mais maduro e o comparativo com a *Physalis peruviana* (Comercial).

	SS		AT		SS/AT		pH		AR		AST	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
	26.17	1.79	1.56	5.76	191.64	2.93	0.76	1.05	14.16	2.64	12.13	9.16
DF	5		5		5		5		4		4	
Erro	12		12		12		12		10		10	
Erro Total	17		17		17		17		14		14	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 14: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis Carotenoides, Clorofila, Flavonoides e Antocianinas de Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada e *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé no estágio de maturação mais maduro e o comparativo com a *Physalis peruviana* (Comercial).

	Carotenoides		Clorofila		Flavonoides		Antocianinas	
	QM	CV	QM	CV	QM	CV	QM	CV
	28558.3	25.20	0.87	134.36	5.10	4.19	0.15	12.20
	0							
DF	4		4		4		4	
Erro	10		10		10		10	
Erro Total	14		14		14		14	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.

Tabela 15: Análise de Variância (ANOVA) para as variáveis Ácido ascórbico, Polifenóis Extraíveis Totais, Atividade Antioxidante Total de Frutos de *Physalis angulata* provenientes dos municípios de Itaporanga, São José da Lagoa Tapada e *Physalis pubescens* provenientes dos municípios de Santa Rita-Eitel Santiago e Sapé no estágio de maturação mais maduro e o comparativo com a *Physalis peruviana* (Comercial).

AA		PET		AAT	
QM	CV	QM	CV	QM	CV
616.48	9.74	670.63	3.86	3265177.7	13.12
0					
DF	5	4	4	4	
Erro	12	10	10	10	
Erro Total	17	14	14	14	

QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de variância; DF – Grau de liberdade.