



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE - CE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

MARIA VANUZA CAETANO FEITOSA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE CAQUIZEIROS (*Diospyros kaki* L.)
PRODUZIDOS NO VALE JAGUARIBE – CE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

LIMOEIRO DO NORTE - CE

2018

MARIA VANUZA CAETANO FEITOSA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE CAQUIZEIROS (*Diospyros kaki* L.)
PRODUZIDOS NO VALE JAGUARIBE - CE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado em Tecnologia de Alimentos do
Instituto Federal de Educação, Ciências e
Tecnologia do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do Título de Mestre
em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Farley
Herbster Moura

Coorientador: Prof. Dr. Pahlevi Augusto de
Souza

LIMOEIRO DO NORTE - CE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C127c Caetano Feitosa, Maria Vanuza.
 CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE CAQUIZEIROS (*Diospyros kaki* L.) PRODUZIDOS NO
 VALE JAGUARIBE ? CE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO / Maria Vanuza Caetano
 Feitosa. - 2018.
 78 f. : il. color.

 Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus
 Limoeiro do Norte, 2018.

 Orientação: Prof. Dr. Carlos Farley Herbster Moura.

 Coorientação: Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza.

 1. Análises físicas . 2. análises físico-químicas. 3. compostos bioativos. I. Título.

CDD 664

MARIA VANUZA CAETANO FEITOSA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE CAQUIZEIROS (*Diospyros kaki* L.)
PRODUZIDOS NO VALE JAGUARIBE - CE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado em Tecnologia em Alimentos
do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Ceará como requisito
parcial para a obtenção do título de
Mestra em Tecnologia em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Farley
Herbster Moura
Coorientador: Prof. Dr. Pahlevi Augusto de
Souza

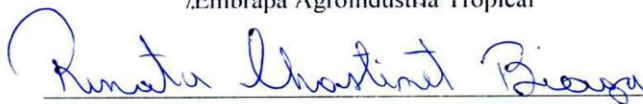
Aprovada em 22 / 08 / 2018

BANCA EXAMINADORA



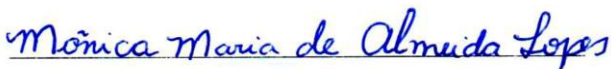
Prof. Dr. Carlos Farley Herbster Moura (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-
Campus Limoeiro do Norte-CE
/Embrapa Agroindústria Tropical



Prof. Dra. Renata Chastinet Braga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-
Campus Limoeiro do Norte-CE



Profª. Dra. Mônica Maria de Almeida Lopes
Embrapa Agroindústria Tropical

*A Deus, por ser meu guia, meu sustento e sem
sua presença em minha vida, eu nada seria.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiro ao senhor Deus por me permitir chegar até aqui, pois sem tua presença constante (mesmo sem eu merecer) não teria sido possível. Meu coração é muito grato a Ti.

Ao meu filho Ariel pelo amor doado diariamente e por compreender a minha ausência. Ao meu esposo pela constante presença na vida do Ariel.

Aos meus pais, José Caetano e Maria Neci, por sempre me darem o melhor de vocês e por serem meu melhor exemplo de vida a ser seguido.

Ao meu irmão (Vanderlei) e minhas irmãs (Vânia, Vanilce e Valdete) que, mesmo distantes, estavam sempre torcendo por mim. Eu não seria o que sou se não fosse pelo amor, e pelo apoio de vocês. Obrigada por todos os momentos vividos. Eu amo muito vocês.

Obrigada ao Pastor Ronnie Peterson e sua esposa Hosineide de Oliveira Rolim pelas orientações e pelo aconselhamento bíblico, ensinando-me sobre Cristo e sendo exemplo de verdadeiros e autênticos cristãos. Muito obrigada por, tantas vezes, terem me amparado e por muitas outras que me fizeram chorar para que pudesse reconhecer meus erros e falhas e me tornar mais parecida com Cristo. Amo vocês e a vida de vocês serão sempre um presente de Deus em minha vida.

Às minhas amigas Graziella Iara, Natalya Vidal, Michelli Uchoa, Lizyanne Bráuna e Natalia Freire, por serem essas pessoas maravilhosas e por fazerem parte da minha vida. Obrigada pela amizade e pelas palavras de conforto e incentivo durante os melhores e piores momentos da minha vida. Vocês sempre estarão em meu coração e espero que nossa amizade perdure para sempre. Obrigada pelas horas dentro e fora dos laboratórios, pelas risadas, pelas lágrimas (risos) e por todo empenho e companheirismo. Desejo muito, muito sucesso a vocês.

Às minhas amigas e irmãs em Cristo Adricia Melo, Fernanda Chaves e minha cunhada Herbênia Ramos, por todos estes anos de amizade, os quais tivemos muitos momentos de dores e também de sorrisos fáceis. Que o nosso grandioso Deus continue abençoando vocês e as suas famílias. Amo cada uma de vocês!!!

À família de meu esposo (Fátima Feitosa, Arislene Feitosa, Arisleudo Feitosa, Francisca Ramos, Jessica Moreira) pelo apoio e pela torcida.

Obrigada, aos meus tios (Tio Nonato e Tia Lia) e a minha prima Marylia Soares por ter me acolhido nos dias que foram necessários estar distante de casa.

Obrigada ao amigo e Doutorando Diógenes Abrantes, não só pelas caronas de ida e vinda ao pomar (risos), não só pela parceria com a empresa Frutacor, doando-me os frutos para realização da presente pesquisa, mas pelo grande amigo que se apresentou, disponibilizando-se em me ajudar sempre que necessário. Serei sempre grata!

Ao meu orientador Carlos Farley e co-orientador Pahlevi Augusto de Souza pela amizade, paciência, orientação e exemplo de altruísmo que representam.

À menina Laiza Ribeiro, que apesar do pouco tempo convivido foi essencial para a conclusão deste trabalho. Obrigada pela dedicação, pela linda menina que és, pelo companheirismo e pelos momentos vividos nesse intenso período de estágio (risos). Você vai muito longe!!!

À analista Marcia Régia, que também convivi por pouco tempo, mas que me acolheu com tanto carinho. Obrigada de todo coração pelo auxílio, disposição, pelos conselhos e repasse de conhecimentos enquanto estive no Laboratório de Pós-Colheita.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte, pela oportunidade de fazer o curso de graduação em Nutrição, a Especialização em Segurança Alimentar e o mestrado em Tecnologia de Alimentos. Obrigada a todo o corpo docente pelas oportunidades de construir pouco a pouco, ao longo desses anos, minha carreira profissional.

Agradeço a professora Dra. Renata Chastinet Braga por ter aceitado o convite de estar presente na minha banca de defesa, e mais ainda pelos momentos vividos durante este período de mestrado (Momentos que jamais imaginei vivenciar, como ir a Santiago no Chile e desfrutar da sua família e ainda ver chilenos saborear nossa canjica Cearense, como isso pode ter preço?!. Saiba que passei a te admirar ainda mais e meu carinho é imenso por você. (Não poderia deixar de citar: Risos)

Agradeço a Profª. Dra. Mônica Maria de Almeida Lopes pelos poucos momentos vivenciados com muitos ensinamentos e muitos risos, estes serão guardados com muito carinho. Obrigada por ter aceitado estar presente neste momento tão especial para mim.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pelo apoio e a todas as pessoas que direta ou indiretamente ajudaram na realização desse trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos aqueles que tive a oportunidade de conhecer, conviver e trabalhar durante esse tempo na minha turma de Mestrado.

RESUMO

O caqui é uma fruta nativa do continente asiático e muito apreciada tanto pelo sabor, quanto pela aparência. Contêm grandes quantidades de compostos fenólicos, incluindo polifenóis, carotenoides e possui elevada capacidade antioxidante. A produção da cultura do caquizeiro tem se destacado na economia do Brasil. Entretanto para expansão dos mercados interno e externo, a ausência de qualidade dos frutos é uma das maiores limitações, sendo essencial o conhecimento dos fatores que interferem na fisiologia do amadurecimento do fruto. Diante desse fato, o trabalho tem como objetivo, caracterizar três variedades de caqui – Rama Forte, Giombo e Tokyo Goshō – em três estádios de maturação diferentes: estágio 1 - Frutos 80 a 90% coloração verde; estágio 2 - 50% coloração verde e 50% coloração amarela; estágio 3 - 80 a 90% da coloração amarela, sendo este de grande importância para a identificação das alterações físicas e nutricionais dos frutos, uma vez que a determinação dessas características permite um ótimo aproveitamento pós-colheita do produto, proporcionando melhor qualidade e menores perdas e atendendo ao máximo o mercado consumidor. Além disso, o trabalho pretende ampliar o entendimento e informações sobre os processos fisiológicos envolvidos na conservação pós-colheita destes frutos, nas variedades de caquizeiros cultivados no Vale do Jaguaribe (CE), possivelmente, elegendo essa frutífera como mais uma alternativa para a exploração no estado do Ceará, visto serem limitadas as informações referentes ao comportamento dessa espécie em climas quentes. As análises foram realizadas no laboratório de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, Campus Limoeiro do Norte (CE) e no laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. Inicialmente, os frutos colhidos foram caracterizados fisicamente quanto à massa fresca, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, índice de formato, firmeza da polpa, coloração da epiderme do fruto e, em seguida, foram realizadas análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante total (AAT), pectina total, pectina solúvel, pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). Dentre as variedades analisadas, a ‘Rama Forte’ se destacou por apresentar maiores valores para massa fresca, calibre e firmeza durante seu amadurecimento. O ‘Giombo’ apresentou maior média para diâmetro longitudinal, índice de formato, atividade pectinametilesterase, como também para a relação sólidos solúveis/acidez titulável, sobressaindo-se com uma menor acidez. A variedade ‘Tokyo Goshō’ exibiu maiores valores para pectina total, poligalacturonase e atividade antioxidante. Assim, o comportamento das cultivares do caquizeiro estudado apontou que as variedades analisadas apresentam ótimas características físicas e físico-químicas em climas quentes, podendo se configurar como mais uma alternativa de frutífera para exploração no estado do Ceará.

Palavras-chave: Análises físicas, análises físico-químicas, compostos bioativos.

ABSTRACT

Persimmon is a native fruit from the Asian continent and much appreciated for both taste and appearance. They contain large amounts of phenolic compounds, including polyphenols, carotenoids and high antioxidant capacity. The production of the persimmon crop has been prominent in the Brazilian economy. However, for the expansion of internal and external markets, the lack of fruit quality is one of the major limitations, and knowledge of the factors that interfere in the physiology of fruit ripening is essential. The objective of this work is to characterize three varieties of persimmon - Rama Forte, Giombo and Tokyo Gosho - in three different maturation stages: stage 1 - Fruits 80 to 90% green color; stage 2 - 50% green coloration and 50% yellow coloration; stage 3 - 80 to 90% of the yellow color, this being of great importance for the identification of the physical and nutritional changes of the fruits, since the determination of these characteristics allows a great post-harvest use of the product, providing better quality and lower losses and taking full advantage of the consumer market. In addition, the work intends to broaden the understanding and information about the physiological processes involved in the post-harvest conservation of these fruits, in the varieties of persimmon cultivated in the Jaguaribe Valley (CE), possibly choosing this fruit as another alternative for state of Ceará, since the information regarding the behavior of this species in hot climates is limited. The analyzes were carried out in the Master's Laboratory in Food Technology of the Federal Institute of Education, Science and Technology (IFCE), Campus Limoeiro do Norte (CE) and in the Post-Harvest Laboratory of Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. Initially, the fruits harvested were physically characterized as fresh mass, transverse diameter, longitudinal diameter, shape index, pulp firmness, fruit epidermal staining and then physical and chemical analysis of pH, soluble solids (SS), titratable acidity (AT), total extractable polyphenols (PET), total antioxidant activity (AAT), total pectin, soluble pectin, pectin methyl esterase (PME) and polygalacturonase (PG). Among the analyzed varieties, the 'Rama Forte' was distinguished by presenting higher values for fresh mass, caliber and firmness during its ripening. The 'Giombo' presented higher mean for longitudinal diameter, shape index, pectinamethylesterase activity, as well as for the solid soluble / titratable acidity ratio, surpassing with a lower acidity. The 'Tokyo Gosho' variety exhibited higher values for total pectin, polygalacturonase and antioxidant activity. Thus, the behavior of the cultivars of the studied persimmon showed that the analyzed varieties present excellent physical and physico-chemical characteristics in hot climates, and can be configured as another fruit alternative for exploitation in the state of Ceará.

Key words: Physical analysis, physico-chemical analysis, bioactive compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Classificação dos grupos de frutos do caquizeiro.....	22
Figura 2 – Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos.....	24
Figura 3 – Classificação dos estádios de maturação dos frutos do caquizeiro.....	29
Figura 4 - Mapa com a localização de Russas, CE./ Localização do pomar de caquizeiro - Russas, CE.	36
Figura 5 - Classificação dos estádios de maturação dos frutos do caquizeiro ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Gosho’ selecionados para avaliação. E1: frutos 80%-90% com coloração verde; E2: 50-60% de coloração amarela; E3: 80-90% com coloração amarela; R: Repetições.....	38
Figura 6 – Classificação dos calibres dos frutos do caquizeiro	39
Figura 7 - Diagrama CIELAB com a sequência de nuances de cores e orientação do Ângulo Hue (VOSS, 1992).....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Massa fresca (g) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô' cultivados no Tabuleiro de Russas, CE. 2017.....	46
Tabela 2 - Diâmetro longitudinal (mm), transversal (sentido equatorial), índice de formato e calibre de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô' cultivados no Tabuleiro de Russas, CE. 2017.	48
Tabela 3 – Parâmetro luminosidade (L), Parâmetro cromaticidade (C) e ângulo Hue (°h) da casca de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.	51
Tabela 4 -Firmeza (N) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.	54
Tabela 5 -pH de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.....	55
Tabela 6-Acidez titulável (% de ácido málico) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.....	56
Tabela 7-Sólidos solúveis (° Brix) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.....	57
Tabela 8-Relação (sólidos solúveis/acidez titulável) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017. ...	58
Tabela 9- Pectina Total (%) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.	59
Tabela 10 - Pectina solúvel (%) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas - CE, 2017.....	60
Tabela 11-Enzima pectinametilesterase (UAE/min. g massa fresca) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.....	61
Tabela 12-Enzima poligalacturonase (UAE/min. g massa fresca) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.....	61
Tabela 13- Polifenóis extraíveis totais (mg EAG.100 g ⁻¹) de frutos do caqui variedade 'Rama Forte', 'Giombo' e 'Tokyo Goshô', cultivados no Tabuleiro de Russas - CE, 2017. ..	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo geral.....	19
2.2. Objetivos específicos.....	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 Origem e descrição botânica do caquizeiro.....	20
3.2 Aspectos gerais do caqui	20
3.3 Desenvolvimento do fruto do caquizeiro	23
3.4 Fisiologia pós-colheita do fruto do caquizeiro.....	25
3.5 Ponto de colheita do fruto do caquizeiro	25
3.6 Atributos de qualidade do fruto	26
3.6.1 Avaliações físicas.....	27
3.6.1.1 Massa fresca	27
3.6.1.2 Medidas de Tamanho.....	27
3.6.1.3 Cor	28
3.6.1.4 Firmeza da polpa	30
3.6.2 Avaliações físico-químicas	31
3.6.2.1 Acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH).....	31
3.6.2.2 Sólidos solúveis e relação SS/AT	32
3.6.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante	34
4 MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 Origem e localização do pomar do caquizeiro	36
4.2 Material vegetal	37
4.3 Avaliação da qualidade	38
4.3.1 Análises Físicas	38
4.3.1.1 Massa fresca	38
4.3.1.2 Medidas de tamanho	39
4.3.1.3 Coloração.....	40
4.3.1.4 Firmeza da polpa	40
4.3.2 Avaliações físico-químicas	40
4.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	40
4.3.2.2 Sólidos solúveis	40
4.3.2.3 Acidez titulável.....	41
4.3.2.4 Relação SS/AT	41
4.3.2.5 Pectina total	41
4.3.2.6 Pectina solúvel.....	42
4.3.2.7 Enzima pectinametilesterase (PME).....	42
4.3.2.8 Enzima poligalacturonase (PG)	43
4.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante	44
4.4.1 Atividade antioxidante Total (AAT).....	44
4.4.1.1 Polifenóis extraíveis totais (PET)	44
4.4.1.2 Método ABTS	45
4.5 Delineamento experimental	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 Análises Físicas	46
5.1.1 Massa fresca	46
5.1.2 Medidas de tamanho.....	47

5.1.3 Coloração	50
5.1.4 Firmeza da polpa	53
5.2 Avaliações físico-químicas	54
5.2.1 pH e Acidez titulável (AT)	54
5.2.2 Sólidos solúveis (SS)	57
5.2.4 Relação SS/AT	58
5.2.5 Pectina Total e Solúvel	59
5.2.6 Enzima pectinametilesterase (PME) e enzima poligalacturonase (PG).....	60
5.2.7 Polifenóis extraíveis totais (PET).....	62
5.2.8 Atividade antioxidante total (AAT)	63
6 CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICES	75

1 INTRODUÇÃO

Originário do continente asiático, o caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) é nativo da China, mas secularmente levado para o Japão, sendo hoje cultivado em todo o mundo. Inserido no Brasil no final do século passado, vem se expandindo rapidamente, sendo considerada uma frutífera com ótima adaptação às condições brasileiras, passando a frutificar melhor do que em seus países de origem e se tornando um produto de importante exploração comercial (OLIVEIRA et al., 2016).

A cultura do caquizeiro tem se destacado na economia do Brasil e segundo a FAO (2018), em 2016 o Brasil possuía 8.174 hectares cultivados, tendo produzido 161 toneladas de frutos, posicionando-se como o quarto maior produtor mundial, ficando atrás apenas da China, Coreia e Japão. O mercado interno se destina a produção de caqui, na sua totalidade, ao consumo como fruta fresca, sendo o estado de São Paulo, o maior produtor, instituindo 75% da produção nacional.

O caqui é uma fruta apreciada tanto pelo sabor quanto pela aparência, sendo considerada fonte de cálcio, fósforo, fibras, vitaminas hidrossolúveis B1 e B2, provitamina A, possuidora de baixo teor de lipídios e proteínas, porém com alto conteúdo de açúcar. Os frutos contêm grandes quantidades de compostos fenólicos, incluindo polifenóis, carotenoides e elevada capacidade antioxidante (NUGRAHERI; RAHMAWATI, 2013).

Existem caquis de diversos tipos e tonalidades no mercado brasileiro. De acordo com as características de seus frutos, as variedades podem ser enquadradas em três diferentes grupos: doce, variável e taninoso (LAGO; MAIA; MATTA, 2016).

No Brasil, grande parte dos frutos do caquizeiro comercializados são de variedades que precisam da remoção da adstringência, como é o caso da ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’. As variedades adstringentes exibem como principal característica altos teores de taninos solúveis, responsáveis pela adstringência do fruto, tornando-os inadequados para consumo *in natura*. As variedades ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ devem ser artificialmente destanizadas antes de seu consumo. Esse processo é conhecido como destanização (remoção da adstringência) e consiste em induzir a polimerização (oxidação) das moléculas de tanino, tornando-as insolúveis e, portanto, incapazes de reagir com as proteínas da saliva, que ocasionam a adstringência (GARDIN et al., 2012).

Bueno e colaboradores (2014) citam que caquis colhidos precocemente apresentam boa conservação. Contudo, a coloração e o sabor são pobres e os frutos

colhidos tardiamente possuem maior qualidade de consumo, entretanto, menor capacidade de armazenamento. Segundo Pinto (2013), a potencialidade de conservação e a qualidade dos frutos são determinadas especialmente pelo estágio de maturação em que os frutos são colhidos, consistindo de grande importância a colheita no estágio adequado, implicando em uma boa conservação dos frutos e manutenção da qualidade.

Apesar do potencial de produção e comercialização do caqui serem comprovados em estudos anteriores, ainda faltam estudos para determinar o estágio de maturação ideal de colheita dos frutos (BRACKMANN, 2014).

A utilização de índices de maturação, como firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis, pH, acidez e coloração, implicam a colheita em um estágio em que o fruto desenvolverá qualidade sensorial aceitável e, ao mesmo tempo, permite flexibilização da comercialização, com o conhecimento da qualidade inicial do fruto. A avaliação de, pelo menos, três índices de maturação são recomendáveis para se obter informações mais precisas do estágio do fruto e minimizar os erros que cada índice isolado poderia apresentar (CANTILLANO et al., 2008).

Para a expansão dos mercados interno e externo, a ausência de qualidade dos frutos é uma das maiores limitações, sendo essencial o conhecimento dos fatores que interferem na fisiologia do amadurecimento do fruto. Desse modo, caracterizar o fruto em estádios de maturação diferentes é de grande importância para a identificação das alterações físicas e nutricionais dos frutos, sendo que a determinação dessas características permite um ótimo aproveitamento pós-colheita do produto, proporcionando melhor qualidade e menores perdas, atendendo ao máximo o mercado consumidor. Tendo em vista esses aspectos, e no sentido de contribuir para o melhor entendimento dos processos fisiológicos envolvidos na conservação pós-colheita, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar frutos de três estádios de maturação de três variedades de caquis cultivados no Vale do Jaguaribe (CE), ampliando o acervo de informações acerca do tema e, possivelmente, eleger essa frutífera, como mais uma alternativa para a exploração no estado do Ceará, já que são limitadas as informações referentes ao comportamento do caquizeiro em climas quentes.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Caracterizar três variedades de frutos de caquizeiro (Rama forte, Giombo e Tokyo Gosho) em três estádios de maturação, cultivados em condição de clima semi-árido.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Avaliar as características físicas de três variedades de frutos de caquizeiro (Rama forte, Giombo e Tokyo Gosho);
- ✓ Avaliar as características físico-químicas de três variedades de frutos de caquizeiro (Rama forte, Giombo e Tokyo Gosho);
- ✓ Determinar a influência dos estádios de maturação na qualidade pós-colheita dos frutos;
- ✓ Fornecer informações sobre o comportamento dos frutos do caquizeiro nas condições de semiárido.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem e descrição botânica do caquizeiro

Pertencente à família botânica *Ebenaceae*, gênero *Diospyros* e espécie *Diospyros kaki* L., possui 200 espécies e cerca de 800 variedades, com objetivos madeireiros e paisagísticos. Devido ao interesse econômico, as espécies que produzem frutos (pyros = alimento) apresentam a *Diospyros kaki* L. como a mais importante (MARTINELLI et al., 2013).

O caquizeiro é descrito por Borrás (2012) como uma planta de crescimento lento, atingindo o estágio adulto aos 7-8 anos, porém, com 3-4 anos já possui uma capacidade de produção excelente. As plantas apresentam troncos curtos tortuosos e a copa muito ramificada e redonda. Os novos ramos têm coloração verde-amarelada e são angulosos, tornando-se com o tempo arredondados, de cor parda ou acinzentada e glabros com lentículas. Possuem folhas caducas, dísticas com pecíolos curtos e dispostos alternadamente nos ramos. Quanto à forma é variável, o que permite distinguir as espécies e, às vezes, as variedades (ALVES et al., 2011). A maior parte das variedades tem tendência para produção de frutos partenocárpicos, significando que mesmo que não haja polinização, resulta na formação de frutos sem a presença de sementes (KOCHANOVA et al., 2012).

Docema (2016) descreve que o fruto é uma baga e se apresenta de formas bem variadas, segundo o seu cultivar. A coloração da casca varia de amarelo a vermelha, quando madura, como também apresenta, a maioria, polpa de coloração amarelada e ainda podendo possuir ou não sementes. Segundo Brackmann et al. (2013), o cultivo no Brasil de caquizeiros tem crescido nos últimos anos, tendo em vista os elevados rendimentos que essa frutífera proporciona.

3.2 Aspectos gerais do caqui

Anualmente, cerca de 40 milhões de toneladas de frutas frescas movimentam o comércio internacional (OLIVEIRA et al., 2014). Dentre as principais fruteiras brasileiras encontra-se o caqui, ocupando, o país, o quarto lugar na produção mundial, sendo a China,

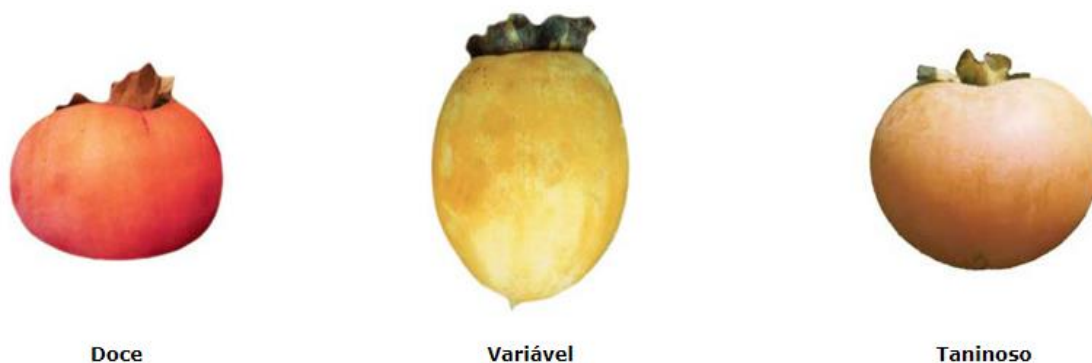
em 2016, o maior produtor mundial, seguido do Japão e da Coreia do Sul (FAOSTAT, 2018).

A cultura do caquizeiro vem ganhando importância no Brasil, tanto pela área plantada quanto pelo aumento da produção, que tem proporcionado o crescimento da oferta do produto para o mercado interno e, por conseguinte, impulsionando os produtores a destinarem parte da produção para a exportação (SANTOS, 2016). O estado de São Paulo, em 2012, foi o maior produtor brasileiro, com 79.811 toneladas, acompanhado do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e Bahia, com 34.082, 14.802, 14.334, 12.522, 2.758 e 32 toneladas, respectivamente (IBGE, 2014).

No Nordeste brasileiro, o cultivo do caquizeiro também tem demonstrado amplas possibilidades de produção, pois algumas variedades exibiram grande potencial de produção, especialmente as ‘Rama forte’ e ‘Giombo’ (CAMPOS, 2014). O interesse pelo caquizeiro se deve à excelente adaptação da cultura às condições climáticas de algumas regiões brasileiras e pelas qualidades do fruto, que apresenta excelente sabor, aparência atraente e elevada qualidade nutricional, constituindo uma boa fonte de fibras, carboidratos, vitaminas e sais minerais (PÊ et al., 2016). O caqui é um fruto rico em amido, pectina, açúcares, oferecendo teor elevado de vitamina A e com baixo teor de ácidos (VIEITES; PICANÇO; DAIUTO, 2012). Segundo Barbosa (2012), tais características garantem a boa aceitação do fruto no mercado, sendo o consumo apreciado preferivelmente *in natura*.

Com forma e tamanho bastante variáveis entre os grupos (figura 1), pode-se encontrar o caqui de forma arredondada até quase quadrangular, globosos ou achatados (MONTEIRO, 2012). O grupo ‘doce’ envolve as variedades de polpa não taninosa e amarelada, os frutos podem apresentar sementes ou não, destacando-se o ‘Fuyu’, ‘Jiro’, ‘Tokyo Goshō’ e ‘Fuyuhana’. Os frutos do grupo variável apresentam polpa taninosa e de cor amarelada, rica em taninos quando não apresentam sementes, e os frutos que possuem sementes, apresentam tonalidade escura ao redor, originando o que popularmente é chamado de “chocolate”. As principais variedades do grupo variável são ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Kaoru’. Já o grupo taninoso compreende as variedades de polpa sempre taninosa e de cor amarelada, independente de que os frutos tenham ou não sementes, necessitando de tratamentos pós-colheita para degradação do tanino (fenóis), sendo as variedades deste o Taubaté, Pomelo e Rubi (CURI et al., 2016).

Figura 1- Classificação dos grupos de frutos do caquizeiro.



Fonte: Hortibrasil, 2017.

Os mais cultivados no Brasil são Fuyu, Giombo, Kakimel, Kioto e Rama-forte por apresentarem boa adaptação e produtividade e menos comumente, o Tokyo Goshô (SANTOS, 2016).

A variedade 'Tokyo Goshô' pertence ao grupo dos caquis doces, os quais apresentam frutos grandes, em média entre 180 e 250 g, de forma achatada quando sem sementes, e globosos, quando apresentam sementes. Possui polpa firme, alaranjada e doce, e a epiderme apresenta coloração variando entre alaranjado e vermelho (AGUIAR et al., 2014). As principais cultivares do grupo variável são: 'Rama Forte', que apresentam frutos com massa média, de 150 g, achatados, de sabor bastante agradável e 'Giombo', típico de frutos com massa média de 140 g e formato ovoide, que quando sem sementes apresentam a polpa amarela e bastante taninosa, e quando com sementes são do tipo chocolate, sem adstringência.

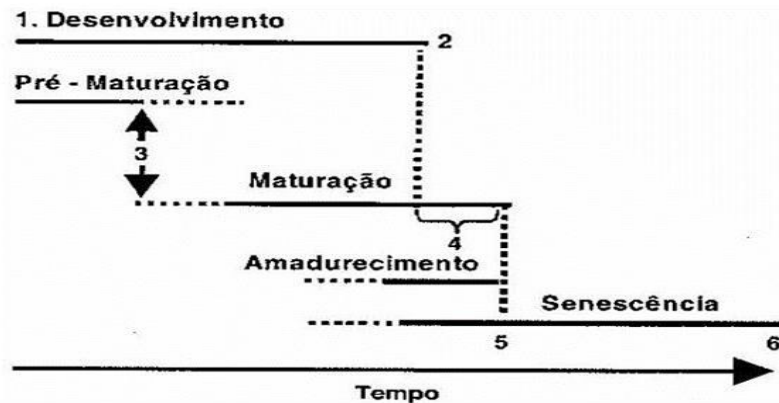
Consumidos *in natura* em sua maioria, os caquis necessitam passar pelo procedimento de remoção artificial da adstringência antecedente ao consumo, esse processo é denominado de destanização (VIEITES; PICANÇO; DAIUTO, 2012). De acordo com Besada et al. (2013), a adstringência é uma sensação gustativa provocada pelos taninos presentes em alguns alimentos. Na boca, os taninos precipitam as proteínas presentes na saliva, que uma vez ligada aos receptores de sabor causa uma sensação de secura no palato. Segundo Yin et al. (2012), para a remoção da adstringência em caquis, têm-se pesquisado o desenvolvimento de tecnologias e entre estas, as mais empregadas são: atmosfera modificada com elevada concentração de dióxido de carbono ou baixa concentração de oxigênio, aplicação de ethephon, álcool ou vinagre e a exposição dos

frutos à vapores de etanol ou ao etileno. A concentração de taninos deve estar em torno de 0,1 % para que os frutos se tornem comestíveis (MORAES, 2012). Plaza et al. (2012) relatam que apesar de o processo de destanização resultar no aumento da qualidade sensorial do caqui, este procedimento possui uma grande relação com o amolecimento do fruto, problema enfrentado no processo de sua comercialização, ocorrendo uma redução na vida útil pós colheita. Fruto de padrão respiratório do tipo climatérico, o caqui, quando exposto, após colhido, ao hormônio etileno sofre um aumento irreversível em sua atividade respiratória acelerando sua perda de qualidade, apesar de apresentar uma baixa produção de etileno, mas também uma alta sensibilidade a este hormônio, o que significa que o pouco etileno produzido pelo fruto é o suficiente para antecipar sua maturação (BRACKMANN et al., 2013).

3.3 Desenvolvimento do fruto do caquizeiro

Várias alterações físicas e físico-químicas acontecem na etapa de desenvolvimento dos frutos, passando por diversos estádios com características bem definidas, ocorrendo rápidas transformações, fazendo com que o fruto atinja a máxima qualidade para o consumo, seguindo-se a fase de senescência, que culminará na completa decomposição (Figura 2). Essas alterações são utilizadas como critérios importantes para determinação do padrão de maturidade em diversos frutos, como o ponto de colheita e qualidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O amadurecimento é uma etapa do desenvolvimento dos frutos, sendo este o aprimoramento do conjunto de processos que acontecem desde os últimos estádios de desenvolvimento, até as fases iniciais da senescência. A maturação do fruto, por sua vez, resulta em características de estética e qualidade para o fruto, ocorrendo nesta fase um aperfeiçoamento das características sensoriais, ou seja, paladares e odores característicos se desenvolvem em adjacente com o aumento do teor de açúcares, com a diminuição da acidez e da adstringência (SILVA, 2014).

Figura 2 – Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos.



Fonte: Chitarra e Chitarra(2005)/ 1- Início da formação da polpa; 2- Término do crescimento em tamanho; 3- Início do período de consumo, mas ainda imaturo; 4- Período ótimo de consumo; 5- Predominância de reações degradativas; 6 - Não utilizável para consumo.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as etapas de desenvolvimento fisiológico dos frutos são compreendidas conforme as seguintes fases: a pré-maturação, estágio de desenvolvimento que precede a maturação, comumente abrange a metade do período entre a floração e a colheita, caracterizado pela ampliação extensiva de volume e termina quando o desenvolvimento do fruto é somente aceitável, mas não ideal para o consumo. A maturação propriamente dita consiste em uma sequência de alterações bioquímicas, fisiológicas e estruturais dos frutos, acarretando um estado que os torna comestíveis, porém não é um estado fisiológico estável, pois pode variar de um fruto para outro. O período de modificação no ciclo vital dos frutos em produtos atrativos e aptos para o consumo humano é o amadurecimento. É uma fase intermediária entre o fim do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo natural e irreversível. Por fim, a senescência é caracterizada por processos que acontecem após a maturação fisiológica, e, por consistir em predominantemente degradativos, resultam na morte dos tecidos celulares.

Determinadas mudanças ocorrem durante a maturação dos frutos, que podem ser analisadas por métodos físico-químicos e são empregadas como indicadores para monitorar o progresso da maturação dos mesmos, tais como, teor de sólidos solúveis, pH, acidez e firmeza, além de serem importantes para identificar o estágio de maturação em que está a fruta, assim como para acompanhar o processo de amadurecimento após a colheita (MENDONÇA, 2016).

Desse modo, é de grande importância o conhecimento das diferentes etapas e desenvolvimento do fruto, para que se possa realizar a colheita na época mais adequada, quanto para emprego de tecnologias que proporcionem a conservação da qualidade com ampliação da vida útil do produto (AROUCHA et al., 2012).

3.4 Fisiologia pós-colheita do fruto do caquizeiro

O caqui, embora seja um fruto climatérico, possui uma baixa taxa de produção de etileno, entretanto é altamente sensível a este, mesmo quando em baixas concentrações. O amaciamento da polpa é induzido pela ação deste fitormônio, que é indesejável quando se pretende armazenar caquis por extensos períodos, e está ligado ao desenvolvimento de distúrbios, que são caracterizados pelo rápido e severo amaciamento da polpa, deficiência de desenvolvimento da cor e sabor típicos da cultivar, aspecto gelatinoso e diminuição da suculência, ocasionando em casos mais severos, à ausência de suculência (polpa geleificada), sendo esta uma das características responsável por provocar elevadas perdas, comprometendo a expansão da cultura (BRACKMANN et al., 2013).

Os frutos climatéricos, como o caqui, possuem sua vida útil pós-colheita intimamente ligada à sua manutenção na condição pré-climatérica. Destacam-se, entre os fatores que colaboram para que a taxa de elevação respiratória seja mais ou menos acelerada, a temperatura de armazenamento, a produção de etileno pelo fruto, o uso de substâncias inibidoras da biossíntese ou da ação do etileno e da composição da atmosfera na qual o fruto é conservado (DOCEMA, 2016).

É de grande significância o conhecimento da fisiologia pós-colheita do fruto do caquizeiro para que se obtenha informações técnicas que se dirijam ao aumento do tempo de armazenamento sem, no entanto, alterar suas qualidades nutricionais, físicas e organolépticas (LOPES et al., 2014).

3.5 Ponto de colheita do fruto do caquizeiro

O estágio de maturação em que o fruto é colhido é o ponto inicial, dentro da cadeia de pós-colheita, para a manutenção da sua qualidade. Uma correta correlação do estágio de maturação no momento da colheita assegura a obtenção de frutas de boa

qualidade, no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (OLIVEIRA, 2014).

O momento adequado de colher o fruto é determinado pelo índice de maturação deste. A determinação do ponto de colheita em caquis é fundamentada em métodos físicos, químicos, fisiológicos ou combinações entre estes, os quais permitem acompanhar o desenvolvimento da maturação (TESSMER; KLUGE; GLÓRIA, 2014). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), empregar mais de uma característica para caracterizar um estágio de maturação permite maior exatidão para classificar os frutos em seus estádios. São critérios a serem utilizados na determinação do melhor período para a colheita dos frutos: tamanho, cor da casca e formato dos frutos, determinação de sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis e acidez, pH, firmeza, entre outros. Deve-se utilizar o maior número de análises possíveis na busca do estágio de maturação ideal do fruto, em decorrência de que este processo envolve diversas mudanças e estas estarem sujeitas a muitas variações ambientais (OLIVEIRA, 2014).

Em função das qualidades climáticas, das variedades implantadas e dos tratos culturais utilizados, o período ideal para a realização da colheita do fruto do caquizeiro varia muito, sendo que nas regiões de clima mais quente a safra é mais precoce, de tal modo como em regiões mais frias, a colheita é mais tardia (LOPES et. al., 2014).

3.6 Atributos de qualidade do fruto

A qualidade do alimento é definida por Chitarra e Chitarra (2005), como uma combinação de características microbiológicas, nutricionais e sensoriais, podendo-se empregar algumas variáveis físicas e químicas para determinar a qualidade do fruto, como cor, firmeza, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH, sendo que estas características são intensamente influenciadas por alguns fatores do meio, tais como o clima, temperatura, umidade do ar, tipo de solo, vento, condições de cultivo, época e local de colheita, tratos culturais e manuseio na colheita e pós-colheita.

3.6.1 Avaliações físicas

3.6.1.1 Massa fresca

De acordo com Tessmer et al. (2014) a massa de um fruto está diretamente relacionada com seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, exceto quando se encontra em estágio de maturação avançado, quando apresenta tendência a perder massa fresca em consequência do maior teor de umidade e de maior permeabilidade da casca. O tamanho e a forma dos frutos são características importantes na classificação de categorias para comercialização e determinantes na escolha do produto pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A diminuição de água dos frutos, através da transpiração, reflete na perda de massa (fresca e/ou seca), e também em sua qualidade, especialmente pelas alterações que acontecem na textura e quando ela acontecer, subsequente, isso determinará, as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos (SILVA, 2014). Estudo de caracterização, realizado em caqui ‘Kakimel’ por D’angelo (2014), relata uma média de massa fresca de 156 g a 161 g. Segundo Razzouk (2007), ao avaliar frutos de algumas variedades de caquizeiros, observou-se que a ‘Rama Forte’ apresenta massa média de 130 g e a ‘Giombo’ com 140 g.

3.6.1.2 Medidas de Tamanho

a) (Diâmetro transversal, longitudinal, índice de formato e calibre)

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o transversal representam, em conjunto, o tamanho e a sua relação passa uma ideia da forma do produto. O tamanho dos frutos pode ser avaliado pelas dimensões (circunferência, diâmetro, comprimento, largura). As formas dos frutos podem variar segundo a cultivar, podendo ser ovóides, globosas, quadráticas e achatadas (PINTO, 2010), pois segundo a relação indicadora de formato do fruto, quanto mais próximo o valor do quociente for de 1,0 mais arredondado é o fruto. A realização dessa medição é importante para produtos destinados ao consumo *in natura* e, apenas, em alguns casos, é utilizado nos produtos para processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em condições tropicais, observaram-se frutos de diâmetro equatorial grandes, com média de 6,5 cm (Razzouk, 2007). O calibre dos frutos é utilizado para realizar a classificação de acordo com as Normas de Classificação, padronização e identidade do Caqui (*Diospyros kaki* L.), e segundo o programa Brasileiro, para melhoria dos padrões comerciais e embalagens Hortigranjeiro, que devem apresentar tamanhos e formas semelhantes, visando melhorar sua adequação a embalagem utilizada, manutenção da qualidade e, conseqüentemente, sua comercialização (MAPA, 2004). Docema (2016), ao estudar sobre fixação de frutos de caquizeiro observou que os frutos possuíam calibre com: 6,2 cm ‘Fuyu, 4,3 cm ‘Giombo’, 4,7 cm com ‘Rama forte’ e 4,9 cm ‘Taubaté’. Tessmer et al. (2014) relatam valores para o diâmetro transversal: 56,25 mm a 71,81 mm ‘Rojo Brilhante’; 49,6 mm a 59,58 mm ‘Giombo’; 60,32 mm a 90,68 mm ‘Hana Fuyu’ e para o diâmetro longitudinal: 59,30 mm a 69,90 mm ‘Rojo Brilhante’; 49,56 mm a 56,03 mm ‘Giombo’; 48,22 mm a 66,86 mm ‘Hana Fuyu’. Sendo também encontrado o índice de formato: 0,95 a 1,05 ‘Rojo Brilhante’; 0,97 a 1,07 ‘Giombo’; 0,69 a 0,74 ‘Hana Fuyu’.

3.6.1.3 Cor

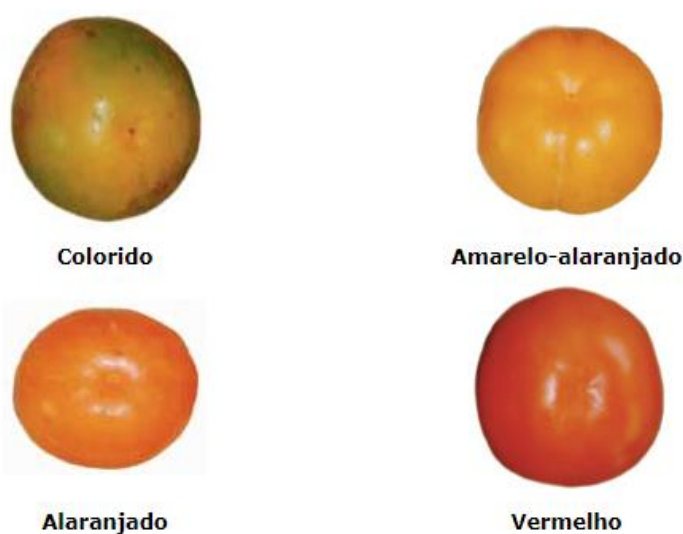
A cor é uma característica importante, pois é um fator determinante na capacidade de aceitação de compra pelo consumidor. A aparência comercial dos frutos faz-se pela coloração da sua epiderme, contribuindo para um bom aspecto de qualidade e influenciando a preferência do consumidor. Dificilmente o fruto não será ingerido ou, pelo menos, provado se a cor do mesmo for atrativa (MENDONÇA et al., 2015). Um dos pontos determinantes de colheita do fruto do caquizeiro se baseia na coloração da casca, quando este perde o tom verde e adquire coloração amarelo-avermelhada, tornando-se mais intenso quanto mais avançado for o estágio de maturação. Durante o amadurecimento, as modificações de cor dos caquis estão associadas à diminuição dos teores de clorofila, responsáveis pela cor verde, e ao incremento do conteúdo de pigmentos carotenoides, como α -criptoxantina, zeaxantina e licopeno, sendo que as quantidades dos pigmentos se diferenciam entre variedades (MORAES, 2012). De modo geral, a tonalidade típica vermelho-alaranjada é a predominante nos frutos do grupo taninoso, enquanto as variedades que pertencem aos grupos “doce” e “variável” são colhidas com coloração amarelo-esverdeada (CAMPOS, 2014).

De acordo com a cor da casca, existe uma escala visual de cor, considerando-se quatro estádios de maturação, sendo eles demonstrados na Figura 3.

Atualmente a técnica de colorimetria é empregada para determinar a cor de diferentes pigmentos, a exemplo das antocianinas, clorofila e carotenoides, bem como para avaliar a cor de alimentos (VILAS BOAS, 2014). O ângulo Hue indica o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, sendo, 0° - vermelho, 90° - amarelo, 180° - verde e 270° - azul, que é um indicativo de tonalidade (SILVA et al., 2011; CHITARRA; CHITARRA, 2005). A luminosidade (L*), que varia da cor preta (0) à branca (100), representa quão clara ou escura é a amostra. Ao estudar caquis da variedade 'Kioto' sob atmosfera modificada ativa e refrigerada, Mendonça (2016) encontrou valores entre 62,43 e 67,19.

Frutos colhidos em diferentes estádios de amadurecimento apresentaram valores de °hue na casca entre 70,5 e 82,9 (MARTINELI et al., 2013). Patrícia Cia et al. (2010) observaram, em caquis 'Rama-Forte', valores de 34,24 a 41,98. O componente Chroma define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras (cinza) e ao redor de 60 para cores vívidas (SILVA et al., 2011). Martineli et al. (2013) observaram valores de chroma que variaram de 37,99 a 39,78. Mendonça et al. (2015) ao avaliar aspectos físico-químicos de caquis encontraram valores médios de °Hue e chroma de 71,37 e 54,91 respectivamente.

Figura 3 – Classificação dos estádios de maturação dos frutos do caquizeiro.



Fonte: Hortibrasil, 2017.

3.6.1.4 Firmeza da polpa

Definida como a força máxima requerida para que uma parte da ponteira penetre na polpa dos produtos, a firmeza é considerada um dos mais significativos elementos da característica da textura. Ela é caracterizada principalmente pela presença de substâncias pécicas que compõem as paredes celulares dos vegetais responsáveis pelas forças de coesão entre as pectinas. Sendo estas um polissacarídeo que pertence a uma cadeia do ácido poligalacturônico com grau alterável de esterificação e metilação que, em conjunto com a celulose, hemicelulose e cálcio, resulta em um material estrutural das paredes celulares dos vegetais, encontrada com maior frequência na membrana média (FREITAS, 2014).

Segundo Gardin et al. (2012), os frutos do caquizeiro apresentam uma vida útil, pós colheita média, de 4 a 8 dias em temperatura ambiente devido à rápida diminuição da firmeza depois da retirada da adstringência (destanização), pois os agentes destanizadores também alteram os genes correspondentes as enzimas de degradação da parede celular, inviabilizando precocemente a comercialização dos frutos.

O amaciamento dos frutos do caquizeiro é uma das principais mudanças durante o amadurecimento, já que a porção de pectina e hemicelulose diminui durante essa fase, na parede celular, formando pectinas solúveis, causando uma grande perda de firmeza na polpa do fruto, e a redução desses dois carboidratos na matriz da parede celular tem como consequência principal a separação da membrana média. Em seguida, ocorre uma redução da celulose, que forma o esqueleto de microfibrilas da parede celular. Posteriormente a este ponto, o fruto se apresenta completamente amolecido (VILAS BOAS, 2014). Jinyu Chen et al. (2016) ao estudar as cinco variedades de caqui japonês ‘ChanSiWan’, ‘TaiLiHong’, ‘RaoTianHong’, ‘YongJiQingShi’ e ‘YueShi’, quantificaram para pectina total valores de 0,69 a 2,39 g.100g⁻¹.

As perdas pós-colheita que ocorrem durante o armazenamento desses frutos segundo Silva e Muniz (2011) se devem, em maior importância, ao excesso de maturação, perda de firmeza, podridões e à incidência de escurecimento da casca. Monteiro et al. (2012) verificaram uma média de firmeza da polpa de caqui ‘Giombo’ de 35 N. Brackmann et al. (2013) obtiveram valores médios de firmeza da polpa de 63,7 N em caquis ‘Fuyu’. Para que os frutos do caquizeiro apresentem boa aceitabilidade para o consumo *in natura*, a firmeza deve estar entre 20 e 60 N (CRISOTO, 1999).

3.6.2 Avaliações físico-químicas

3.6.2.1 Acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH)

Os métodos mais comumente usados para medir a acidez de frutas e hortaliças são a acidez e o pH, sendo que o primeiro mensura a quantidade de ácidos orgânicos presentes na polpa, enquanto o segundo, a concentração de íons hidrogênio (H^+) livres no meio. Normalmente, durante a maturação, os frutos sofrem redução no teor da acidez, porém, em determinados eventos, pode haver aumento nos valores com o avanço da maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Segundo Martineli et al. (2013), mesmo em frutos imaturos do caquizeiro, a acidez é relativamente baixa, não mudando, em média, com o amadurecimento, tendo o ácido málico como ácido predominante que aumenta com a maturidade e, em contrapartida, ocorre declínio do ácido cítrico.

A acidez titulável de um fruto, comumente, diminui durante o processo de maturação, e essa acidez é dada pelos ácidos orgânicos e devido a própria oxidação destes no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em consequência da respiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O caqui é considerado como um fruto pouco ácido, proporcionando acidez titulável em ácido málico em torno de 0,16 a 0,23% (GONZÁLEZ et al., 2015). Brackmann et al. (2013) relatam média de acidez titulável de 0,73 a 0,93 %, ao estudar o controle de maturação de caquis.

O índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer, é o potencial hidrogeniônico (pH). A determinação do pH é importante para as consignações de deterioração do alimento e de diversos fatores como a influência da palatabilidade, o desenvolvimento de microrganismos, a temperatura para o tratamento térmico e a indicação da embalagem, tornando imprescindível a determinação do pH do alimento (MACHADO, 2009).

Ademais, a determinação do Ph mede a quantidade de íons hidrogênio, representando o inverso do logaritmo da concentração de íons hidrogênio (H^+) em um dado material e sua determinação é realizada com auxílio de papel indicador ou de potenciômetro (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Martineli et al. (2013), ao analisarem compostos voláteis em frutos adstringentes e destanizados, encontraram uma média geral de pH em caquis ‘Mikado’ maduros de 5,76. Sendo também encontrado por Brackmann et

al. (2013), ao estudarem o controle de maturação de caqui ‘Fuyu’, os autores identificaram a média de pH de 5,92 em frutos maduros. Ao estudarem os aspectos físicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado em atmosfera modificada passiva, Mendonça et al. (2015) apresentaram uma média de pH de 5,69 em caquis ‘Rama Forte’, sendo estes colhidos com coloração da epiderme amarelo alaranjado.

3.6.2.2 Sólidos solúveis e relação SS/AT

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) os sólidos solúveis, expressos em °Brix representam todos os sólidos que são solúveis em água, presentes em determinada quantidade de suco, e a maioria desses sólidos são constituídos por açúcares. Com o decorrer do processo de maturação, esta variável pode aumentar e ser medida de modo simplificado no produto. Essa verificação pode ocorrer ainda no campo ou na indústria com o auxílio de um refratômetro.

A quantidade de sólidos solúveis encontrados na polpa do fruto do caquizeiro pode variar de 10,2 a 19,6 °Brix nas variedades adstringentes e de 10,1 a 16,7 °Brix nas variedades não adstringentes, sendo os açúcares mais comumente encontrados: frutose, glicose (açúcares redutores) e sacarose (açúcar não redutor), podendo também serem encontrados o sorbitol e inositol, mas em pequenas quantidades. Embora a presença dos açúcares nos frutos seja mais representativa, a sua quantidade pode ser afetada pela presença de outras substâncias encontradas nas células como vitaminas, compostos fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, entre outras, podendo também ser alterados de acordo com a adstringência do fruto (DOCEMA, 2016).

Dangelo (2014) ao realizar a caracterização de caqui ‘Kakimel’ submetido ao choque frio após destanização, relata teores de sólidos solúveis entre 17,8 e 18,3 °Brix.

Estudo realizado por Brackmann et al. (2013) relacionado ao controle de maturação de caquis ‘Fuyu’ relatam que a média de sólidos solúveis encontrada nos frutos variou em média de 16,93 °Brix.

Segundo Martineli et al. (2013), a relação SS/AT é considerada uma das formas mais práticas para avaliação do sabor dos frutos, sendo a acidez decisiva nesse ponto, pois se estiver alta, provoca redução na relação. Dentro da própria variedade cultivada, existem diferenças nas proporções açúcar/ácido, no qual esta as quais podem ser acompanhadas naturalmente, permitindo que os frutos amadureçam até o ponto onde os

açúcares tenham aumentado e os ácidos reduzidos para proporção desejável. Essa relação é de grande importância para determinação do sabor dos frutos, e estes podem se tornar sobremaduros do ponto de vista de sabor tanto pelo acúmulo de açúcares, quanto pela perda de acidez e, deste modo, apresentarem-se poucos saborosos (ROMBALDI et al., 2012).

A relação oferece uma referência mais verdadeira do sabor do fruto, pois correlaciona a quantidade de açúcares ao teor dos ácidos orgânicos. Assim, todos os fatores, como ambientais ou fisiológicos, que intervêm no metabolismo dos açúcares e dos ácidos estarão comprometendo o sabor do fruto e, conseqüentemente, a relação (FREITAS, 2014). Vieites et al. (2012) relatam que ao estudar a conservação de caquis ‘Giombo’ destanizado e frigoarmazenado através de radiação gama encontraram valores para a relação de SS/AT, que variaram de 110,63 a 252,93.

3.6.2.3 Enzima pectinametilesterase (PME) e enzima poligalacturonase (PG)

A atuação de numerosas enzimas, entre as quais, a pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), iniciam a maioria das mudanças texturais, degradando a parede celular dos frutos (PINTO, 2010). Segundo Martineli et al. (2013), a poligalacturonase (PG) atua na despolimerização da cadeia e a pectinametilesterase (PME) promove a desesterificação da cadeia do ácido galacturônico. Desse modo, a atividade da PME deve preceder à atividade da PG, no sentido de facilitar a atividade desta última.

De acordo com Moraes (2012), ao estudar os frutos de caquizeiro da variedade Giombo, os valores encontrados para a atividade das enzimas PME e PG variaram de 644,6 a 5709,5 unidade de atividade enzimática ($\text{UAE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca) e 262,7 a 1.494,6 unidade de atividade enzimática ($\text{UAE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca), respectivamente.

Segundo Mendonça (2016) as enzimas PME e PG são importantes na qualidade pós-colheita de caqui, mediante o amaciamento dos tecidos e conseqüente perda de firmeza. Esse autor encontrou em caqui da variedade Kioto uma atividade de PME com valores de 2107,13 a 4420,07 ($\text{UE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca) e para a atividade da PG 543,87 a 1542,17 ($\text{UE} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca).

3.6.3 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Capazes de conferir benefícios à saúde, os compostos bioativos têm ação funcional, exercendo diversas funções biológicas como atividade antioxidante, modulação de enzimas de detoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, atividade antibacteriana e antiviral (FRANCA, 2016). Os grandes responsáveis pela atividade antioxidante em frutos são os compostos fenólicos, sendo estes uma fonte natural desses compostos (MENDONÇA et al., 2015).

Segundo Zhang et al. (2015) e Huan et al. (2016), a potencialidade antioxidante de um produto reflete sua capacidade de entregar substâncias bioativas que neutralizam espécies reativas de oxigênio (ERO's) e outros radicais livres produzidos pelo estresse oxidativo. Assim, é determinado pela composição, a concentração e a eficácia de antioxidantes fitoquímicos como vitaminas C e E, β -caroteno e polifenóis.

Têm se comprovado em diversos estudos os potenciais antioxidantes e antimicrobiano de uma ampla variedade de frutas e vegetais, pois a ingestão frequente desses alimentos tem sido associada à baixa incidência de doenças degenerativas, tais como câncer, doenças cardíacas, inflamatórias e do sistema imunológico, além de disfunções neurológicas e de cataratas, fatos associados com a presença de vários compostos antioxidantes nas frutas e hortaliças (BUTT et al., 2015).

Os radicais livres danificam as células e os tecidos e os antioxidantes têm como função impedir a atividade destes. Os compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides e taninos), carotenoides, tocoferóis, ácido ascórbico e seus derivados são os principais antioxidantes que naturalmente estão presentes nos alimentos (LEE; LEE; SEO, 2012). O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos, como os fenólicos, vem sendo revelado em pesquisas epidemiológicas, indicando que estes aumentam a efetividade no combate aos radicais livres e reduz o risco de algumas doenças crônicas, como câncer, diabetes mellitus, obesidade, doenças respiratórias e cardiovasculares, que estão entre as maiores causadoras de óbitos no mundo (DESROCHES et al., 2013).

O caqui é um desses frutos nutritivos com alta atividade antioxidante, incluindo proantocianidinas, flavonoides, taninos, fenólicos, carotenoides e fibras dietéticas (BUTT et al., 2015). Sendo este fruto fonte de cálcio, fósforo e sódio, possuindo vitaminas hidrossolúveis B1 e B2, além disso, auxilia no funcionamento intestinal devido ao seu teor de fibras e, por ser fonte de betacaroteno, possui ação sobre os dentes, pele, olhos, unhas,

cabelos e na defesa do organismo (MELO; ALMEIDA, 2016). LEE et al. (2012), descrevem os efeitos benéficos do consumo do caqui à saúde devido a vários constituintes nutricionais.

Milani et al. (2012), citam que vários pesquisadores têm estudado as propriedades antioxidantes do caqui, pois é uma fruta que contém alto teor de polifenóis, incluindo flavonoides, ácido gálico, ácido p-cumárico, catequinas e taninos condensados.

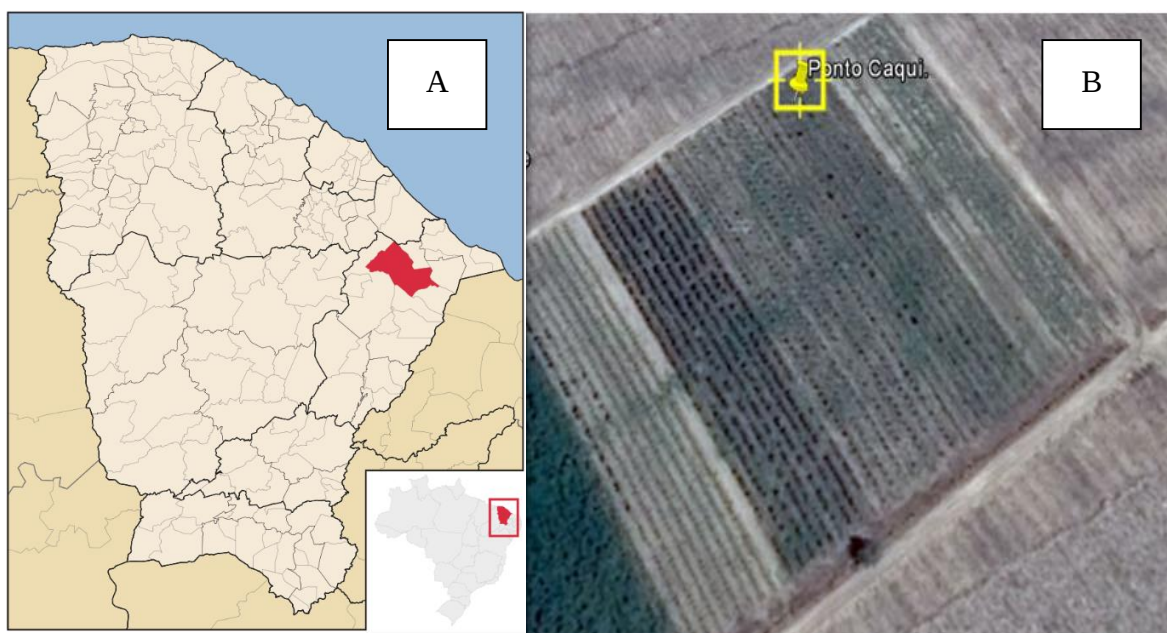
Na pesquisa realizada por Vinha et al. (2012), estes estudaram a composição química e atividade antioxidante em caquis, descreveram para polifenóis totais, concentrações que variaram entre 21,9 e 106,2 de mg equivalente de ácido gálico por 100 gramas de polpa (mg.(EAG.100 g⁻¹). Mendonça (2016), ao estudar os frutos de caqui da variedade 'Kioto' submetidos à radiação gama e armazenamento refrigerado, descrevem uma variação de 29, 81 a 33,51 mg/100 g EAG.100 g⁻¹ de compostos fenólicos totais. Foi encontrado por Garcia e colaboradores (2004) uma alta capacidade antioxidante em frutos de caqui com média de 406 µmol Trolox g⁻¹.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Origem e localização do pomar do caquizeiro

Os frutos utilizados para o presente trabalho foram produzidos e colhidos no projeto Irrigado Tabuleiro de Russas, no setor da área experimental da empresa FrutaCor cultivado, no município de Russas – CE, localizado no baixo vale Jaguaribe, na chamada zona de transição norte dos tabuleiros de Russas (Figura 4A). Distante 165 km de Fortaleza- CE, 18 km de Russas e 30 km de Limoeiro do Norte – CE, o pomar possui 5.000 m², tendo como coordenadas geográficas 04°57'46.73" S e 38°2'35" O, de latitude e longitude, respectivamente (Figura 4B); apresenta umidade relativa mínima de 33% e máxima de 90% e pluviometria média de 824 mm com chuvas concentradas de janeiro a maio (FUNCEME, 2016). O clima é Aw – tropical semiárido, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com estação seca de inverno e chuvas no verão. Segundo a IPEC (2017), a área experimental do pomar dos caquizeiros, apresenta clima tropical quente semi-árido, pluviosidade 857 mm, temperatura média de 26° a 28°, com período chuvoso de janeiro a abril.

Figura 4 - Mapa com a localização de Russas, CE./ Localização do pomar de caquizeiro - Russas, CE.



Fonte: A: Wikipédia, 2010; B: Google imagens, 2018

4.2 Material vegetal

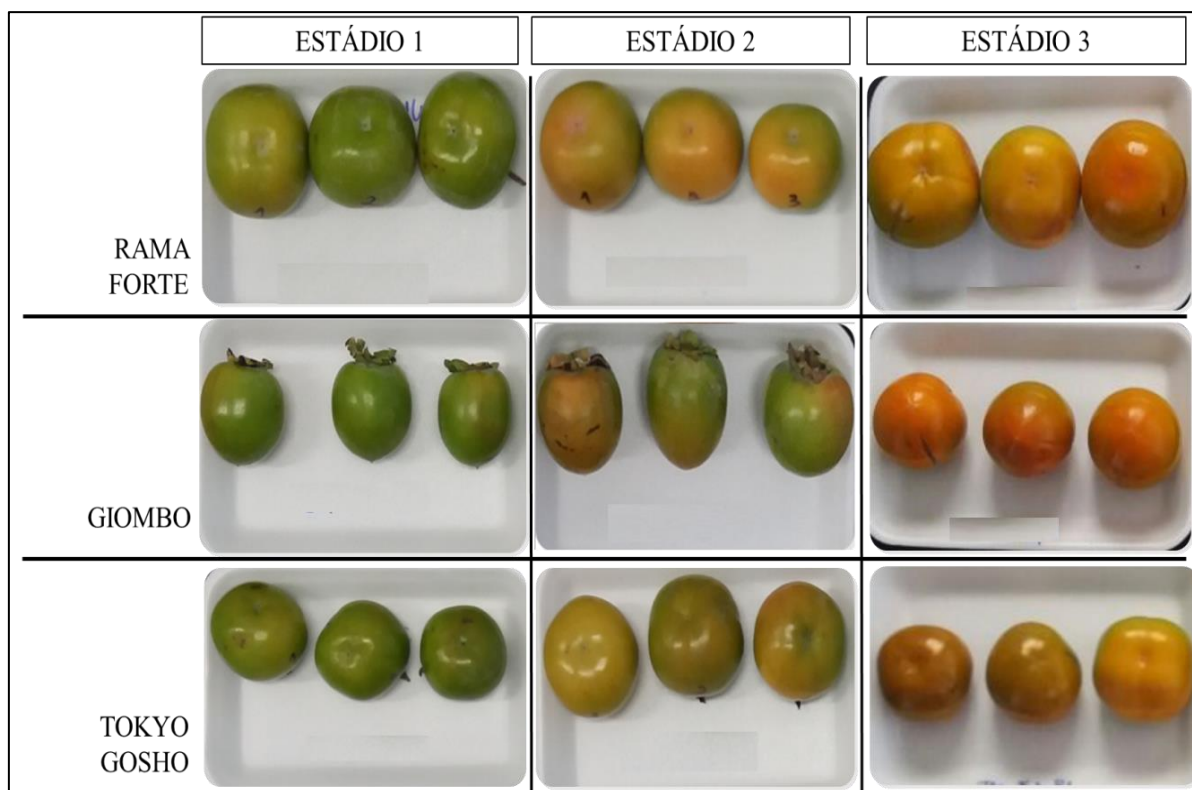
As variedades analisadas são pertencentes a dois grupos distintos: Grupo variável e doce. O ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ são pertencentes ao grupo variável e ‘Tokyo Goshô’ ao grupo dos caquis doce.

Cada variedade foi colhida em três estádios de maturação fisiológica como consta nas figuras 5, 6 e 7. Para os estádios de maturação 1 (E1: frutos 80%-90% com coloração verde) e 2 (E2: 50% de cor amarela) os frutos foram colhidos com 175 dias após florada e o estádio de maturação 3 (E3: 80-90% com coloração amarela), com 193 dias após florada.

As coletas dos frutos foram realizadas manualmente às 7 horas da manhã, visando à obtenção de frutos uniformes quanto à cor e tamanho para cada variedade e estádio de maturação. Em seguida, os frutos foram colocados em caixas de papelão, embalados com jornais e transportados para o laboratório do Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará- IFCE, localizado no município de Limoeiro do Norte, onde foram higienizados e selecionados manualmente, escolhendo-se os frutos por massa e tamanhos semelhantes (Figuras 5) e descartando os que apresentaram danos estruturais, deterioração microbiana ou outras imperfeições.

As análises físicas e físico-químicas dos frutos foram conduzidas no Laboratório de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, Campus Limoeiro do Norte (CE) e no Laboratório de Pós Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Figura 5 - Classificação dos estádios de maturação dos frutos do caquizeiro ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Gosho’ selecionados para avaliação. E1: frutos 80%-90% com coloração verde; E2: 50-60% de coloração amarela); E3: 80-90% com coloração amarela; R: Repetições.



Fonte: Autor, 2017.

4.3 Avaliação da qualidade

4.3.1 Análises Físicas

4.3.1.1 Massa fresca

Os frutos de cada variedade e seus respectivos estádios foram pesados individualmente, utilizando balança eletrônica semi-analítica com precisão de 0,1 g. Foi avaliada a massa do fruto (g), por meio de balança analítica de precisão, com os resultados expressos em gramas (g).

4.3.1.2 Medidas de tamanho

a) Diâmetro transversal e longitudinal

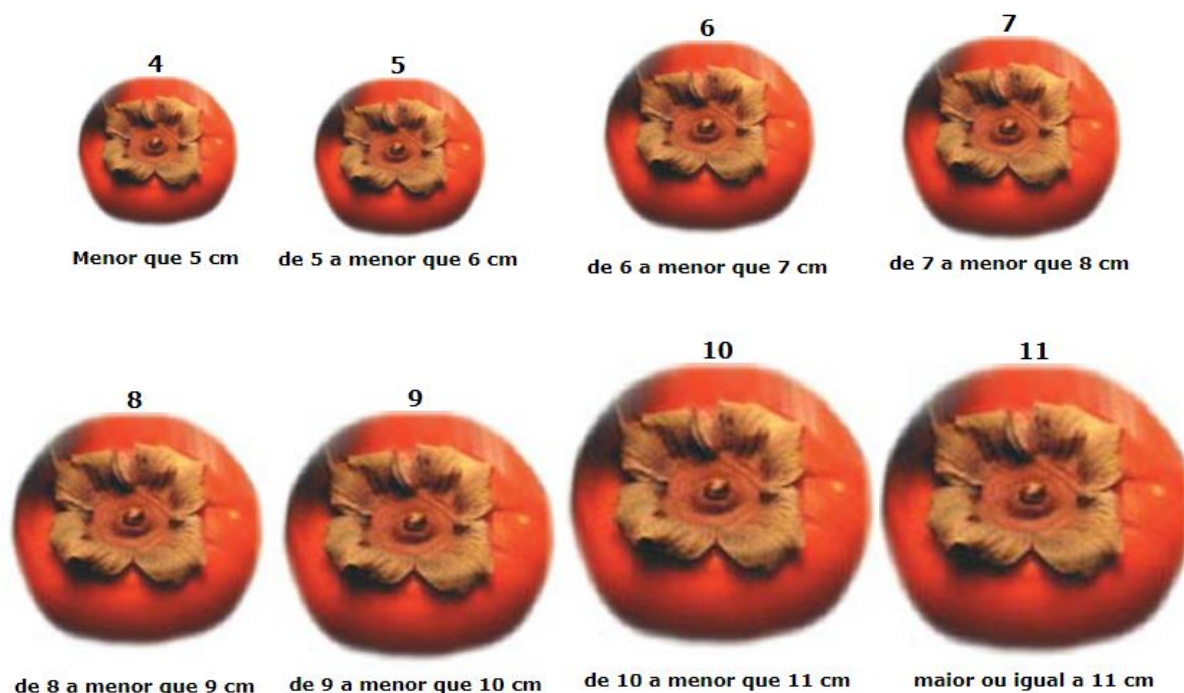
Os diâmetros foram determinados com a utilização de um paquímetro digital (Pantec – 0 a 200 mm), medindo-se o maior diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

b) Índice de formato e calibre

O índice de formato foi determinado através da razão do diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro Transversal (DT).

Para a determinação do calibre dos frutos, utilizou-se a medida em centímetro (cm) do diâmetro transversal com a utilização de um paquímetro digital (Pantec – 0 a 200 mm) e, posteriormente, os frutos foram classificados segundo as recomendações da HortiBrasil (2017), como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Classificação dos calibres dos frutos do caqui



Fonte: HortiBrasil, 2017.

4.3.1.3 Coloração

A coloração da casca dos frutos inteiros foram determinadas por leituras adquiridas a partir da emissão de um feixe de luz da lente do colorímetro (Konica Minolta spectrophotometer CM – 3500d), medidos por reflectância. Os resultados foram expressos de acordo com as coordenadas CIE (Commission Internationale de L'Eclairage) lab (color space) que incluem as variáveis L^* , C^* e H^* , sendo que L^* é uma medida da luminosidade de um objeto e varia do 0 (para o preto) até 100 (para o branco), C^* (Croma) é um grau da intensidade da cor, cujo $C^*= 0$ representa o cinza, aumentando a intensidade da cor com aumento do valor, e H^* é a tonalidade, sendo 0° vermelho, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul (McGUIRE, 1992).

4.3.1.4 Firmeza da polpa

A firmeza da polpa foi obtida por meio de texturômetro (STEVENS – LFRA Texture Analyser) com penetração de 10 mm, à velocidade de $2,0 \text{ mm seg}^{-1}$, utilizando-se uma ponteira TA 9/1000. O valor obtido para se determinar a textura foi expresso em Newtons (N).

4.3.2 Avaliações físico-químicas

4.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Determinou-se o potencial hidrogeniônico (pH) diretamente no suco dos frutos, utilizando-se um potenciômetro digital modelo (HI 9321 da Hanna Instruments), calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0, conforme metodologia recomendada pela AOAC (2005).

4.3.2.2 Sólidos solúveis

Teor de sólidos solúveis (SS) foi analisado com um refratômetro digital (ABBE MARK II), através da leitura direta após filtração em papel de filtro qualitativo, da

amostra diluída (1 grama de polpa em 4 mL de água destilada). Os resultados foram expressos ° Brix, de acordo com a AOAC (2005).

4.3.2.3 Acidez titulável

Determinou-se a acidez titulável (AT) através da titulação de uma alíquota da amostra (5,0 g) adicionada de 50 mL de água destilada e 3 gotas do indicador fenolftaleína, utilizando-se NaOH à 0,1 N, previamente padronizado. Os resultados foram expressos em (%) de ácido málico conforme AOAC (2005).

4.3.2.4 Relação SS/AT

Determinada pela razão entre os sólidos solúveis e a acidez titulável.

4.3.2.5 Pectina total

Foi realizada de acordo com o método do m-hidroxidifenil e com a técnica de McCready e McComb (1952), sendo que para obtenção do extrato, foi utilizado 5 g da polpa da fruta, adicionando-se a este, 25 mL de álcool etílico 95%. A solução foi agitada em turrax por 40 segundos, deixando descansar na geladeira por 30 minutos. A solução foi posteriormente centrifugada por 10 minutos, à 39.200 força g. O sobrenadante foi desprezado e no resíduo foi adicionado, por duas vezes, 10 mL de álcool etílico a 75%, depois centrifugando a solução por 10 minutos, à 39.200 força g. O resíduo foi transferido para um becker e adicionado, aproximadamente, 40 mL de água destilada, aferido posteriormente o pH para 11,50 com NaOH 1,0 N. A solução ficou em repouso em geladeira por 30 minutos. Após essa etapa, ajustou-se o pH para 5 até 5,5 com ácido acético glacial. A solução foi transferida para um erlenmeyer de 125 mL, contendo 0,1g de pectinase e agitando-se em shaker por 60 minutos. Para finalizar, a solução foi centrifugada por 10 min a 39.200 força g, recolhendo o sobrenadante para um balão de 100 mL e aferido com água destilada.

Para sua quantificação, adicionou-se 0,30 mL do extrato das amostras, 0,70 mL de água destilada e 3,6 mL de solução de tetraborato de sódio (0,0125M) em banho de gelo, em tubos de ensaio com tampas, e, posteriormente, homogeneizou-se em vortex.

Em seguida, os tubos foram aquecidos em banho maria por, precisamente, 5 minutos a 100 °C e, após esse período, foram rapidamente resfriados em banho de gelo-água e adicionou-se 0,06 mL de solução de m- hidroxidifenil, realizando a leitura em espectrofotômetro a 520 nm após 10 minutos e comparando com uma curva-padrão de ácido galacturônico. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.3.2.6 Pectina solúvel

Foi realizada de acordo com o método do m-hidroxidifenil e com a técnica de McCready e McComb (1952). Para elaboração do extrato utilizou 5g da polpa, adicionando a este 25 mL de álcool etílico 95%. A solução foi agitada em turrax por 40 segundos, deixando descansar na geladeira por 30 minutos. A solução foi posteriormente centrifugada por 10 minutos a 39.200 força g. O sobrenadante foi desprezado e no resíduo foi adicionado, por duas vezes, 10 mL de álcool etílico a 75%, depois centrifugando a solução por 10 minutos a 39.200 força g. O resíduo foi transferido para um becker e adicionado, aproximadamente, 40 mL de água destilada e em seguida agitada em shaker por 60 minutos. Para finalizar, a solução foi centrifugada por 10 min a 39.200 força g, recolhendo o sobrenadante para um balão de 100 mL e aferido com água destilada.

Utilizou-se 0,60 mL do extrato das amostras, 0,40 mL de água destilada e 3,6 mL de solução de tetraborato de sódio (0,0125M) em banho de gelo, em tubos de ensaio com tampas e, posteriormente, homogeneizou-se em vortex. Na sequência, os tubos foram aquecidos em banho maria por, precisamente, 5 minutos a 100 °C e, após esse período, foram rapidamente resfriados em banho de gelo-água e adicionou-se 0,06 mL de solução de m-hidroxidifenil, realizando-se a leitura em espectrofotômetro a 520 nm após 10 minutos e comparadas com uma curva-padrão de ácido galacturônico. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.3.2.7 Enzima pectinametilesterase (PME)

A extração e determinação da atividade seguiram a recomendação de Jen e Robinson (1984) com algumas modificações. Homogeneizou-se 5 g da amostra com 25 mL de NaCl a 0,2 N gelado em turrax por 30 segundos. A solução resultante foi centrifugada por 10 minutos a 39.200 força g, e o sobrenadante constituiu o extrato

enzimático. Todo o procedimento foi realizado a 4 °C. Para determinação da atividade 6 mL do extrato enzimático, foi adicionado a 30 mL de solução de pectina cítrica 1%, sendo esta com pH ajustado para 7 utilizando NaOH 0,01 N. A taxa de desmetilização do extrato foi medida por titulação com NaOH 0,01N, mantendo-se em pH 7 por 10 min. Uma unidade da atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH min⁻¹.g⁻¹ massa fresca, sob condições de ensaio. Os resultados foram expressos em unidade de atividade enzimática por minuto (UAE/min. g massa fresca).

4.3.2.8 Enzima poligalacturonase (PG)

A extração da enzima poligalacturonase (PG) seguiu a recomendação descritas por Pressey e Avantes (1973), com adaptações. Homogeneizou-se entre 15 g (estádio 1 e 2) e 12 g (estádio 3) das amostras com 50 mL de água destilada a 4°C em turrax por 30 segundos. A solução resultante foi centrifugada por 10 minutos a 39.200 força g, e o sobrenadante foi descartado, lavando-se o resíduo com 20 mL de água destilada a 4°C, por duas vezes. Em seguida foi adicionado ao resíduo 50 mL de NaCl 1,0 N a 4°C e homogeneizado em turrax por 1 minuto. O pH desta solução foi ajustado para 6 com NaOH 1N e, posteriormente, incubada por 1 hora a 4 °C. Esta mesma solução foi centrifugada por 10 minutos a 39.200 força g a 4 °C, o sobrenadante constituiu o extrato enzimático. Para a determinação da atividade enzimática, o 3 mL do extrato foi adicionado a 3 mL da solução de ácido poligalacturônico 0, 25% (lavado com etanol 80% antes do uso) em tampão acetato de sódio 37,5 mM pH 5 e incubado a 30° C por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente (100°C) e poligalacturonase foi determinada pela formação de açúcares redutores medidos pelo método DNS (solução de 3,5 dinitrosalicilato) (MILLER, 1959). Os resultados foram expressos em unidade de atividade enzimática por minuto (UAE/min . g massa fresca).

4.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante

4.4.1 Polifenóis extraíveis totais (PET)

A análise de compostos fenólicos ou polifenóis extraíveis totais (PET) é um método espectrofotométrico, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu P.A. (1:3) com absorção em 700 nm e é baseada numa reação de óxido-redução em condições alcalinas, em que o íon fenolato é oxidado enquanto o reagente Folin é reduzido. Após a reação com os fenóis, à coloração azul é formada. O método foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Obanda e Owuor (1997) e o preparo do extrato de acordo com Larrauri et al. (1997), com modificações.

Para a extração dos compostos fenólicos totais foram preparados extratos, utilizando como solventes extratores, as soluções aquosas de metanol 50% e acetona 70%.

Foram pesados 1 g de polpa de cada amostra em tubos de centrífuga e adicionados 4 mL de metanol, homogeneizada a solução com um bastão de vidro e deixada em repouso em local com baixa luminosidade durante 1 hora. Logo após, a solução foi submetida ao processo de centrifugação durante 15 minutos a 88.200 força g. O sobrenadante foi recolhido, filtrando-o em papel filtro para um balão volumétrico de 50 mL. Ao resíduo da centrifugação foi adicionada a solução de acetona e repetido o processo realizado anteriormente com o metanol, deixando-o em repouso em local com baixa luminosidade durante 1 hora. Na sequência, a solução foi submetida ao processo de centrifugação durante 15 minutos a 88.200 força g. O sobrenadante foi recolhido, filtrando-o em papel filtro para um balão volumétrico de 50 mL. O volume final ajustado para 50 mL com água destilada.

Em tubos de ensaio, foram colocados 1 mL de extrato; 1 mL de reagente Folin Ciocalteu; 2 mL de carbonato de sódio anidro 20% e mais 2 mL de água destilada, seguidos de homogeneização da solução com auxílio de agitador, descanso de 30 minutos em ambiente com baixa luminosidade e leitura em espectrofotômetro a 700 nm, com resultados expressos em mg equivalente de ácido gálico por 100 gramas de polpa (mg.EAG.100 g⁻¹).

4.1.2 Método ABTS

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de ABTS (2,2 azino-bis-3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfônico), conforme a metodologia descrita por Re et al. (1999), e adaptado por Rufino et al. (2007), que se baseia na reação do radical ABTS^+ 7 mM, com a solução de persulfato de potássio 140 mM. Os antioxidantes contidos na amostra têm a capacidade de capturar o cátion ABTS^+ , provocando uma diminuição da absorbância que é lida a partir da mistura da amostra com a mistura do radical.

Para a elaboração do extrato, pesou-se 1g da fruta em um béquer e adicionou-se 40 mL de metanol 50%, homogeneizou-se e deixou em repouso por 60 minutos em temperatura ambiente. Após esse tempo, o extrato foi levado à centrifugação por 15 minutos a 88.200 força g. O sobrenadante da primeira extração foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL. Posteriormente, no resíduo da centrifugação adicionou-se 40 mL de acetona 70%, homogeneizou-se ficando em repouso por 60 minutos em temperatura ambiente. Após esse tempo, o extrato foi novamente levado à centrifugação por 15 minutos a 88.200 força g e depois o sobrenadante foi adicionado ao balão de 100 mL, sendo este aferido com água destilada. Para a leitura das amostras foi utilizada três concentrações diferentes (30, 15 e 9 μL) de extrato de cada amostra preparada. Em cada amostra foi adicionada água, ajustando-se o volume para 30 μL , juntamente com 3 mL da solução do radical, preparada a partir da solução estoque de ABTS (ABTS 7 mM e persulfato de potássio 140 mM). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 734 nm após 6 minutos da adição da solução do radical. Os resultados obtidos foram expressos em μM Trolox. g^{-1} e a análise foi realizada em triplicata.

4.5 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 3. O primeiro fator foi representado pelas variedades de caqui (3) e o segundo pelos estádios de maturação (3), com quatro repetições de 3 frutos por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade através do software *Statistica 7*®.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises Físicas

5.1.1 Massa fresca

Diante dos resultados apresentados na Tabela 1, não houve diferença estatística para as variedades ‘Rama Forte’ e ‘Tokyo Goshu’, entre os seus estádios de maturação. A variedade ‘Giombo’ apresentou menor massa no estádio 1, exibindo uma diferença significativa dos estádios 2 e 3. Ao avaliar cada estádio de maturação individualmente, observou-se que nos estádios 1 e 3 a variedade ‘Rama Forte’ apresentou maiores médias com 103,37g e 102,53g, diferenciando-se das demais variedades. No estádio 2, a variedade ‘Tokyo Goshu’ apresentou menor massa com 78,09g.

Frutos com maiores massas são mais atrativos para o processamento na indústria, contribuindo para uma maior exploração econômica. No Brasil, o tamanho das frutas do caquizeiro apresenta elevada importância, porque esta é amplamente consumida como fruta fresca (LIMA, 2016).

Tabela 1- Massa fresca (g) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshu’ cultivados no Tabuleiro de Russas, CE. 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	103,37 ^{aA} ± 4,56	95,32 ^{aA} ± 3,73	102,53 ^{aA} ± 1,71
Giombo	71,98 ^{bB} ± 4,01	88,21 ^{aA} ± 2,27	83,62 ^{aB} ± 5,66
Tokyo Goshu	74,06 ^{aB} ± 9,19	78,09 ^{aB} ± 5,40	80,85 ^{aB} ± 3,95

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Segundo Tessmer (2014), a massa de um fruto está diretamente relacionada com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento. Entretanto, esse fato não foi observado nos resultados obtidos por esta pesquisa.

Valores de massa fresca, semelhantes aos obtidos neste trabalho, foram relatados por Docema (2016), ao estudar a fixação de frutos de caqui, sua relação com o acúmulo de graus-dia e a aplicação de ácido giberélico para a variedade ‘Rama Fortes’ (99,3 a 118,8 g) e a variedade ‘Giombo’, ambas com os frutos já maduros. Acquarone (2003), ao realizar a caracterização físico-química de frutos de caquizeiro, nas condições climáticas de Jaboticabal – SP, relata para a variedade ‘Giombo’, média de massa fresca de 94,5 g e ao caracterizar cinco variedades de caqui maduros (Pomelo, Taubaté, Rubi, Rama Forte e Giombo), Cavalcante et al. (2007) citam média de massa fresca de 86,2 g para a variedade Rama Forte e, 117,2 g, para caquis ‘Giombo’. Entretanto, valores superiores foram encontrados por Dangelo (2016) em caquis maduros da variedade ‘Kakimel’, que apresentaram valores médios de 156 a 161 g.

5.1.2 Medidas de tamanho

No presente estudo, a variação obtida para o diâmetro longitudinal foi de 45,52 a 46,69 mm para a variedade ‘Rama Forte’, 51,48 a 54,81 mm para o ‘Giombo’ e o ‘Tokyo Gosho’ apresentou médias de 39,13 a 41,34 mm (Tabela 2). Não ocorreu um desenvolvimento significativo para as variedades ‘Rama Forte’ e ‘Tokyo Gosho’ nos estádios 1, 2 e 3, sendo que para a variedade ‘Giombo’, constituiu no estádio 2, maior valor. O comportamento para o diâmetro transversal caracterizou uma diferença significativa para todas as variedades estudadas, ao observar os estádios de maturação isoladamente. Esses resultados estão em conformidade com os apresentados por Acquarone (2003), em estudo com as mesmas variedades. Resultados descritos por Cavalcante et al. (2007), para a ‘Giombo’ exibiram valores médios de 61,2 mm de diâmetro longitudinal. Docema (2016), apresenta valores para a ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ de 48,1 e 54,3 mm, respectivamente, estando estes valores semelhantes aos encontrados na presente pesquisa. O estudo realizado por Tessmer (2014) corrobora os valores encontrados neste estudo, com média de 49,56 mm para a variedade ‘Giombo’.

Não ocorreu diferença significativa do diâmetro transversal entre os estádios de maturação dos frutos de caquis para a variedade ‘Tokyo Gosho’, porém para as variedades ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’, as médias cresceram com o amadurecimento dos frutos. Estudos realizados com as variedades ‘Fuyu’, ‘Giombo’, ‘Rama Forte’, ‘Taubaté’ e ‘Rojo

Brilhante’ revelam valores semelhantes, descritos na presente pesquisa (DOCEMA, 2016; TESSMER et al., 2014). Em relação aos estádios e às variedades estudadas, os resultados demonstraram diferenças significativas nas três variedades analisadas, sendo a ‘Rama Forte’ a que apresentou as maiores médias em todos os estádios.

Tabela 2 - Diâmetro longitudinal, transversal (sentido equatorial), índice de formato e calibre de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Gosho’ cultivados no Tabuleiro de Russas, CE. 2017.

Variedades	Variáveis	Estádios		
		Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	DL (mm)	46,69 ^{ab} ± 0,61	45,52 ^{ab} ± 0,77	46,40 ^{ab} ± 0,31
	DT (mm)	63,39 ^{aA} ± 0,47	59,59 ^{bA} ± 0,52	61,91 ^{abA} ± 1,45
	IF (mm)	0,73 ^{ab} ± 0,01	0,75 ^{ab} ± 0,01	0,75 ^{ab} ± 0,01
	C (cm)	6,00 ^{aA} ± 0,00	5,44 ^{bA} ± 0,19	5,78 ^{abA} ± 0,19
Giombo	DL (mm)	51,48 ^{bA} ± 0,91	54,81 ^{aA} ± 0,78	51,58 ^{bA} ± 0,55
	DT (mm)	49,52 ^{bC} ± 1,57	51,35 ^{abC} ± 0,62	53,05 ^{aB} ± 1,04
	IF (mm)	1,01 ^{abA} ± 0,02	1,04 ^{aA} ± 0,02	0,97 ^{bA} ± 0,01
	C (cm)	4,78 ^{ab} ± 0,38	4,67 ^{ab} ± 0,00	5,00 ^{ab} ± 0,00
Tokyo Gosho	DL (mm)	41,34 ^{aC} ± 2,63	39,36 ^{aC} ± 0,36	39,13 ^{aC} ± 1,20
	DT (mm)	54,76 ^{ab} ± 2,09	55,77 ^{ab} ± 1,03	55,35 ^{ab} ± 0,70
	IF (mm)	0,71 ^{ab} ± 0,02	0,71 ^{aC} ± 0,02	0,72 ^{ab} ± 0,01
	C (cm)	4,89 ^{ab} ± 0,19	5,22 ^{aA} ± 0,19	5,00 ^{ab} ± 0,00

Legenda: DL (diâmetro longitudinal), DT (diâmetro transversal), IF (índice de formato), C (calibre)* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05).

De acordo com os resultados encontrados, nota-se que a massa dos frutos ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ é diretamente proporcional ao diâmetro transversal, concordando com os resultados apresentados por Maro et al. (2014), que também analisaram essa relação entre cultivares de framboesas.

Ao trabalharem com a caracterização morfométrica de acessos de cagaita nativas do sudoeste do Estado do Goiás, Silva et al.(2011), concluíram que frutos de maior massa ou tamanho são preferidos para a industrialização por proporcionarem maior rendimento no processamento.

Quanto ao índice de formato, todas as variedades apresentaram formas diversas, entretanto apenas a variedade ‘Giombo’ apresentou diferença significativa nos estádios de maturação. Segundo Foster (1967), índices próximos de 1,0 indicam que os frutos apresentam formato esférico.

De acordo com a Tabela 2, o ‘Giombo’ apresentou os maiores índices (1,1; 1,4; 0,97), para os estádios 1, 2 e 3, segundo Lopes (1982), caracterizando os mesmos em formatos oblongos (formato ligeiramente alongado), porém no estágio 2 a variedade ‘Tokyo Goshō’ apresentou menor média.

A informação do índice de formato dos frutos é importante para a definição da embalagem e da acomodação dos frutos no interior dela, sendo preferíveis os índices próximos de 1, como observados neste estudo, pois acima e abaixo deste valor, os frutos ficam, respectivamente, alongados e achatados, comprometendo a sua acomodação nas embalagens (DALASTRA, 2010).

Ao estudar o calibre dos frutos, resultados são semelhantes às variáveis já citadas, pois não ocorreu diferença significativa entre os estádios de maturação dos frutos estudados. Todavia, ressaltamos que os frutos ‘Rama Forte’, apresentaram maior calibre para os estádios 1 e 3, sendo que estes também apresentaram maior diâmetro transversal, visto que quanto maior o diâmetro transversal maior também será o calibre do fruto.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP, 2000) e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, que lançaram o Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortibrasil (2014), tolera-se a mistura de caquis pertencentes a calibres diferentes, desde que o somatório das unidades não supere a 10% (dez por cento) e pertençam ao calibre

imediatamente superior ou inferior. O número de embalagens, que superar a tolerância para mistura de calibres, não poderá exceder a 20% (vinte por cento) das unidades amostradas.

As diferenças de tamanho aqui observadas refletem as características varietais, sendo o tamanho um dos atributos determinantes na classificação de categorias para comercialização e importância na preferência do produto pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

5.1.3 Coloração

Na tabela 3, pode-se observar que na luminosidade da casca dos caquis ocorreu um leve aumento em todas as variedades estudadas com o amadurecimento dos mesmos. Assim, caracteriza-se a presença de luminosidade na coloração dos frutos estudados, sendo explicado pela variação da cor verde para a cor amarelo.

Não houve diferença significativa entre as 3 variedades no estágio 3, sendo que a variedade ‘Giombo’ apresentou uma maior média no estágio 1 e ‘Tokyo Goshō’, menor média no estágio 2 (Tabela 3).

Moraes (2012), ao estudar atmosfera modificada e a aplicação de cloreto de cálcio em caqui ‘Giombo’ amadurecido, encontrou uma variação média da luminosidade de 44,2 a 49,9, apresentando assim margem de média menor do que encontrado na presente pesquisa, para todas as variedades (Tabela 3). Valentine et al. (2009) ao realizar avaliação das linhas de beneficiamento e impactos da queda na qualidade do caqui ‘Rama Forte’ amadurecidos na planta, relatam valores de luminosidade (L) com média de 44,13 a 55,41, estando estes valores corroborados no presente trabalho.

Para o parâmetro de cromaticidade, observou-se um aumento significativo em todas as variedades durante o amadurecimento (Tabela 3). Segundo Porfírio-da-Silva et al., (2011), no caso do caqui, os valores de croma têm a disposição de crescer com o tempo e determina a intensidade da cor, adquirindo valores próximos a zero para cores neutras (cinza) e ao redor de 60, para cores vívidas. Deste modo, valores maiores de croma constitui maior intensidade da cor amarela, podendo este fato ser observado nos resultados encontrados neste estudo.

Os valores encontrados para o parâmetro cromaticidade por Valentine et al. (2009) foram de 47,19 a 65,07 para a variedade ‘Rama Forte’, sendo estes frutos amadurecidos na planta. Mendonça et al. (2015), ao estudar os aspectos físico-químicos e

bioquímicos, durante o armazenamento refrigerado do caqui ‘Rama Forte,’ relatam média de 49,32 a 60,29, sendo estes valores semelhantes com os desta pesquisa. Valores de croma descritos por Martineli (2014), ao estudar uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis amadurecidos das variedades ‘Mikado’ e ‘Rama Forte’, foram de 37,24 a 48,49, respectivamente.

Tabela 3 – Parâmetro luminosidade (L), Parâmetro cromaticidade (C) e ângulo Hue (°h) da casca de frutos do caquizeiro ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Cor	Estádios		
		Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	L	43,70 ^{bB} ± 4,52	52,39 ^{aA} ± 0,92	58,43 ^{aA} ± 0,14
	C	35,00 ^{cB} ± 0,84	47,85 ^{bA} ± 3,23	62,44 ^{aA} ± 3,79
	°h	90,34 ^{aB} ± 0,83	86,02 ^{aA} ± 0,83	71,90 ^{bA} ± 3,70
Giombo	L	53,37 ^{abA} ± 0,71	52,73 ^{bA} ± 1,29	55,94 ^{aA} ± 1,24
	C	40,92 ^{cA} ± 1,78	49,31 ^{bA} ± 0,71	57,26 ^{aAB} ± 1,51
	°h	95,62 ^{aA} ± 0,76	81,61 ^{bAB} ± 1,22	59,95 ^{cB} ± 1,43
Tokyo Goshō	L	43,42 ^{bB} ± 1,22	48,92 ^{abB} ± 1,58	52,83 ^{aA} ± 3,67
	C	39,79 ^{cAB} ± 2,73	45,33 ^{bA} ± 0,66	51,27 ^{aB} ± 2,16
	°h	89,23 ^{aB} ± 0,62	77,77 ^{bB} ± 2,69	68,12 ^{cA} ± 1,21

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os três principais pigmentos que ocorrem nos produtos vegetais são: clorofila, carotenoides e antocianinas. O verde intenso no fruto imaturo perde intensidade até se tornar verde-claro, ou quando há total perda do verde, surgem os pigmentos amarelos, vermelhos ou púrpuros. Então a perda de clorofila e, conseqüentemente, da cor verde é um indicativo da maturidade, fato observado nesta pesquisa.

Para o ângulo Hue, ocorreu uma redução dos valores para todas as variedades, no decorrer do avanço dos estádios, apresentando uma menor média para as 3 variedades no estágio 3. A variedade ‘Giombo’ no estágio 1 e 3 apresentou maior e menor média, respectivamente. No estágio 2 não houve diferença entre as 3 variedades (Tabela 3).

Mendonça (2016), ao estudar os métodos físicos na conservação de caqui ‘Kioto’ *in natura* e minimamente processado, relata valores de 78,76 a 62,34° para o ângulo Hue. Valores semelhantes ao do presente trabalho foram citados para o °H por Porfírio-da-Silva et al. (2011), ao estudar caquis ‘Fuyu’, em diferentes estádios de amadurecimento, apresentando valores entre 82° a 70,5° para os frutos já amadurecidos.

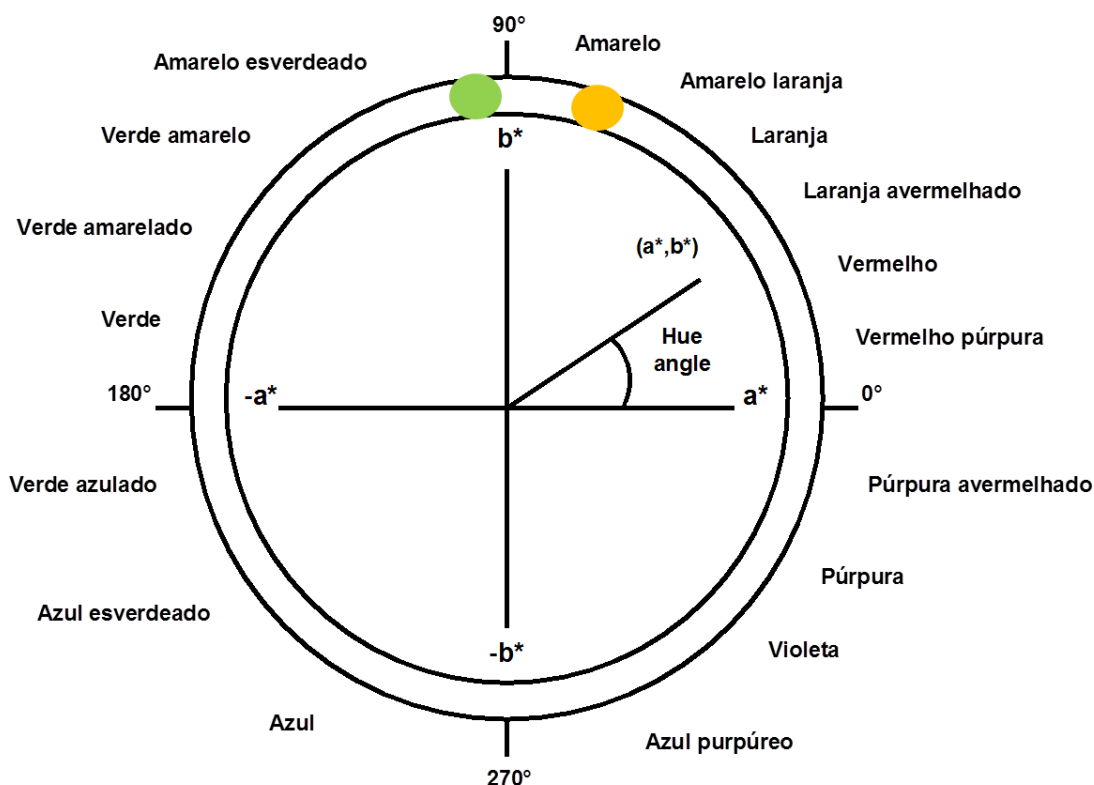
Mendonça (2015), ao pesquisar os aspectos físicos-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui ‘Kioto’ já maduro em atmosfera passiva, relata valores médios de 70,98° a 55,44° hue e estes são semelhantes aos descritos nesta pesquisa.

Os dados de cor confirmam a diferença entre os estádios de maturação. Segundo Almeida (2006), a mudança de coloração em frutos é um atributo de qualidade desejável para comercialização e preferência por parte do consumidor, pois comumente a coloração verde ou a presença de manchas verdes são associadas a frutos imaturos.

No primeiro estágio avaliado (estádio 1), as variedades apresentaram uma média geral de 91,73° e no último (estádio 3), uma média geral de 66,66°, indicando que a coloração da casca variou de amarelo esverdeado para amarelo laranja (Figura 9).

A coloração é um dos principais parâmetros de julgamento do amadurecimento dos frutos, não sendo, portanto, diferente no caqui, apresentando-se como primordial para determinação de sua maturação e ponto ideal de colheita.

Figura 7 - Diagrama CIELAB com a sequência de nuances de cores e orientação do Ângulo Hue (VOSS, 1992).



Fonte: CIELAB (VOSS, 1992).

5.1.4 Firmeza da polpa

Na tabela 4, podemos observar os valores encontrados para a firmeza da polpa das variedades estudadas, demonstrando que a ‘Giombo’ e ‘Rama Forte’ apresentaram menores valores no estágio 3, bem como diferença estatística dos seus estádios 1 e 2, confirmando que a firmeza é uma das fundamentais características que garantem a qualidade e aceitabilidade de frutos *in natura*, sendo de maneira geral reduzida durante o processo de amadurecimento dos frutos (BUTT et al., 2015).

Entre os estádios de maturação da variedade, ‘Rama Forte’ apresentou maior firmeza no estágio 3 e os frutos da variedade ‘Tokyo Goshō’, menores médias nos estádios 1 e 2. Segundo Chitarra; Chitarra (2005), dentre as alterações na firmeza dos frutos, dois processos podem ser categóricos: a perda excessiva de água nos tecidos, que causam redução da pressão de turgescência e modificações na estrutura e na composição da parede celular pela ação de numerosas enzimas que incidem durante o amadurecimento dos frutos.

Tabela 4 -Firmeza (N) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshô’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	36,45 ^{aA} ± 0,86	38,18 ^{aA} ± 1,34	33,24 ^{bA} ± 0,77
Giombo	37,32 ^{aA} ± 0,21	34,72 ^{aA} ± 2,04	21,62 ^{bB} ± 1,96
Tokyo Goshô	31,14 ^{ab} ± 2,31	25,45 ^{abB} ± 1,90	23,40 ^{bB} ± 2,63

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05).

A firmeza é uma propriedade ponderada pelo consumidor, que associa a redução da firmeza com a perda de qualidade. Logo, frutos mais firmes possuem maior aceitabilidade e vida útil, pós-colheita, mais longa (FRANCA, 2016).

Valores superiores à presente pesquisa foram encontrados por Docema (2016), ao observar a fixação de frutos de caqui e sua relação com o acúmulo graus – dias e a aplicação de ácido giberélico, sendo estes frutos colhidos quando atingiram a coloração amarelo avermelhado (maduros), sendo analisadas as variedades ‘Fuyu’, ‘Giombo’, ‘Rama Forte’ e ‘Taubaté’ com médias de 49 N, 45 N, 43,7 N e 42,1 N, respectivamente.

Segundo Crisosto (1999) e Kader (1978) os frutos do caquizeiro para serem aceitos e consumidos de forma *in natura* devem apresentar firmeza entre 20 a 60 N, estando todos os frutos avaliados neste estudo, dentro dessa faixa. Além disso, o processamento (classificação, empacotamento, etc.), transporte e distribuição dos frutos só são viáveis para frutos com firmeza superior ou igual a 17 N (CRISOSTO et al., 1999). Estando estes valores condizentes com os resultados observados nesta pesquisa.

5.2 Avaliações físico-químicas

5.2.1 pH e Acidez titulável (AT)

Observou-se que as três variedades apresentaram um aumento do pH ao longo do amadurecimento, proporcionando uma diferença estatística entre os estádios de maturação, sendo que a variedade ‘Rama Forte’ e ‘Tokyo Goshô’ apresentaram maiores médias no estágio 3 com o avanço de sua maturação. Quando relacionado os estádios em

relação às variedades, pode-se observar que no estágio 1 a variedade ‘Rama Forte’ apresentou maior média, a variedade ‘Giombo’ maior média no estágio 2 e, no estágio 3, as variedades não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5).

Tabela 5 -pH de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	5,53 ^{bA} ± 0,04	5,54 ^{bB} ± 0,04	5,69 ^{aA} ± 0,02
Giombo	5,53 ^{bAB} ± 0,05	5,73 ^{aA} ± 0,04	5,65 ^{abA} ± 0,04
Tokyo Goshō	5,44 ^{bB} ± 0,01	5,47 ^{bB} ± 0,02	5,64 ^{aA} ± 0,03

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Variados comportamentos de pH em caquis são descritos na literatura. Martinelli et al. (2013) relataram média de 5,62 em frutos de caqui ‘Giombo’, ‘Fuyu’ com valor médio de 5,61 e 5,76 em caquis ‘Mikado’, sendo todos estes já frutos amadurecidos, corroborando com esta pesquisa. Vinha et al. (2012) também, ao examinarem caquis portugueses maduros, citam uma média de pH de 5,66 a 5,68. Pesquisa sobre aplicação em pós-colheita de resveratrol em frutos de caquizeiro ‘Fuyu’ e ‘Giombo’, os valores encontrados estavam na faixa de 5,13 a 5,54 para cultivar ‘Giombo’ e 5,0 e 5,92 para o ‘Fuyu’ (AYUB, 2010).

Entre frutos verdes e maduros, o pH é uma variável que exhibe poucas alterações, podendo crescer durante a maturação. Porém, pode sofrer alterações com o emprego de alguns fatores como condições climáticas, temperatura, irrigação, adubação e desuniformidade nos hortos.

Os teores de acidez titulável do presente estudo variaram de 0,07 a 0,18 % de ácido málico (Tabela 6), sendo semelhantes aos valores encontrados por Vázquez-Gutiérrez et al. (2012) ao estudarem a composição e as propriedades texturais de caqui ‘Rojo Brillante’ em estágio de comercialização (maduros). Valores inferiores ao presente estudo foram relatados por Moraes (2012) para a variedade ‘Giombo’, com médias de 0,05

a 0,10% de ácido málico. Martineli et al. (2013) encontraram médias de 0,05 a 0,17 % de ácido málico em caquis ‘Mikados’ maduros.

A variedade ‘Giombo’ apresentou um declínio significativo no estágio 3. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a concentração de ácidos orgânicos nos frutos sofre um declínio após a colheita, uma vez que esses ácidos são empregados com substrato da respiração ou da sua transformação em açúcares.

Tabela 6-Acidez titulável (% de ácido málico) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	0,17 ^{aA} ± 0,01	0,14 ^{aAB} ± 0,02	0,14 ^{aB} ± 0,01
Giombo	0,14 ^{aA} ± 0,01	0,12 ^{aB} ± 0,01	0,07 ^{bC} ± 0,00
Tokyo Gosho	0,15 ^{aA} ± 0,03	0,17 ^{aA} ± 0,01	0,18 ^{aA} ± 0,00

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Segundo Muñoz (2002), normalmente, durante o amadurecimento dos frutos, ocorre um aumento do pH e uma diminuição da acidez titulável, em virtude do aproveitamento de ácidos como fonte de energia. Entretanto, esse comportamento não foi observado neste experimento para as variedades ‘Rama Forte’ e ‘Tokyo Gosho’, pois o pH aumentou sem, contudo, corresponder a uma queda na acidez titulável. Resultados semelhantes foram relatados por Mendonça et al. (2015) ao estudarem aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva.

Segundo Brackmann (2014), a acidez em caquis é relativamente baixa, mesmo em frutos imaturos, não mudando, em média, com o amadurecimento. A variedade ‘Tokyo Gosho’ apresentou maior média entre as três variedades estudadas no estágio 3, caracterizando-se como mais ácida que as demais, porém se encontrando próximos aos de outras cultivares.

5.2.2 Sólidos solúveis (SS)

Para os teores de SS, observa-se aumento destes para todas as variedades com o amadurecimento, apresentando uma maior média no estágio 3, embora não tenha ocorrido diferença significativa na acidez titulável dos frutos (na variedade ‘Rama Forte’ e ‘Tokyo Goshō’ na Tabela 6). Chitarra e Chitarra (2005) citam que esta variável pode aumentar no decorrer do processo de maturação, devido à interconversão de açúcares pelo processo respiratório dos frutos e, no final da maturação dos frutos o conteúdo de sólidos solúveis atinge o máximo, atribuindo excelência de qualidade ao produto. Os estádios 1, 2 e 3 não demonstraram diferença significativa entre as variedades apresentadas no estudo.

Os resultados encontrados mostram uma concentração média de 18,67 a 22,58 °Brix; 15,91 a 22,44 °Brix; 20,80 a 24,11 °Brix para as variedades ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, respectivamente (Tabela 7). Frutos de caquizeiro ‘Mikado’ exibiram conteúdo de sólidos solúveis de 16,56 °Brix em estudo realizado por Martinelli et al. (2013). Fagundes et al. (2006), ao estudarem a aplicação de aminoetoxivinilglicina no controle do amadurecimento de frutos de caquizeiro ‘Fuyu’, descreveram média de 12,8 °Brix da polpa, estando estes inferiores ao encontrados neste estudo. Valores inferiores aos descritos por esta pesquisa foram encontrados por Moraes (2012), em caquis ‘Giombo’, com valores variando de 13,63 a 17,29 °Brix. O teor de sólidos solúveis, além de ser utilizado como um indicador de maturidade, determinam a qualidade do fruto, exercendo papel importante no sabor (DOCEMA, 2016).

Tabela 7-Sólidos solúveis (°Brix) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

VARIEDADES	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	18,98 ^{bAB} ± 0,60	18,67 ^{bAB} ± 0,71	22,58 ^{aA} ± 1,93
Giombo	15,91 ^{bB} ± 1,37	16,27 ^{bB} ± 2,55	22,44 ^{aA} ± 0,62
Tokyo Goshō	20,80 ^{bA} ± 1,62	21,42 ^{bA} ± 0,28	24,11 ^{aA} ± 0,60

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05).

5.2.4 Relação SS/AT

Para os valores da relação SS/AT, o presente estudo detectou a ocorrência de uma variação de 110 a 298,54 entre todas as variedades avaliadas (Tabela 8), registrando-se também um aumento significativo nas variedades ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’ no estádio 3, fato que está correlacionado ao aumento dos sólidos solúveis. Processo diverso ocorre no ‘Tokyo Gosho’, cujos sólidos solúveis permaneceram estáveis. Segundo Butt et al. (2015), a relação de sólidos solúveis é diretamente afetada pelos teores de ácidos orgânicos.

No estádio 1, as variedades não apresentaram diferença significativa, sendo que no estádio 2 e 3, o caqui ‘Giombo’ apresentou maior média entre as três variedades analisadas.

Vieites et al. (2012) e Rombaldi et al. (2012) encontraram valores semelhantes ao estudar caquis maduros da variedade ‘Giombo’, apresentando média de 110,63 a 252,93. Similarmente, médias de 164,3 a 344,3 foram citadas por Moraes (2012), ao pesquisar a atmosfera modificada e aplicação de cloreto de cálcio em caquis ‘Giombos’ já amadurecidos.

Tabela 8- Relação (sólidos solúveis/acidez titulável) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	111,55 ^{bA} ± 1,65	114,87 ^{bB} ± 12,87	153,57 ^{aB} ± 7,22
Giombo	110,00 ^{bA} ± 10,95	148,10 ^{bA} ± 10,68	298,54 ^{aA} ± 26,24
Tokyo Gosho	134,87 ^{aA} ± 26,40	129,90 ^{aAB} ± 8,60	122,33 ^{aB} ± 3,65

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Um dos meios mais utilizados como determinação de sabor é a relação entre sólidos solúveis e a acidez, sendo esta até mais eficaz do que a avaliação isolada dessas variáveis. Quanto maior estiver essa relação, a sensação doce a ser percebida no paladar será também maior (FRANCA, 2016). Martinelli et al. (2013) citam que quanto mais madura está a fruta maior a relação SS/AT.

5.2.5 Pectina Total e Solúvel

A tabela 9, demonstra a ocorrência de uma diminuição de pectina total em todas as variedades de caquis examinadas, com o progresso da maturação. No estágio 3, a variedade ‘Tokyo Gosho’ apresentou maior média, sendo que nos demais estádios não ocorreu diferença significativa entre as três variedades estudadas.

Os índices maiores de pectina total são importantes para a conservação de fruta pós colheita, sabendo-se que as pectinas influenciam na firmeza dos frutos e na sua conservação (PEREIRA, 2009).

Tabela 9- Pectina Total (%) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	ESTÁDIO 2	Estádio 1
Rama Forte	0,23 ^{aA} ± 0,02	0,20 ^{aA} ± 0,02	0,13 ^{bB} ± 0,04
Giombo	0,20 ^{aA} ± 0,03	0,22 ^{aA} ± 0,01	0,16 ^{bAB} ± 0,01
Tokyo Gosho	0,24 ^{aA} ± 0,01	0,21 ^{abA} ± 0,01	0,19 ^{bA} ± 0,02

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os teores de pectina solúvel são crescentes com o progresso da maturação dos frutos para as três variedades de caquis pesquisadas (Tabela 10), sendo estes resultados diretamente proporcionais aos encontrados para a firmeza dos frutos, indicando que o aumento dos teores de pectina solúvel é diretamente proporcional à diminuição de sua firmeza. Resultado semelhante registrado por Pinto (2010), em que o teor de pectina solúvel cresceu durante o armazenamento de caquis, podendo ser associado à diminuição da firmeza, de modo que o metabolismo fica mais acelerado, resultando em teor de pectina solúvel maior. Jinyu Chen et al. (2016), ao estudarem algumas variedades de caqui, relataram que o conteúdo de pectina total variou de 0,07 % na cultivar 'ChanSiWan' a 0,24 % na cultivar 'TaiLiHong'. Estudo realizado por Asgar et al. (2003), em caqui japonês ‘Hiratanenashi’, descreve valor de pectina total de 0,16%. Kashyap et al. (2001), ao estudarem aplicações de pectinases no setor comercial de frutos, citam que os teores de pectina solúvel aumentaram nos frutos de caqui de 0,02% para 0,25%, durante seu

armazenamento, associando este fato à conversão de protopectinas em substâncias solúveis de pectina por enzimas, no período de maturação dos frutos.

Tabela 10 - Pectina solúvel (%) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas - CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	ESTÁDIO 2	Estádio 1
Rama Forte	0,05 ^{bA} ± 0,02	0,07 ^{bA} ± 0,01	0,12 ^{aA} ± 0,02
Giombo	0,06 ^{bA} ± 0,01	0,10 ^{aA} ± 0,02	0,12 ^{aA} ± 0,01
Tokyo Goshō	0,07 ^{bA} ± 0,01	0,11 ^{aA} ± 0,03	0,12 ^{aA} ± 0,02

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Segundo Pereira (2009), a firmeza da polpa do fruto é determinada pela força de coesão entre as pectinas com o desenvolvimento da maturação, ocorrendo a atuação de enzimas pectinolíticas que transformam a pectina insolúvel em solúvel e que causam o amolecimento dos frutos.

5.2.6 Enzima pectinametilesterase (PME) e enzima poligalacturonase (PG)

Verificou-se aumento na atividade da pectinametilesterase, acompanhado do aumento da enzima poligalacturonase para todas as variedades estudadas com a maturação dos frutos (Tabela 11 e Tabela 12). Na tabela 11, a variedade ‘Giombo’ apresentou maior média no estágio 3 para atividade da PME, indicando uma menor firmeza entre as variedades. No estágio 2 não ocorreu diferença significativa entre as variedades.

Tabela 11-Enzima pectinametilesterase (UAE/min. g massa fresca) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas-CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	ESTÁDIO 2	Estádio 1
Rama Forte	866,33 ^{bB} ± 39,16	1018,05 ^{aA} ± 37,44	1046,62 ^{aB} ± 42,99
Giombo	928,43 ^{bAB} ± 28,16	1032,42 ^{bA} ± 83,63	1249,24 ^{aA} ± 13,31
Tokyo Goshō	959,15 ^{bA} ± 10,73	1068,8 ^{aA} ± 51,88	1139,08 ^{aB} ± 43,36

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Podemos observar na tabela 12 que, nos estádios 2 e 3, a variedade ‘Tokyo Goshō’ apresentou maior média de atividade da PG, sendo que no estádio 1 e 3, o caqui ‘Giombo’ conteve valores significantes bem menores. No estádio 2, a variedade ‘Rama Forte’ apresentou menor atividade da enzima poligalacturonase.

Tabela 12-Enzima poligalacturonase (UAE/min. g massa fresca) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas-CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	ESTÁDIO 2	Estádio 1
Rama Forte	827,65 ^{bA} ± 11,94	734,90 ^{bC} ± 24,93	110,05 ^{aB} ± 80,18
Giombo	681,98 ^{cB} ± 37,37	879,42 ^{bB} ± 10,98	954,88 ^{aC} ± 30,52
Tokyo Goshō	843,11 ^{cA} ± 60,94	1082,18 ^{bA} ± 56,79	1295,61 ^{aA} ± 88,74

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Podemos observar que estes resultados estão coincidentes com os resultados encontrados para firmeza (Tabela 4), de modo que, com a maturação dos frutos, estes apresentaram uma menor firmeza e uma maior atividade das enzimas PME e PG. Resultado semelhante é relatado por Porfírio-da-Silva (2011), o qual cita que a atividade das enzimas PME e PG foi correspondente com as alterações de firmeza dos frutos.

De acordo com Martinelli et al. (2013), a ação de enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) são responsáveis pelas alterações que acontecem na

redução da firmeza da polpa do fruto, durante o amadurecimento, ocorrendo perda da integridade da parede celular, havendo o amolecimento do fruto. A atividade da enzima PME antecede a da PG no significado de facilitar a atividade desta última, pela desesterificação dos poliuronídeos. A enzima PG tem maior afinidade pelo substrato linear desesterificado (ANTHON et al., 2002; BICALHO et al., 2000; JEN; ROBINSON, 1984; PRESSEY; AVANTS, 1982). Moraes (2012) descreve que a atividade das enzimas PME e PG aumentaram em caqui ‘Giombo’ não destanizado e submetido à aplicação de CaCl_2 , variando de 392,19 a 11.869,2 e 73,7 a 1.005,8 (UAE/min. g massa fresca), respectivamente.

Mendonça (2016) encontrou valores semelhantes aos do presente estudo, apresentando a PME uma variação de 1.551,81 a 4.624,68 (UAE/min. g massa fresca) e PG 543,87 a 1.589,45 (UAE/min. g massa fresca) em caquis ‘Kioto’ maduros.

5.2.7 Polifenóis extraíveis totais (PET)

Nas variedades ‘Rama Forte’ e ‘Giombo’, ocorreu uma redução nos valores de PET com sua maturação, sendo que na variedade ‘Tokyo Gosho’ não teve diferença entre seus estádios de maturação (Tabela 13). No estádio 1 de maturação, a variedade ‘Giombo’ apresentou maior média entre as demais variedades. No estádio 3, a variedade ‘Rama Forte’ apresentou diferença significativa da variedade ‘Tokyo Gosho’ e no estádio 2, as variedades não se diferenciaram.

Shwartz et al. (2009) expõem que durante a maturação, o declínio no conteúdo de fenólicos totais no amadurecimento pode ocorrer devido à oxidação desses compostos pela ação da enzima polifenoloxidase e, ainda, pelo processo de polimerização, que acontece com os taninos, os quais, por sua vez, passam da forma hidrolisável para a forma condensada. Mendonça (2015) cita, ao estudar caquis ‘Rama Forte’, que a diminuição dos compostos fenólicos pode ser atribuída a uma série de alterações bioquímicas e enzimáticas de determinados fenóis durante o processo de amadurecimento.

Tabela 13-Polifenóis extraíveis totais (mg EAG.100 g⁻¹) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas- CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
Rama Forte	87,15 ^{aB} ± 3,73	61,89 ^{bA} ± 6,96	43,27 ^{cB} ± 1,49
Giombo	99,82 ^{aA} ± 2,99	52,72 ^{bA} ± 4,21	46,55 ^{bAB} ± 1,66
Tokyo Goshō	58,31 ^{aC} ± 6,42	57,49 ^{aA} ± 9,09	62,71 ^{aA} ± 13,03

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (Estádios) e maiúscula na coluna (Variedades), não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05).

Valores para polifenóis totais foram encontrados por Martineli (2014) ao estudar uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis ‘Mikado’ e Rama Forte’, com média geral de 40,25 e 142,90 mg EAG.100g⁻¹, respectivamente. Jinyu Chen et al. (2016) citam valores de PET em caquis japoneses ‘ChanSiWan’, ‘TaiLiHong’, ‘RaoTianHong’, ‘YongJiQingShi’ e ‘YueShi’ de 69,75, 66,24, 60,31, 70,60 e 70,49 mg EAG.100g⁻¹, respectivamente. Valores reportados por Veberic et al. (2010), são semelhantes, quando estudaram 11 variedades de caquis já amadurecidos. Mendonça (2016) encontrou teor de compostos fenólicos em caquis ‘Kioto’ maduros variando de 31,50 a 27,90 mg EAG.100g⁻¹ em 10 dias de armazenamento dos frutos, valores inferiores aos desta pesquisa.

Os autores Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008) relatam que as espécies frutíferas podem ser classificadas em três categorias, quanto ao teor de compostos fenólicos: baixo (< 100 mg EAG.100g⁻¹), médio (100 a 500 mg EAG.100g⁻¹) e alto (>500 mg EAG.100g⁻¹), em amostras de matéria fresca. Segundo esta classificação, as três variedades estudadas, enquadram-se em frutos de baixo teor de compostos fenólicos.

5.2.8 Atividade Antioxidante Total

A atividade antioxidante total foi diminuída com amadurecimento dos frutos, apresentando diferença significativa entre os estádios de maturação das três variedades estudadas. A variedade ‘Tokyo Goshō’ apresentou maior média em todos os estádios de maturação e a variedade ‘Giombo’ apresentou o menor valor (Tabela 14). Kaur e Kapoor (2001) afirmam que os compostos antioxidantes podem ser significativamente perdidos em

consequência do processamento e armazenamento, afetando a capacidade antioxidante do alimento.

Tabela 14-Atividade antioxidante total ($\mu\text{M Trolox. g}^{-1}$) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e ‘Tokyo Goshō’, cultivados no Tabuleiro de Russas - CE, 2017.

Variedades	Estádios		
	Estádio 1	ESTÁDIO 2	Estádio 1
Rama Forte	221,35 ^{aB} $\pm$ 9,50	156,35 ^{bB} $\pm$ 3,18	86,88 ^{cB} $\pm$ 1,06
Giombo	189,22 ^{aC} $\pm$ 3,12	72,12 ^{bC} $\pm$ 0,61	62,02 ^{cC} $\pm$ 0,31
Tokyo Goshō	337,19 ^{aA} $\pm$ 10,84	188,45 ^{bA} $\pm$ 3,13	107,04 ^{cA} $\pm$ 1,13

* Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ($P > 0,05$).

Pinto (2010) observou redução no teor da atividade antioxidante total durante o armazenamento de caqui ‘Fuyu’. Tessmer (2014) cita que a redução da atividade antioxidante verificada em caquis pode estar relacionada à oxidação dos taninos, durante a perda natural da adstringência que, por sua vez, ocorre na maturação. Garcia e colaboradores (2011) relatam uma alta atividade antioxidante em frutos de caqui maduros com média de $406 \mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ ao estudarem a atividade antioxidante e o conteúdo fenólico total destes, constituindo este valor maior que os resultados encontrados na presente pesquisa.

6 CONCLUSÃO

Dentre as variedades analisadas, a ‘Rama Forte’ destacou-se por apresentar maiores valores para massa fresca, calibre e firmeza durante seu amadurecimento. A ‘Giombo’ apresentou maior média para diâmetro longitudinal, índice de formato, atividade da pectinametilesterase, como também para a relação sólidos solúveis/acidez titulável, sobressaindo com uma menor acidez. A variedade ‘Tokyo Goshō’ exibiu maiores valores para pectina total, poligalacturonase e atividade antioxidante. O estágio ideal de colheita dos frutos deve ocorrer quando estes apresentarem coloração amarelo alaranjado (estádio 3), em que seus atributos de qualidade demonstram maiores valores, sendo essas características de grande importância para a comercialização desses frutos.

Desse modo, o comportamento das variedades do caquizeiro estudadas demonstraram ótimas características físicas e físico-químicas em climas quentes, sendo estas, semelhantes às das variedades cultivados nas regiões originárias, bem como às de maiores produções, apresentando-se assim, como mais uma alternativa de frutíferas para exploração no estado do Ceará. Destaca-se, entre estas, a variedade ‘Rama Forte’, visto que apresentou maior tamanho, melhor aparência (menor lesões e manchas) e firmeza, indicando, desse modo, uma maior resistência para sua manipulação, transporte e conservação, permitindo, portanto, máximo de tempo para sua comercialização.

REFERÊNCIAS

- ACQUARONE, S. M. **Caracterização físicoquímica de frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L.) nas condições de Jaboticabal-SP.** Jaboticabal. 2003. 36f. Tese (Doutorado em Engenheiro Agrônomo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F.; **Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p. 7.^a Ed. rev. e atual (Boletim IAC, n.º 200).
- ALMEIDA, J. I. L.; LOPES, J. G. V.; OLIVEIRA, F. M. M. **Produtor de acerola.** Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2006. 40p.
- ALVES, G. et al. First report of Pestalotiopsis diospyri causing canker on persimmon trees. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 1019-1022, 2011.
- ANTHON, G. E.; SEKINE, Y.; WATANABE, N.; BARRETT, D. M. Thermal inactivation of pectin methyl esterase, polygalacturonase and peroxidase in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 21, p. 6153-6159, 2002.
- AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. C. S. M.; SOUZA, A. E. D.; FERREIRA, R. M. A.; AROUCHA FILHO, J. C. Qualidade pós-colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012.
- ASGAR M. A.; YAMAUCHI, R.; KATO, K.; Modification of pectin in Japanese persimmon fruit during the sun-drying process. **Food Chem**, v. 81 p. 555–560, 2003
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of analysis of Association of Official Chemists.** 13 ed. Washington. 2005, 620p.
- AYUB, R. A.; LOPES, F. M.; PRIA, M. D.; SANTOS, E. M. Aplicação pós-colheita de resveratrol em frutos de caqui “fuyu” e “giombo” (*Diospyrus kaki* L.). In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 5., 2010, Paraná. **Anais...** Paraná, UEPG 2010.
- BARBOSA, J. Q. **Conservação Pós-colheita de mamão Sunrise Solo com uso de quitosana.** 2012. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, 2012.
- BESADA, C.; SANCHEZ, G.; SALVADOR, A.; GRANELL, A. Volatile compounds associated to the loss of astringency in persimmon fruit revealed by untargeted GC – MS analysis. **Metabolomics** v. 9, p.157-172, 2013.
- BICALHO, U. O.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; COELHO, A. H. R. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagens PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 136-146, 2000.

BRACKMANN, A. Controle de maturação do caqui. In: **Toda Fruta**, São Paulo, 11 mar. 2014. Entrevista concedida a Equipe Toda Fruta. Disponível em: <www.todafruta.com.br/controle-da-maturacao-do-caqui>. Acesso em: 01 de setembro de 2017.

BRACKMANN, A.; SCHORR, M.R.W.; GASPERIN, A.R.; VENTURINI, T.L.; PINTO, J.A.V. Controle da maturação de caqui ‘Fuyu’ com aplicação de aminoetoxivinilglicina e 1-metilciclopropano. **Revista Brasileira de Fruticultura**. São Paulo. v. 35, n.4, p. 953-961, 2013.

BORRÁS, P. N. **Caracterización fisiológica durante el crecimiento y maduración del fruto de diferentes variedades de caqui**. 2012. 81 p. Trabajo de Master (Master em Calidad y Seguridad Alimentaria) – Universidade de Valencia, Valencia, 2012.

BUENO, S. C. S.; PIO, R.; WIECHMANN, C. J. S. Cultivo do caquizeiro. In: PIO, R. Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais. Lavras: **Editora UFLA**. p. 251-295, 2014.

BUTT M. S.; SULTAN, T.; AZIZ, M.; NAZ, A.; AHMED, W. Persimmon (*Diospyros kaki* L.) Fruit: Hidden Phytochemicals And Health Claims. **Excli Journal**, v. 14, p. 542-561, 2015.

CAMPOS, S.S. **Fenologia, estudo da biologia floral, fertilidade do pólen e produção em cultivares de caquizeiro (*Diospyros kaki* L. e *Diospyros virginiana* L.)**. 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTANEDA, L. M. F.; ALMEIDA, G. V. B.; WATANABE, H. S. **Produção integrada de pêssegos**: Manuseio Pós- Colheita e Logística. Rio Grande do Sul: Embrapa clima temperado. 2008, 41p. (Documentos, 228).

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A.B.G.; OLIVEIRA, I. V. M.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. Z. Características físicas e químicas de frutos de cinco variedades de caqui amadurecidos na planta ou em pós-colheita. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, 2007.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO – CEAGESP, 2000. Programa Brasileiro de Modernização da Horticultura. **Normas de classificação do caqui**. São Paulo: CQH; Documentos, 22.

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

CRISOSTO, C. H.; MITCHAM, E.J.; KADER, A.A. **Recommendations for maintaining postharvest quality of horticultural commodities**. Davis: University of California, 1999.

CURI, P. N.; TAVARES, B. S.; ALMEIDA, A. B.; PIO, R.; PASQUAL, M.; PECHE, P. M.; SOUZA, V. R. Characterization and influence of subtropical persimmon cultivars on juice and jelly characteristics. **An. Acad. Bras. Ciencias**, v.89, n.2, p. 1205-1220, 2016.

D'ANGELO, J. W. O. **Caracterização de caqui 'Kakimel' submetido ao choque de frio após destanização em Campina Grande do Sul – PR**. 2014. 56f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia e Fitossanitarismo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

DESROCHES, S.; LAPOINTE, A.; RATTÉ, S.; GRAVEL, K.; LÉGARÉ, F.; TURCOTTE, S. Interventions to enhance adherence to dietary advice for preventing and managing chronic diseases in adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 2, Art. No.: CD008722, 2013.

DALASTRA, I. M.; PIO, R.; ENTELMANN, F. A.; WERLE, T.; ULIANA, M. B.; SCARPARE FILHO, J. A.). Germinação de sementes de nogueiramacadâmia submetidas à incisão e imersão em ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.641-645, 2010.

DOCEMA, M. L. **Fixação de frutos de caqui, sua relação com o acúmulo de graus – dia e a aplicação de ácido giberélico**.2016.64f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piraciaba, 2016.

FAGUNDES, A. F.; DABUL, A. N. G.; AYUB, R. A. Aminoethoxivinilglicina no controle do amadurecimento de frutos de caqui cv. Fuyu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.1, p. 73-75, 2006.

FREITAS, R. V. S. **Armazenamento pós – colheita de frutos do mamoeiro formosa 'Tainug 01' recobertos com extratos à base de nim (*Azadirachta indica* Juss.)**. 2014.134f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2014.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 30 jul.. 2018.

FRANCA, L. G. **Indicação de clones de aceroleira visando a qualidade de frutos verdes para processamento**. 2016.96f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte, 2016.

FOSTER, R. E. F1 hybrid muskmelons, I superior performance of selected hybrids. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 9, p. 390 - 95, 1967.

FUNCEME – **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Disponível em; <<http://www.funceme.br/>> Acesso em: 29/01/2017.

GARCIA, A. M.; PASCUAL, T. S.; SANTOS, B. C.; RIVAS, G. J. Evaluation of the antioxidante properties of fruits. **Food Chemistry**, v.84, p. 13-18, 2004.

GARDIN, J.P.P; ARGENTA, L. C.; SOUZA, E. L.; ROMBALDI, C.V.; SOUZA, A. L. K. Qualidade de caqui 'Rama Forte' após armazenamento refrigerado, influenciada pelo

tratamentos 1-COM/ou CO₂. **Revista Brasileira de Fruticultura**. São Paulo. v.34, n.4, p.1043.Dez. 2012.

GONZÁLEZ, E.; VEGARA, E.; MART, N.; VALERO, M.; SAURA, D. Physicochemical Characterization of Pure Persimmon Juice: Nutritional Quality and Food Acceptability. **Journal Food Science**, v.80, p. 532-539, 2015.

HORTBRASIL. **Normas de Classificação, Padronização e Identidade do Caqui (*Diospyros kaki* L) para o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros**. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/caqui>> Acesso em: 01 de setembro 2017.

HUAN, C.; JIANG, L.; AN, X.; YU, M.; Xu, Y.; MA, R.; YU, Z. Potential role of reactive oxygen species and antioxidant genes in the regulation of peach fruit development and ripening. **Plant Physiol. Biochem**, v.104, p.294–303, 2016.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal**, 2014.Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=p&o=27&i=P>>. Acesso em: 15 setembro 2017.

IPECE - **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2017**. Disponível em: < http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Russas.pdf>. Acesso em: 31 de julho 2018.

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, v. 49, n. 4, p. 1085-1087, 1984.

JINYU CHEN; JING DU; ZHEN-ZHEN GE; WEI ZHU; RONGZU NIE; CHUN-MEI LI. Comparison of sensory and compositions of five selected persimmon cultivars (*Diospyros kaki* L.) and correlations between chemical components and processing characteristics. **Journal of Food Science and Technology**. v. 53, n.3, p. 1597-1607, 2016.

KADER, A. A. **Quality factors: definition and evaluation for fresh horticultural crops**. In: KADER, A. A. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California: University of California, p. 118 – 121, 1978.

KASHYAP D.; VOHRA P.; CHOPRA S.; TEWARI, R; Applications of pectinases in the commercial sector: a review. **Bioresour Technol**; v. 77, p.215–227, 2001.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti- oxidant activity and total phenolic- the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.36, n.7, p.703-725, 2001.

KOCHANOVA, Z. Sodium Azide Induced Morphological and Molecular Changes in Persimmon (*Diospyros Lotus* L.). *Agriculture*, v. 58, n. 2, p. 57-64, 2012.
LAGO, C. A. L.; MAIA, M. L. L.; MATTA, V. M. **O sabor das frutas tropicais no Brasil**. Brasília: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 1º Edição. 54p, 2016.

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**, v. 45, p.1390-1393, 1997.

LEE, J.H.; LEE, Y.B.; SEO, W.D.; KANG, A.T.; LIM, J.W. Comparative Studies of Antioxidant Activities and Nutritional Constituents of Persimmon Juice (*Diospyros kaki* L. cv.). **Prev Nutr Food Science**, v.17, p.141-151, 2012.

LIMA, J.M.P.; SANTOS FILHO, W.L.G.; SANTOS, E.A.F; LIMA, J.L.S. ; SANTOS, R.P.; SOUSA, F.B. MACAMBIRA, L.C.; SANTANA, A.L.; OLIVEIRA, G.P. **Caracterização física e rendimento de polpa de pitomba (*Talisia Esculenta Radlk*).** In: Congresso Brasileiro de química, 56., Belém –PA, 2016.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; OLIVEIRA, J. E. M.; ASSIS, J. S. **Cultivo do caquizeiro no Vale do São Francisco.** Petrolina: Embrapa Semiárido. 2014, 10p (circular técnica, 107).

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M. Possibilidades de cultivo de novas fruteiras no Nordeste: maçã, pêra, caqui e cacau. **In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA**, 18.; AGROFLORES, 13, 2011. Fortaleza. Produção rural com sustentabilidade. Fortaleza: Instituto Frutal, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/913191> . Acesso em 23 set 2017.

LOPES, J. F. **Melhoramento genético (chuchu, melancia, melão e pepino).** In: Cucurbitáceas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 8, n. 85, p. 61 - 65, 1982.

MACHADO, A. V. **Estudo da secagem do pedúnculo do caju em sistemas convencional e solar; modelagem e simulação do processo.** 143fs. Tese (Doutorado). Área Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, dez./ 2009.

MARTINELI, M.; ALVES, A. A. R.; FIGUEREDO, C. M. R.; FONSECA, M. J. O. Caqui cv. ‘Mikado’: análise de compostos voláteis em frutos adstringentes e destanizados. Rio de Janeiro: **Ciência Rural**. v.43, n.8, p.1516-1521, 2013.

MARTINELI, M. **Estudo de uma nova opção de embalagem para transporte e comercialização de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cv. Mikado e Rama-Forte.** 172fs. Tese (Doutorado). Em Ciência de Alimentos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; GUEDES, M. N. S.; ABREU, C. M. P.; MOURA, P. H. A. Environmental and genetic variation in the post-harvest quality of raspberries in subtropical areas in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.36, p.323-328, 2014.

McREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Columbus, v.24, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.

McGUIRE, R.G.; Reporting of objective colour measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MELO, B.; ALMEIDA, M. S. **Valor nutricional das frutas**. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/nutricao.htm#_Toc76516570>. Acesso em: 20 de set de 2017.

MENDONÇA, V. Z. **Métodos físicos na conservação de caqui cv. kioto in natura e minimamente processado**. 2016. 145f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp – Campus de Botucatu, 2016.

MENDONÇA, V. Z.; DAIUTO, E. R.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J. A.; FUJITA, E.; VIEITES, R. L.; TECCHIO, M. A.; CARVALHO, L. R. Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em atmosfera modificada passiva. **Nativa, Sinop**, v. 03, n. 01, p. 16-21, 2015.

MILANI, L. I. G.; TERRA, N.N.; FRIES, L.L. M.; CICHOSKI, A. J.; REZER, A. P.S.; BACKES, A. M.; PARODIA, C. G. Atividade antioxidante e antimicrobiana *in vitro* de extratos de caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Rama Forte. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 15, n. 2, p. 118-124, 2012.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - (MAPA). Cultivarweb: gerenciamento de informação. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 25 de Janeiro de 2018.

MORAES, M. R. **Atmosfera modificada e aplicação de cloreto de cálcio em caqui ‘Giombo’**. 2012. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, 2012.

MONTEIRO, M. F.; EDAGI, F. K.; SILVA, M. M.; SASAKI, F. F.; AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Temperaturas para remoção da adstringência com etanol em caqui ‘Giombo’. **Rev. Iber.Tecnología Postcosecha** v. 13, n.1 p.9-13, 2012.

MUNÔZ, V. R. S. **Destanização do caqui (*Diospyrus kaki* L.) ‘Rama Forte’**. 2002. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

NUGRAHERI, M.; RAHMAWATI, F. Potencial of yospirus Khaki Beverage as Sources of Natural Antioxidant. **Pakistan J Nutrition**, v.12, p.620-627, 2013.

OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indication of Kenyan Black Teas. **Jounal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215. 1977.

OLIVEIRA, L.F.; SANTOS, J.F.V.; BRANCO, C. V.; TOLENTINO, V.R. **Elaboração, características físico-químicas, nutricional e sensoriais de caqui orgânico em conserva.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. **Anais...**Gramado: FAURGS, 2016. 6p.

OLIVEIRA, T. A.; OLIVEIRA, L. L. P.; FARIAS, W. C.; SOUZA, M.S.M.; DANTAS, L. L. G. R.; SILVA, T. A. G. Comportamento do Consumidor de banana do município de Mossoró-RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 07-13, 2014.

OLIVEIRA, Z. L. **armazenamento refrigerado de atemoia ‘gefner’ em atmosfera modificada.** 2014. 81f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus* Limoeiro do Norte, 2014.

PATRICIA CIA; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F.; GRACIA, E.O. Quitosana no controle pós-colheita da podridão mole em caqui ‘Rama Forte’. **Campinas**, v. 69, n. 3, p745-752, 2010.

PÊ, P. R.; CARNEIRO, G. G.; CASTRO, F. R.; PÊ, D. S.; SILVA, D. R. S.; MARQUES, L. F. Secagem de polpa de caqui pelo método de camada de espuma. **Revista Holos**, Ano 32, v. 4, 2016.

PEREIRA, A. C. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante tortal de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará.** 2009. 122f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2009.

PINTO, P. M. **Pós-colheita de abiu, bacupari e camu-camu, nativos da Região Amazônica, cultivados no Estado de São Paulo.** 2013. 145f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

PINTO, D. M. **Tecnologias de pós-colheita em caqui ‘fuyu’.** 2010. 165f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2010.

PLAZA, L.; COLINA, C.; ANCOS, B.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; PILAR CANO, M. Influence of ripening and astringency on carotenoid content of high-pressure treated persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). **Food Chemistry**, v. 130, n. 3, p. 591-597, 2012.

PORFÍRIO-DA-SILVA, L. C.; ALMEIDA, M. M.; BORSATO, A. V.; RAUPP, D. S. Qualidade pós-colheita do caqui ‘Fuyu’ tratado com promalina. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 519-526, 2011.

PRESSEY, R.; AVANTS, J. K. Solubilization of cell walls bytomato polygalacturonase: effects of pectinesterases. *Journal of Food Biochemistry*, v. 6, n. 1, p. 57-74, 1982.

PRESSEY, R.; AVANTS, J. K.. Separation and characterization of endopolygalacturonase and exopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology** , v.52, p.252-256, 1973.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. **Antioxidante activity applyngna improved ABTS radical cation**

decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, 1999.

ROMBALDI, C.; CORRENT, A.; GIRARDI, C.; PARUSSOLO, A.; TOMAZZI, R.; FRONZA, E. Efeito do 1-metilciclopropeno em maçãs 'Fuji' armazenadas em atmosfera refrigerada e atmosfera controlada. **Current Agricultural Science and Echnology**, v. 11, n. 1, 2012.

ROZZOUK, P. L. G. **Avaliação fenológica de dez variedades de caquizeiro (Diospyros kaki L.) e propagação por estaquia em regiões tropicais.** 2007.104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia – UNESP, São Paulo, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAES, S. M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica:** determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2007, 4p. (comunicado técnico, 128).

SANTOS, A. D. C. **Estudo metabolômico de cultivares de caqui (Diospyros kaki) durante diferentes estágios de desenvolvimento através da RMN HR-MAS de 1H aliada à quimiometria.** 2016.109f. Tese (Doutorado em Química) -Universidade Federal do Paraná, 2016.

SCHIEBER, A.; FUGEL, R.; HENKE, M.; CARLE, R. Determination of the fruit content of strawberry fruit preparations by gravimetric quantification of hemicelulose. **Food Chemistry**, v.91, p.365-371, 2005.

SILVA, L. R. A. **Caracterização bioquímica e de qualidade no amadurecimento dos mamões UENF/CALIMAN01 e Tainung01.** 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, A. V. C.; MUNIZ, E. N. Qualidade de aтемóia colhida em dios estádios de maturação. **Revista Caatinga**, Mossoró- RN. v. 24, n.4, p. 9-13, 2011.

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

TESSMER, M. A; KLUGE, R. A.; GLÓRIA, B. A. The accumulation of tannins during the development of 'Giombo' and 'Fuyu' persimmon fruits. **Science Hortic.**, v.172, p.292-299, 2014.

VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ, J. L. HERNÁNDEZ-CARRIÓN, M , HERNANDO, I.; QUILES, A. Impact of high hydrostatic pressures on the structure, diffusion of soluble compounds and textural properties of persimmon 'Rojo Brillante'. **Food Research International**, v. 47, n. 2, p. 218-222, 2012.

VALENTINE, S. R. T.; FERREIRA, M. D.; ATARASSI, M. E.; BENATO, E. A. Avaliação das linhas de beneficiamento e impactos da queda a qualidade do caqui 'Rama Forte'. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.642-655, 2009.

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

VEBERIC, R.; JURHAR, J.; MIKULIC-PETKOVSEK, M.; STAMPAR, F.; SCHMITZER, V. Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki*). **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 477-483, 2010.

VIEITES, R. L.; PICANÇO, N. F. M.; DAIUTO, É. R. Radiação gama na conservação de caqui 'Giombo', destanizado e frigoarmazenado. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.34, p.719-726, 2012.

VILAS BOAS, A. A. C. **Qualidade pós – colheita de frutos de tomateiro em função de fontes de cálcio**. 2014.95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

VINHA, A. F.; SOARES, M. O.; HERDEIRO, T. MACHADO, M. Chemical Composition and Antioxidant Activity of Portuguese Diospyrus Kaki Fruit by Geographical Origins. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 2, 2012.

VOSS, D. H. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. **Hort. Science**, v.27, n.12, p. 1256-1260, 1992.

ZHANG, Y. J, GAN, R. Y.; LI, S.; ZHOU, Y.; LI, A. N.; XU, D. P.; LI, H.B. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. **Molecules**, v.20, n.12, p.21138–21156, 2015.

YIN, X.; SHI, Y.; MIN, T.; LUO, Z.; YAO, Y.; XU, Q.; FERGUSON, I.; CHEN, K. Expression of ethylene response genes during persimmon fruit astringency removal. **Planta**, v.235, p.895-906, 2012.

APÊNDICES

Apêndice A

Tabela 1A- Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para massa fresca e firmeza de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas – CE, 2017.

Variedades	Estádios	Massa Fresca (g)	Firmeza (N)
Rama Forte	E1	103,37aA	36,45aA
	E2	95,32aA	38,18aA
	E3	102,53aA	33,24bA
Giombo	E1	71,98bB	37,32aA
	E2	88,21aA	34,72aA
	E3	83,62aB	21,62bB
Tokyo Gosho	E1	74,06aB	31,14aB
	E2	78,09aB	25,45abB
	E3	80,85aB	23,4bB
Média Geral		86,45	31,28
CV (%)		13,56	20,09

* Estádios de maturação: “E1” – 80%-90% com coloração verde; “E2” - 50-60% de coloração amarela; “E3” - 80-90% com coloração amarela. Para cada variável, letra minúscula diferente indica diferença estatística em $P>0.05$ entre os estádios e letra maiúscula indica diferença estatística em $P>0.05$ entre as variedades de acordo com teste de Tukey. Os dados representam a média de 4 repetições.

Tabela 2A- Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para diâmetro longitudinal, transversal, de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e Tokyo Goshô, cultivados no Tabuleiro de Russas – CE, 2017.

Variedades	Estádios	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	Índice de Formato (mm)	Calibre (cm)
Rama Forte	E1	46,69aB	63,39aA	0,73aB	6,00aA
	E2	45,52aB	59,59bA	0,75aB	5,44bA
	E3	46,40aB	61,91abA	0,75aB	5,78abA
Giombo	E1	51,48bA	49,52bC	1,01abA	4,78aB
	E2	54,81aA	51,35abC	1,04aA	4,67aB
	E3	51,58bA	53,05aB	0,97bA	5,00aB
Tokyo Goshô	E1	41,34aC	54,76aB	0,71aB	4,89aB
	E2	39,36aC	55,77aB	0,71aC	5,22aA
	E3	39,13aC	55,35aB	0,72aB	5,00aB
Média Geral		46,26	56,08	0,82	5,20
CV (%)		12,13	8,38	17,17	8,78

* Estádios de maturação: “E1” – 80%-90% com coloração verde; “E2” - 50-60% de coloração amarela; “E3” - 80-90% com coloração amarela. Para cada variável, letra minúscula diferente indica diferença estatística em $P>0.05$ entre os estádios e letra maiúscula indica diferença estatística em $P>0.05$ entre as variedades de acordo com teste de Tukey. Os dados representam a média de 4 repetições.

Tabela 3A- Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para parâmetro luminosidade, cromaticidade e ângulo Hue de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas – CE, 2017.

Variedades	Estádios	Luminosidade (L)	Cromaticidade (C)	Ângulo Hue (°h)
Rama Forte	E1	43,70bB	35,00cB	90,34aB
	E2	52,39aA	47,85bA	86,02aA
	E3	58,43aA	62,44aA	71,9bA
Giombo	E1	53,37abA	40,92cA	95,62aA
	E2	52,73bA	49,31bA	81,61bAB
	E3	55,94aA	57,26aAB	59,95cB
Tokyo Gosho	E1	43,42bB	39,79cAB	89,23aB
	E2	48,92abB	45,33bA	77,77bB
	E3	52,83aA	51,27aB	68,12cA
Média Geral		51,30	47,69	80,06
CV (%)		9,93	18,15	14,57

* Estádios de maturação: “E1” – 80%-90% com coloração verde; “E2” - 50-60% de coloração amarela; “E3”- 80-90% com coloração amarela. Para cada variável, letra minúscula diferente indica diferença estatística em $P>0.05$ entre os estádios e letra maiúscula indica diferença estatística em $P>0.05$ entre as variedades de acordo com teste de Tukey. Os dados representam a média de 4 repetições.

Tabela 4A- Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Relação SS/AT de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas – CE, 2017.

Variedades	Estádios	pH	Acidez titulável (% ácido málico)	Sólidos solúveis (°Brix)	Relação SS/AT
Rama Forte	E1	5,53bA	0,17aA	18,98bAB	111,55bA
	E2	5,54bB	0,14aAB	18,67bAB	114,87bB
	E3	5,69aA	0,14aB	22,58aA	153,57aB
Giombo	E1	5,53bAB	0,14aA	15,91bB	110,00bA
	E2	5,73aA	0,12aB	16,27bB	148,10bA
	E3	5,65aA	0,07bC	22,44aA	298,54aA
Tokyo Gosho	E1	5,44bB	0,15aA	20,80bA	134,87aA
	E2	5,47bB	0,17aA	21,42bA	129,90aAB
	E3	5,64aA	0,18aA	24,11aA	122,33aB
Média Geral		5,58	0,14	20,13	147,08
CV (%)		1,81	23,26	14,21	40,02

* Estádios de maturação: “E1” – 80%-90% com coloração verde; “E2” - 50-60% de coloração amarela; “E3”- 80-90% com coloração amarela. Para cada variável, letra minúscula diferente indica diferença estatística em $P>0.05$ entre os estádios e letra maiúscula indica diferença estatística em $P>0.05$ entre as variedades de acordo com teste de Tukey. Os dados representam a média de 4 repetições.

Tabela 5A- Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para pectina total, pectina solúvel, atividade da enzima pectinametilesterase (PME) e enzima poligalacturase (PG) de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e Tokyo Goshô, cultivados no Tabuleiro de Russas – CE, 2017.

Variedades	Estádios	Pectina total (%)	Pectina Solúvel (%)	Enzima PME (UAE/min. g massa fresca)	Enzima PG (UAE/min. g massa fresca)
Rama Forte	E1	0,23aA	0,05bA	866,33bB	827,65bA
	E2	0,20aA	0,07bA	1018,05aA	734,90bC
	E3	0,09bB	0,12aA	1046,62aB	110,05aB
Giombo	E1	0,20aA	0,06bA	928,43bAB	681,98cB
	E2	0,22aA	0,10bA	1032,42bA	879,42bB
	E3	0,16bAB	0,12aB	1249,24aA	954,88aC
Tokyo Goshô	E1	0,24aA	0,07aA	959,15bA	843,11cA
	E2	0,21abA	0,11aA	1068,8aA	1082,18bA
	E3	0,19bA	0,12aA	1139,08aB	1295,61aA
Média Geral		0,19	0,09	1034,24	823,31
CV (%)		23,42	31,26	11,02	39,53

* Estádios de maturação: “E1” – 80%-90% com coloração verde; “E2” - 50-60% de coloração amarela; “E3” - 80-90% com coloração amarela. Para cada variável, letra minúscula diferente indica diferença estatística em $P>0.05$ entre os estádios e letra maiúscula indica diferença estatística em $P>0.05$ entre as variedades de acordo com teste de Tukey. Os dados representam a média de 4 repetições.

Tabela 6A- Resumo das análises de variância e respectivos níveis de significância para atividade antioxidante total e polifenóis extraíveis totais de frutos do caquizeiro variedade ‘Rama Forte’, ‘Giombo’ e Tokyo Gosho’, cultivados no Tabuleiro de Russas – CE, 2017.

Variedades	Estádios	Atividade antioxidante total ($\mu\text{M Trolox. g}^{-1}$)	Polifenóis extraíveis totais (mg EAG.100 g^{-1})
Rama Forte	E1	221,35aB	87,15aB
	E2	156,35bB	61,89bA
	E3	86,88cB	43,27cB
Giombo	E1	189,22aC	99,82aA
	E2	72,12bC	52,72bA
	E3	62,02cC	46,55bAB
Tokyo Gosho	E1	337,19aA	58,31aC
	E2	188,45bA	57,49aA
	E3	107,04cA	62,71aA
Média Geral		157,85	63,32
CV (%)		55,89	29,32

*Estádios de maturação: “E1” – 80%-90% com coloração verde; “E2” - 50-60% de coloração amarela; “E3”- 80-90% com coloração amarela. Para cada variável, letra minúscula diferente indica diferença estatística em $P>0.05$ entre os estádios e letra maiúscula indica diferença estatística em $P>0.05$ entre as variedades de acordo com teste de Tukey. Os dados representam a média de 4 repetições.