



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PEQUI
MINIMAMENTE PROCESSADO (*Caryocar brasiliense* Camb.)
SUBMETIDO AO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES
TEMPERATURAS E EMBALAGENS; E CARACTERIZAÇÃO DE
FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS**

DÉBORAH BEZERRA VALÉRIO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**Brasília - DF
Setembro/2021**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PEQUI
MINIMAMENTE PROCESSADO (*Caryocar brasiliense* Camb.)
SUBMETIDO AO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES
TEMPERATURAS E EMBALAGENS; E CARACTERIZAÇÃO DE
FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS**

DÉBORAH BEZERRA VALÉRIO

**ORIENTADORA: DRA. FABIANA CARMANINI RIBEIRO
CO-ORIENTADORA: DRA. MARIA MADALENA RINALDI**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**Brasília - DF
Setembro/2021**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PEQUI MINIMAMENTE PROCESSADO (*CARYOCAR BRASILIENSE* CAMB.) SUBMETIDO AO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS; E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS.

DÉBORAH BEZERRA VALÉRIO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE/DOCTOR EM AGRONOMIA NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO VEGETAL.

APROVADA POR:

Professora Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro
Universidade de Brasília (UnB)
CPF: 059.119.796-08 e-mail: fabianacarmanini@yahoo.com.br (Orientadora)

Professora Dra. Michelle Souza Vilela
Universidade de Brasília – UnB
CPF: 919.623.401-63

Professor Dr. José Henrique da Silva Taveira
Universidade Estadual de Goiás - UEG
CPF: 046.822.526-90

Brasília/DF, 10 de setembro de 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

V164a Valério, Déborah Bezerra
Avaliação da qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e embalagens; e caracterização de frutos de diferentes genótipos. / Déborah Bezerra Valério; orientadora Fabiana Carmanini Ribeiro; co-orientadora Maria Madalena Rinaldi – Brasília, 2021.
120 p.: il

Dissertação (Mestrado – Mestrado em Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. *Caryocar brasiliense* 2. Qualidade pós-colheita 3. Processamento mínimo 4. Armazenamento 5. Caracterização. I. Ribeiro, Fabiana Carmanini, orient. II. Rinaldi, Maria Madalena, co-orient. III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VALÉRIO, D. B. **Avaliação da qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e embalagens; e caracterização de frutos de diferentes genótipos.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021. 120p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome da Autora: Déborah Bezerra Valério

Título da Dissertação: Avaliação da qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e embalagens; e caracterização de frutos de diferentes genótipos.

Grau: Mestre **Ano:** 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Déborah Bezerra Valério

CPF: 047.151.811-50/ Matrícula: 19/0022817

E-mail: dborah.v@gmail.com

Dedico este trabalho ao meu amado esposo e à minha amada filha.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me permitir essa conquista em meio a tantas adversidades. Em segundo lugar, agradeço à Universidade de Brasília – UnB, que proporciona uma educação pública de excelência. Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, que me concedeu bolsa durante a pesquisa.

À minha família, por todo o apoio e suporte que me permitiram chegar até aqui. Em especial, agradeço a minha mãe, Cláudia, por todo o suporte e bem-estar que me proporcionou para que eu conseguisse concluir o trabalho.

Ao meu esposo, Rafael, por toda a paciência e incentivo para que eu queira sempre mais.

À minha amada irmã, Letícia, e às minhas queridas amigas Ana Paula, Alline, Rafaela e Geovana, que estiverem sempre ao meu lado durante minha jornada, acreditando mais em mim que eu mesma. Rafaela e Geovana, a vocês um agradecimento especial por todo o apoio durante a coleta do pequi e condução dos experimentos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro, agradeço a sua dedicação, parceria, apoio e todo o conhecimento que me ajudou a adquirir.

À minha co-orientadora, Dra. Maria Madalena Rinaldi, pela disponibilidade e apoio.

Ao Prof. Dr. Eduardo Monteiro de Castro Gomes, pelo grande apoio nas análises estatísticas, por todo o tempo disponibilizado e por toda a boa vontade em tirar minhas dúvidas.

À Profa. Dra. Michelle Souza Vilela, por todo o carinho e boa vontade para explicar estatística e sanar dúvidas.

Ao Prof. Dr. Ernandes Rodrigues de Alencar e ao Laboratório de Bromotologia e Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília – UnB, pela disponibilidade.

Aos técnicos do Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Embrapa Cerrados – CPAC, pela ajuda nas análises laboratoriais e procedimentos de bancada.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Brasília, por todo o conhecimento transmitido.

ÍNDICE

RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	2
Objetivo Geral	4
Objetivos específicos	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
Cerrado brasileiro.....	5
Frutos do Cerrado.....	6
Pequizeiro	7
Caracterização	7
Produção.....	10
Utilização	12
Importância socioambiental	14
Pós-colheita/Pós-coleta.....	15
Qualidade e vida de prateleira	15
Fisiologia pós-colheita	18
Processamento mínimo	21
Temperatura.....	22
Embalagem.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

CAPÍTULO 1 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PEQUI MINIMAMENTE PROCESSADO (CARYOCAR BRASILIENSE CAMB.) SUBMETIDO AO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
Local dos experimentos	41
Matéria-prima	41
Condução dos experimentos	41
Caracterização física do lote de matéria-prima.....	42
Experimento 1 – Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas	43
Experimento 2 – Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes embalagens	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
Análise descritiva do lote de matéria-prima	47
Experimento 1 – Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas	50
Perda de massa fresca	50
Acidez total titulável e pH.....	51
Coordenada L*	54

Croma.....	55
Ângulo <i>Hue</i>	57
Firmeza.....	58
Experimento 2 – Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes embalagens	60
Perda de massa fresca	60
Acidez total titulável e pH.....	62
Coordenada L*	66
Croma.....	67
Ângulo <i>Hue</i>	69
Firmeza.....	72
CONCLUSÕES.....	74
Experimento 1 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas	74
Experimento 2 – Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes embalagens	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE PEQUI (CARYOCAR BRASILIENSE CAMB.) DE DIFERENTES GENÓTIPOS.....	80
RESUMO	81
ABSTRACT	82
INTRODUÇÃO.....	83
MATERIAL E MÉTODOS.....	85

Local.....	85
Matéria-prima	85
Condução	86
Análises físicas, físico-químicas e de cor	86
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
Cor	89
Análises físico-químicas.....	93
Análises físicas.....	96
CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Valores médios, mínimos e máximos e coeficientes de variação fenotípica de caracteres físicos de frutos de pequi, matéria-prima para o experimento 1.	47
Tabela 2. Valores médios, mínimos e máximos e coeficientes de variação fenotípica de caracteres físicos de frutos de pequi, matéria-prima para o experimento 2.	48
Tabela 3. Valores médios de acidez total titulável de pequi minimamente processado e submetido a diferentes temperaturas.	52
Tabela 4. Valores médios de pH de pequi minimamente processado e submetido a diferentes temperaturas nos seis tempos de armazenamento avaliados	53
Tabela 5. Valores médios de acidez total titulável do pequi minimamente processado para cada forma de acondicionamento nos seis tempos de armazenamento avaliados, expresso em mg ácido cítrico por 100 g de polpa de pequi.	62
Tabela 6. Valores médios de pH do pequi minimamente processado para cada forma de acondicionamento nos seis tempos de armazenamento avaliados.	65
Tabela 7. Valores médios de ângulo <i>Hue</i> dos pirênios para cada forma de acondicionamento nos seis tempos de armazenamento avaliados.	70

Capítulo 2

Tabela 8. Contribuição dos parâmetros de cor avaliados para os dois primeiros componentes principais.	90
--	----

Tabela 9. Valores médios de coordenada L*, croma e ângulo <i>Hue</i> da casca e da polpa de pequi de indivíduos discriminados em dois grupos diferentes	91
Tabela 10. Correlação linear dos parâmetros de cor de 42 indivíduos de pequi avaliados	92
Tabela 11. Contribuição dos parâmetros físico-químicos avaliados para os dois primeiros componentes principais.....	94
Tabela 12. Valores médios de SST, pH, ATT, extrato etéreo e cinzas da polpa de pequi de indivíduos discriminados em dois grupos diferentes.....	94
Tabela 13. Correlação linear dos parâmetros físico-químicos de 42 indivíduos de pequi avaliados.....	95
Tabela 14. Contribuição dos parâmetros físicos avaliados para os dois primeiros componentes principais	98
Tabela 15. Valores médios dos parâmetros físicos de frutos de pequi e pirênios de indivíduos discriminados em três grupos diferentes	99
Tabela 16. Distribuição de frequência relativa (%) do número de pirênios por fruto em 42 indivíduos de pequi	101
Tabela 17. Correlação linear dos parâmetros físicos de 42 indivíduos de pequi avaliados. ...	102

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1. Equações de regressão da variável perda de massa fresca de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias. 50
- Figura 2. Equações de regressão da variável pH de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias. 53
- Figura 3. Equação de regressão da variável coordenada L^* de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias. 54
- Figura 4. Equação de regressão da variável croma de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias. 56
- Figura 5. Equação de regressão da variável ângulo Hue de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias. 57
- Figura 6. Equação de regressão da variável firmeza pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias. 59
- Figura 7. Equações de regressão da variável perda de massa fresca de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias. 60
- Figura 8. Equações de regressão da variável acidez total titulável de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias. 63
- Figura 9. Equações de regressão da variável pH de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias. 65
- Figura 10. Equações de regressão da variável coordenada L^* de pequi minimamente

processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias	66
Figura 11. Equação de regressão da variável croma de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.	68
Figura 12. Equações de regressão da variável ângulo <i>Hue</i> de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias	71
Figura 13. Equação de regressão da variável firmeza de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias	72

Capítulo 2

Figura 14. Biplot dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais para dados de 42 indivíduos de pequi (E5, E6, ... L42, L48), agrupados em 2 grupos, em função dos parâmetros de cor avaliados: coordenada L^* , croma e ângulo <i>Hue</i> da casca e da polpa dos pirênios.	89
Figura 15. Biplot dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais para dados de 42 indivíduos de pequi (E5, E6, ... L42, L48), agrupados em 2 grupos, em função dos parâmetros físico-químicos avaliados: pH = potencial hidrogeniônico; sst = sólidos solúveis totais; att = acidez total titulável; etéreo = extrato etéreo; e cinzas.	93
Figura 16. Biplot dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais para dados de 42 indivíduos de pequi (E5, E6, ... L42, L48), agrupados em 3 grupos, em função dos parâmetros físicos avaliados: NP = número de pirênios por fruto; C/D = relação comprimento-diâmetro menor do fruto; espessura fruto = espessura da casca; DMeF = diâmetro menor do	

fruto; DMaF = diâmetro maior do fruto; MF = massa do fruto; CF = comprimento do fruto; DLP = diâmetro longitudinal do pirênio; DEP = diâmetro equatorial do pirênio; CP = comprimento do pirênio; MP = massa do pirênio; e REND = rendimento de massa de pirênios por massa do fruto..... 97

RESUMO GERAL

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PEQUI MINIMAMENTE PROCESSADO (*CARYOCAR BRASILIENSE* CAMB.) SUBMETIDO AO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS; E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS.

O potencial de utilização de espécies nativas do Cerrado, com destaque para o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), aliado ao crescimento da demanda por produtos que valorizem a cultura e produção locais, ofertados de forma conveniente ao consumidor e com sua qualidade preservada justifica estudos que visem contribuir no conhecimento acerca da pós-colheita do pequi. O mercado de frutas nativas enfrenta, no mais, limitações impostas pela ausência de produção comercial e cadeia produtiva estruturada, sendo a espécie selvagem e explorada por extrativismo. A elevada variabilidade fenotípica inter e intrapopulacional impulsiona estudos de caracterização dos indivíduos de pequizeiro, a fim de basear ações futuras, como a seleção de matrizes para fins comerciais ou de melhoramento genético. Nesse contexto, o presente trabalho foi realizado com os objetivos de: i) avaliar a influência de quatro temperaturas no pequi minimamente processado (5°, 10°, 15° e 22°C) sobre aspectos de qualidade pós-colheita durante o armazenamento, acondicionados em bandejas de isopor sem revestimento; ii) avaliar a influência de seis formas de acondicionamento de pequi minimamente processado (bandejas de isopor sem revestimento; bandejas de isopor revestidas com filme de PVC; sacos de polietileno de baixa densidade nas espessuras 60µm, 100µm e 200 µm; sacos de polietileno de alta densidade na espessura 30µm) sobre aspectos de qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado a 5°C; e iii) realizar a caracterização física e físico-química de frutos de 42 genótipos de pequi pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, a fim de compará-los quanto às características dos frutos. Os experimentos de qualidade pós-colheita foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x6 (quatro temperaturas e seis tempos de armazenamento) e 6x6 (seis acondicionamentos e seis tempos de armazenamento), com 3 repetições. A caracterização dos frutos de diferentes genótipos se deu com a coleta de 30 frutos por planta de 42 pequizeiros, comparados por meio da análise de componentes principais (ACP). Os experimentos mostraram que as temperaturas de 5°C e 10°C e as embalagens de polietileno foram mais eficazes na conservação da massa fresca do pequi e aqueles mantidos a 15°C e 22°C, bem como aqueles acondicionados bandejas de isopor sem revestimento apresentaram menor vida útil. Quanto à caracterização, houve a formação de diferentes grupos em função dos parâmetros avaliados, onde observou-se destaque para alguns indivíduos em função da coloração da polpa mais intensa, maior teor de lipídeos e maior tamanho de pirênios.

Palavras Chave: *Caryocar brasiliense* Camb., características organolépticas, processamento mínimo, armazenamento.

ABSTRACT

FRESH CUT POSTHARVEST QUALITY ASSESSMENT PROCESSED (*Caryocar brasiliense* CAMB.) STORED AT DIFFERENT TEMPERATURES AND PACKAGING; AND CHARACTERIZATION OF FRUITS FROM DIFFERENT GENOTYPES.

The potential for using native species from the Cerrado, with an emphasis on pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), allied to the growing demand for products that value the local culture and production, offered in a convenient way to the consumer and with its preserved quality justifies studies that aim to contribute to knowledge about postharvest pequi. The native fruit market faces, moreover, limitations imposed by the absence of commercial production and structured production chain, being the wild species and exploited by extractivism. The high inter and intrapopulational phenotypic variability justifies characterization studies of pequi trees, in order to base future actions, such as the selection of breeders for commercial purposes or for genetic improvement. In that context, the present work was carried out with the objectives of: i) evaluating the influence of four temperatures in fresh cut pequi (5°, 10°, 15° and 22°C) on aspects of postharvest quality during storage, packed in uStyrofoam trays; ii) evaluate the influence of six ways of packaging fresh cut pequi (uncoated styrofoam trays; coated styrofoam trays with PVC film; low density polyethylene bags in thicknesses 60µm, 100µm and 200 µm; high density polyethylene bags in thickness 30µm) on aspects of postharvest quality during refrigerated storage at 5°C; and iii) carry out the physical and physicochemical characterization of fruits of 42 pequi genotypes belonging to the Germplasm Collection of Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, in order to compare them regarding the characteristics of the fruits. The postharvest quality experiments were conducted in a completely randomized design (CRD) in a 4x6 factorial scheme (four temperatures and six storage times) and 6x6 (six packaging and six times of storage), with 3 repetitions. The characterization of fruits of different genotypes resulted in the collection of 30 fruits per plant from 42 pequi trees, compared through principal component analysis (PCA). The experiments have shown that temperatures of 5°C and 10°C and polyethylene packaging were more effective in preserving the fresh mass of pequi and those kept at 15°C and 22°C, as well as those uncoated Styrofoam trays had a shorter shelf life. As for the characterization, there was the formation of different groups depending on the parameters evaluated, where some individuals stood out due to the color of the pulp being more intense, higher lipid content and greater size of pyrenes.

Key words: *Caryocar brasiliense* Camb., organoleptic characteristics, minimum processing, storage.

INTRODUÇÃO GERAL

As atividades agrícolas, pecuárias, pesqueiras, florestais e biotecnológicas encontram base na biodiversidade; que no Brasil, apesar da riqueza biológica, ainda baseia grande parte das atividades agrícolas em espécies exóticas. A busca por um melhor aproveitamento de plantas nativas, em especial aquelas já conhecidas e comercializadas por comunidades locais e regionais, é uma grande oportunidade a ser explorada.

Nesse contexto, o Cerrado brasileiro é um bioma de destaque na oferta de espécies frutíferas de elevado potencial de uso, cultivo, domesticação e melhoramento. Dentre as mais de cinquenta espécies conhecidas e utilizadas pelas comunidades locais, quase totalmente através do extrativismo, está o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

Em virtude de seu potencial econômico, diferentes técnicas para a produção de mudas de pequi têm sido pesquisadas. Seus usos incluem o aproveitamento alimentar dos frutos, tanto para alimentação humana quanto animal; aplicação na indústria cosmética; na medicina popular regional; no paisagismo; indicação para recuperação de áreas degradadas e recomendação para sistemas agroflorestais.

Para se alcançar uma expansão de oferta no mercado de frutos nativos do Cerrado, é preciso superar limitações no que tange à coleta, armazenamento e comercialização. Na área de tecnologia pós-colheita, o estímulo e desenvolvimento de pesquisas sobre processamento, conservação eficiente e obtenção de padrões de qualidade são necessários.

O processamento mínimo de frutos de pequi, acondicionados em embalagens e sob armazenamento refrigerado, é uma alternativa de oferta do produto que corresponde à expectativa do mercado consumidor em adquirir produtos atrativos e convenientes, respeitando as exigências de qualidade do alimento. Dessa forma, o estudo da influência de diferentes formas de acondicionamento e diferentes temperaturas de refrigeração sob aspectos de qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado se faz relevante.

A produção do fruto também encontra limitações por ser uma espécie selvagem, de alta variabilidade fenotípica intra e interpopulacional, explorada comercialmente através do

extrativismo. Desse modo, o aumento da oferta do fruto, bem como outras possibilidades de exploração, justificam o estudo da caracterização de diferentes genótipos, que pode também ser base para a seleção de matrizes e frutos de maior qualidade.

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e embalagens, e caracterizar frutos de diferentes genótipos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência de quatro temperaturas no pequi minimamente processado (5°, 10°, 15° e 22°C) sobre aspectos de qualidade pós-colheita durante o armazenamento, acondicionados em bandejas de isopor sem revestimento;
- Avaliar a influência de seis formas de acondicionamento de pequi minimamente processado (bandejas de isopor sem revestimento; bandejas de isopor revestidas com filme de PVC; sacos de polietileno de baixa densidade nas espessuras 60µm, 100µm e 200 µm; sacos de polietileno de alta densidade na espessura 30µm) sobre aspectos de qualidade pós-colheita durante o armazenamento refrigerado a 5°C;
- Realizar a caracterização física e físico-química de frutos de 42 genótipos de pequi pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, a fim de compará-los quanto às características dos frutos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Cerrado brasileiro

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Floresta Amazônica, ocupando mais de 2.000.000 km², o que corresponde a 23% do território nacional. Compreende como área contínua os estados de Tocantins, Goiás e Distrito Federal, parcialmente os estados do Ceará, Maranhão, Bahia, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Rondônia, além de ocorrer em áreas descontínuas nos estados do Amapá, Pará, Roraima, Amazonas e no Paraná. Fora do Brasil, ocorre na Bolívia e no Paraguai (SANO; ALMEIDA, 1998).

O clima deste bioma é classificado como Aw de Köppen – tropical chuvoso -, em que os invernos são secos e os verões chuvosos, com precipitação média anual de 1500 mm. A altitude varia de 300 a 1600 m, e predomina-se os latossolos, com alto grau de intemperismo, ácidos e pobres em nutrientes. A vegetação se caracteriza por formações florestais, savânicas e campestres, em que são descritas 11 fitofisionomias: Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão, que compreendem as formações florestais; Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda, que se enquadram nas formações savânicas; Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo, que compreendem as formações campestres (SANO; ALMEIDA, 1998; SOUSA; LOBATO, 2004).

O bioma abriga as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul – Amazônica, São Francisco e Prata, e é considerado a savana mais rica do mundo, sob o ponto de vista da diversidade biológica, com mais de 11 mil espécies de plantas nativas (AGUIAR; CAMARGO, 2004; RIBEIRO; WALTER, 2008; BRASIL, s/d [b]).

O Cerrado é um dos *hotspots* mundiais, devido à grande biodiversidade, à elevada riqueza em espécies endêmicas e ao alto grau de ameaça (BRASIL, s/d [b]). Segundo o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (IBRAM, 2018), estima-se que 50 a 80% do bioma original foi transformado em áreas degradadas ou em áreas de uso agrícola ou pastagens.

Frutos do Cerrado

Tem-se conhecimento de mais de 50 espécies frutíferas nativas do Cerrado utilizadas pela comunidade tradicional que vive na região. Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), cagaita (*Eugenia dysenterica* D.C.), baru (*Dipteryx alata* Vog.), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), araticum (*Annona crassiflora* Mart.), cajuí (*Anacardium humile* ST. HILL.) e jenipapo (*Genipa americana* L.) são alguns exemplos expressivos, e destacam-se pelos usos alimentares, medicinais, ornamentais, madeireiros, melíferos, entre outros (AQUINO, 2006).

A rica diversidade de fruteiras nativas pertence a um leque de espécies com elevado e pouco explorado potencial de uso, cultivo, domesticação e melhoramento. No Cerrado, são conhecidas fruteiras de sabores acentuados, com altos teores de fibras, antioxidantes, vitaminas e sais minerais (VIEIRA et al, 2010).

As fruteiras nativas são adaptadas ao solo e ao clima locais, precisam de poucos insumos químicos e, assim, apresentam baixo custo de plantio e manutenção, o que favorece a implantação de pomares domésticos e comerciais, em especial para agricultores familiares e pequenos produtores, como também plantios com finalidade ambiental. A utilização das frutas para consumo in natura e fabricação de doces, geleias, licores e sucos é uma alternativa de geração de renda para as comunidades rurais (VIEIRA et al, 2010).

Visando o fomento ao uso das espécies nativas pelos pequenos agricultores e comunidades rurais, o Projeto Plantas do Futuro, articulado pelo Ministério do Meio Ambiente e executado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, no que tange à região Centro-Oeste, identificou as espécies autóctones com maior potencial para a exploração sustentada, considerando aspectos econômicos, nutricionais, sociais e ambientais. A iniciativa selecionou 39 espécies alimentícias, dentre as quais estão a macaúba, o caju-do-cerrado, o jenipapo, a gueroba, o buriti, o maracujá-do-cerrado, o baru, a cagaita, o murici e o pequi, o que evidencia as potencialidades da região (VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2018).

O uso de espécies nativas é também relevante no contexto legal. O Código Florestal – Lei 12.651/2012 – estabelece que todo imóvel rural deve manter uma porcentagem de sua área

como Reserva Legal, em que a cobertura vegetal nativa não pode ser desmatada, mas o uso econômico sustentável dos recursos naturais é permitido, com aprovação prévia do órgão competente. Dessa forma, a vegetação natural pode ser manejada para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, inclusive no bioma Cerrado (BRASIL, 2012b).

Em conformidade com o manejo florestal sustentável, diversas atividades podem ser realizadas em áreas de Reserva Legal no Cerrado. A saber, coleta de produtos florestais não madeireiros, como hastes, cipós, folhas, flores e sementes que podem ser utilizados para artesanato e para fins medicinais; as sementes podem ser coletadas e comercializadas para viveiros ou para produção própria de mudas; criação e manejo de fauna silvestre; apicultura; turismo ecológico; utilização de madeira; além da coleta de frutos visando o aproveitamento alimentar (AQUINO, 2006).

A riqueza da flora do Cerrado tem potencial para melhorar a renda e a inclusão social no campo, reduzir a grande dependência sobre um número restrito de culturas agrícolas, promover a sustentabilidade na agricultura, reduzir a utilização de insumos, elevar a oferta de alimentos nutritivos, além de preservar e exaltar a diversidade cultural do país (MAYES et al, 2011).

Pequizeiro

Caracterização

A espécie de pequi *Caryocar brasiliense* Camb. é típica do Cerrado e de maior expressividade no Brasil. Sua classificação taxonômica dá-se em divisão Angiospermae, clado Rosídeas, ordem Malpighiales, família Caryocaceae e gênero *Caryocar*. A família Caryocaceae é composta também por outro gênero, o *Anthodiscus*. O gênero *Caryocar* inclui ainda outras 15 espécies, as quais possuem distribuição neotropical, no entanto, sem ocorrência no Caribe. (APG IV, 2016; DUBOC et al, 2013).

A palavra *Caryocar* é originária do grego *caryon*, que significa núcleo, e *kara*, que significa cabeça, referindo-se ao fruto. O epíteto específico *brasiliense* se deve ao centro de

origem da espécie. Já o nome popular *pequi* é originário do tupi *pyqui*, que significa casca espinhenta, em referência aos espinhos do caroço. Além de *pequi*, alguns outros nomes populares utilizados no Brasil são pequiá, piqui, pequi-do-cerrado, saco-de-bode, a depender da região do país (CARVALHO, 2008).

No Brasil, sua distribuição geográfica se estende pelas cinco regiões do país, ocorrendo nos estados da Bahia, Maranhão, Ceará, Pará, Piauí, Tocantins, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (BRASIL, 2012a). O pequizeiro tem ocorrência natural no cerradão distrófico e mesotrófico, cerrado denso, cerrado stricto sensu e cerrado ralo. Essas formações do Cerrado estão tipicamente em solos de baixa fertilidade natural, profundos e bem drenados, em regiões de muita luminosidade, com estação seca bem definida, sob clima tropical. Além do bioma cerrado, o pequizeiro ocorre também nos biomas mata atlântica e pantanal, em regiões de clima subtropical, porém com menor frequência de indivíduos (CARVALHO, 2008; VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2018).

O pequizeiro é uma planta arbustiva a arbórea, alcançando até 11 m de altura, semidecídua, de tronco tortuoso e fuste curto, medindo até 5 m de comprimento. A casca é cinza, de espessura de até 10 mm, com fissuras e cristas longitudinais e descontínuas. Suas folhas são compostas, trifolioladas e opostas. Os folíolos medem até 20 cm de comprimento, são pilosos, bem como a extremidade dos ramos, com nervuras salientes na face abaxial. Forma inflorescência do tipo racemos corimbosos, compostos por 1 a 30 flores, as quais medem até 8 cm de diâmetro, de cor esverdeada a branca, são hermafroditas, protandras e actinomorfas, com 5 pétalas e numerosos estames brancos (CARVALHO, 2008; BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007).

No Centro-Oeste, no início da estação seca ocorre a queda das folhas e na segunda metade, de junho a outubro, surgem as folhas novas. A floração ocorre nos meses de setembro a novembro. Os frutos, em geral, amadurecem de outubro a fevereiro, três a quatro meses depois do surgimento das flores e antes do fim da estação chuvosa. Há uma variação nas épocas de frutificação e floração entre regiões, em virtude das diferenças climáticas. Em latitudes mais baixas, como no Tocantins, as plantas tendem a ser mais precoces e em algumas regiões, como no sul de Minas Gerais, pode eventualmente ocorrer produção temporã em julho e agosto

(OLIVEIRA; SCARIOT, 2010).

O ciclo de vida da planta é estimado em 50 anos, iniciando-se a fase reprodutiva a partir do oitavo ano. A produção é variável, podendo chegar a 2 mil frutos por planta, e se dá em média por 20 a 40 dias (CARVALHO, 2008; CARRAZA; ÁVILA, 2010).

A espécie é auto compatível, mas obtém maior produtividade por fecundação cruzada, em que a polinização envolve ao menos cinco espécies de morcegos. A dispersão dos frutos também fica sob responsabilidade da fauna. Papagaios, araras, emas, gralhas, cotias, gambás e preás são alguns exemplos de dispersores (IBGE, 2002; VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2018).

O fruto é drupóide, globoso, com epicarpo verde. Contém de um a seis pirênios ou putâmens, mais comumente dois, os quais constituem-se do mesocarpo interno, ou polpa, que envolve o endocarpo rígido e espinhoso e em seu interior as amêndoas, ou sementes reniformes, em número de um a quatro. O mesocarpo interno possui coloração amarelada a alaranjada, é carnoso, aromático e oleaginoso (ALMEIDA et al, 1998; PROENÇA; OLIVEIRA; SILVA, 2000; VIEIRA; PACHECO; LOPES, 2005).

A polpa é uma das mais ricas fontes brasileiras de carotenoides e a mais importante fonte nativa do cerrado, mostrando conteúdo total de carotenoides de 155-270 µg/g. A polpa apresenta também altos teores de lipídeos (8-33 mg/100g), fibras dietéticas, zinco e magnésio. A amêndoa, por sua vez, se destaca pelo alto conteúdo em lipídeos (~50g/100g), proteína (25-30g/100g), cinzas (4-4,5g/100g) e como fonte energética (~6 kcal/g). Os perfis de ácidos graxos da polpa e da amêndoa são semelhantes e caracterizados pela alta concentração de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente ácido oleico, em que se relata teor de 54-60g/100g de ácido oleico na composição lipídica da polpa e cerca de 45g/100g na composição lipídica da amêndoa (NASCIMENTO-SILVA; NAVES, 2019; REIS; SCHMIELE, 2019).

O teor de compostos fenólicos é também acentuado e seu conteúdo total na polpa de pequi (209 mg de equivalentes de ácido gálico EAG/100g), é maior que outras frutas do Cerrado, como jenipapo (48 mg EAG/100g), ou outras frutas tropicais, como banana (56 mg EAG/100g) e manga (78 mg EAG/100g). A casca, ou seja, epicarpo e mesocarpo externo, que

representa 75 a 84% da massa do fruto inteiro e é usualmente descartada durante o processamento dos pirênios, é rica em fibras dietéticas e polifenóis, no entanto, não há estudos na literatura sobre o perfil de polifenóis (NASCIMENTO-SILVA; NAVES, 2019).

Vale ressaltar que a variabilidade entre as populações de pequi é acentuada. RAMOS et al. (2011) avaliaram características físicas e químico-nutricionais de frutos de seis populações de pequis da região Meio-Norte do Brasil e observaram elevada variabilidade fenotípica para a maioria dos caracteres analisados, o que indica um possível ganho genético por meio da seleção.

Produção

A principal forma de exploração do pequi, bem como de diversas outras espécies autóctones do Cerrado, é o extrativismo. A coleta se dá em reservas de uso sustentável, como Reservas Extrativistas – Resex, Reservas de Uso Sustentável – RDS e Florestas Nacionais – Flona ou Estaduais, além de propriedades pertencentes aos próprios extrativistas ou a terceiros (OLIVEIRA; SCARIOT, 2010; VIEIRA; CAMILLO; CORADIN, 2018).

Para garantir a sustentabilidade da atividade, a coleta do pequi deve seguir recomendações de boas práticas, como não retirar frutos ainda na planta-mãe, uma vez que estes são inadequados para o consumo e representam, portanto, fonte de perda; não danificar a planta-mãe e aquelas ao redor que garantem o equilíbrio ecológico; realizar a coleta apenas dos frutos inteiros e sadios, em não totalidade, uma vez que constituem reserva natural, essencial para alimentação de animais e reprodução da planta. A coleta indiscriminada, com procedimentos inadequados, pode ser nociva para a produtividade e diversidade natural dos pequis (CARRAZA; ÁVILA, 2010).

Segundo dados do IBGE (2019), a produção extrativa nacional do fruto foi de 27.183 toneladas em 2019, maior volume dentre os cinco anos anteriores, dos quais se tem registro. A produção da amêndoa cresceu de 815 toneladas em 1986 até o auge de 7.047 toneladas em 2011, o que representa um crescimento médio anual de 29% nesse intervalo de 25 anos. Em

2017, a produção da amêndoa caiu para 986 toneladas, porém, a série histórica de dados demonstra uma tendência de crescimento da exploração tanto da amêndoa quanto do fruto. A safra do produto é muito afetada pelas condições climáticas e demais aspectos de produtividade da planta, o que leva, em geral, a uma bienalidade (SOUZA, 2019).

Ainda de acordo com o IBGE (2019), em 2019, 57% da produção extrativa da amêndoa se deu na região Norte do país, enquanto o Sudeste liderou com 66% da produção do fruto. O Centro-Oeste produziu 11% dos frutos e 8% das amêndoas. O Pará foi o estado responsável pela liderança da extração da amêndoa e Minas Gerais pela produção do fruto. O estado de Goiás, segundo maior em extração do fruto, obteve um aumento de 16% na produção de 2018 para 2019. Porém, vale ressaltar que a informalidade da comercialização de produtos obtidos por extrativismo é acentuada, o que resulta em dados oficiais subestimados (DUBOC et al, 2013).

A Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade - PGPM-Bio abrange 17 produtos do extrativismo, incluindo o pequi. O Conselho Monetário Nacional – CMN fixou os preços mínimos da safra 2020, no caso do fruto de pequi ficou estabelecido 0,56 R\$/kg. Além do pequi, a PGPM-Bio inclui, dentre outros, o buriti, o baru, a macaúba e a mangaba, ambos frutos do Cerrado (CONAB, 2017; BRASIL, 2021[c]).

Segundo o Boletim da Sociobiodiversidade (CONAB, 2021), o mercado do pequi é majoritariamente informal, com uma cadeia produtiva simplificada, em que não há indústrias, sendo constituída de extrativistas e atravessadores, os quais manipulam os preços e a dinâmica produtiva de forma marginal. Paralelamente, existem também algumas cooperativas que organizam parte da cadeia produtiva.

Parron et al (2008) relataram que, na região norte de Minas Gerais, cerca de 55% da renda anual do trabalhador rural é decorrente da colheita e comercialização dos frutos de pequi, atividade essa mais vantajosa que extração de lenha, por exemplo, e mobilizam metade da população local.

Com a expansão do extrativismo e do consumo de forma predatória, a consequência é um desequilíbrio ecológico, em especial em relação ao ciclo de reprodução da planta e aos

ecossistemas vizinhos. Desse modo, além do estímulo ao manejo extrativista adequado, o desenvolvimento de cultivos, ainda limitados pelas dificuldades de propagação da espécie, com a devida assistência técnica e apoio à cadeia produtiva e à pesquisa, é essencial para melhorar a oferta de pequi, de modo a atender a demanda populacional e agroindustrial crescente, e garantir a sobrevivência da espécie e das populações que a ela se relacionam (SILVA, 2011; OLIVEIRA, 2017).

Em virtude de seu potencial econômico, diferentes técnicas para a produção de mudas de pequi têm sido pesquisadas. Apesar do baixo percentual germinativo e da desuniformidade na germinação, em razão da dormência natural das sementes, a elevada adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais confere ao pequizeiro rusticidade em relação às exigências hídricas e de adubação orgânica, característica essa favorável para a domesticação da espécie. A limitação oferecida pela propagação via seminal pode ser contornada com métodos de reprodução assexuada (GUIMARÃES, 2017).

GUIMARÃES et al (2019) afirmam que a propagação do pequi por estaquia é viável, desde que mantidas as folhas e que se obtenha estacas de plantas jovens. PEREIRA et al (2002) avaliaram diferentes técnicas de enxertia para produção de mudas, obtendo 60% de índice de pegamento por garfagem lateral à inglesa simples e 90% por borbúlia de placa sem lenho e com janela aberta.

Utilização

O aproveitamento alimentar do pequi, seu uso de maior destaque, compreende uma extensa lista de receitas da culinária regional, em que se aproveita não só a polpa, como também o óleo e as amêndoas nas preparações; a exemplos, arroz e carnes com pequi, farofas, molhos, doces e licores. É um alimento difundido em especial no Centro-Oeste, compondo pratos típicos e, em geral, de grande aceitação (CARVALHO, 2008; ALMEIDA, 1998).

O fruto pode ser utilizado na alimentação de animais domésticos, é palatável para ovinos, suínos e bovinos, os quais se alimentam também das folhas. É fonte de alimento em

especial para animais silvestres, como veados, araras e cutias, sendo o marsupial *Didelphis albiventris* e o corvídeo *Cyanocorax cristatellus* os principais vetores de dispersão dos frutos e sementes (CARVALHO, 2008; ALMEIDA; SILVA, 1994).

A presença de vitamina A, ácidos graxos e carotenoides no óleo de pequi, agentes de hidratação e proteção cutânea, confere a este óleo importância cosmética, utilizado na indústria para a fabricação de sabonetes e cremes, assim como na produção de sabão caseiro (PIANOVSKI et al, 2008; ALMEIDA; SILVA, 1994).

PASSOS et al (2002) descreveram a atividade antimicótica das folhas, dos óleos essenciais e fixos da amêndoa sobre os microrganismos *Cryptococcus neofarmans* var. *neofarmans* e *Cryptococcus neofarmans* var. *gatti*. A bioatividade em testes de susceptibilidade *in vitro* sobre algumas espécies de fungos demonstra a aptidão da planta para constituir uma alternativa terapêutica. Na medicina popular regional, é disseminada a utilização do óleo do pequi para tratar doenças do aparelho respiratório, como bronquite e gripes (ALMEIDA; SILVA, 1994). Pesquisas com óleo da polpa de pequi em experimentos com animais têm apresentado efeitos antioxidante, anti-inflamatório, cardioprotetor, hepatoprotetor e anticarcinogênico (NASCIMENTO-SILVA; NAVES, 2019).

O perfil lipídico das amêndoas de pequi torna essa oleaginosa adequada para a produção de biocombustível, cuja finalidade é a mitigação das emissões de gases poluentes oriundos da queima de combustíveis fósseis. O alto teor de ácidos graxos, majoritariamente ácido palmítico e ácido oleico, viabiliza a obtenção de biodiesel. Porém, vale ressaltar que, apesar da viabilidade do óleo extraído do pequi, a oferta de matéria-prima é atualmente um entrave para a fabricação extensiva de biodiesel (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007; SANTOS et al, 2017).

O pequizeiro é uma planta promissora também no paisagismo, cuja tendência tem sido a busca por espécies nativas com potencial ornamental. O pequizeiro-anão (*Caryocar brasiliense* subsp. *intermedium*), de porte arbustivo, possui rusticidade, exuberância e capacidade de florescer o ano todo sob irrigação, conferindo a essa subespécie potencial paisagístico em sua região de ocorrência (JUNQUEIRA et al, 2007).

Plantios para fins ambientais pertencem também ao leque de potencialidades da espécie.

O pequizeiro é indicado para recuperação de áreas degradadas, restauro fluvial e de zonas ripárias, além de recomendado para sistemas agroflorestais (CARVALHO, 2008). FAVARE (2015), ao analisar o padrão espacial de uma população de pequizeiros em área de pastagem mista de gramíneas e leguminosas, concluiu que o sombreamento gerado pela árvore proporcionou o pleno desenvolvimento das gramíneas, possuindo as características necessárias para a condução do sistema silvipastoril.

Importância socioambiental

A lista de produtos da sociobiodiversidade, definida pela Portaria Interministerial nº 284 de 2018, compreende 101 espécies, incluindo duas espécies de pequi, *Caryocar brasiliense* e *C. coryaceum*, e são conceituados como:

Bens e serviços (produtos finais, matérias primas ou benefícios) gerados a partir de recursos da biodiversidade, voltados à formação de cadeias produtivas de interesse dos povos e comunidades tradicionais e de agricultores familiares, que promovam a manutenção e valorização de suas práticas e saberes, e assegurem os direitos decorrentes, gerando renda e promovendo a melhoria de sua qualidade de vida e do ambiente em que vivem (BRASIL, 2018).

Indígenas, comunidades quilombolas, populações ribeirinhas e extrativistas são amparados pela Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, instituída pelo Decreto nº 6.040 de 2007, em virtude de sua importância na diversidade socioambiental do país. Esses grupos possuem suas próprias formas de organização social e dependem dos territórios tradicionais e de seus recursos naturais para manutenção cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando-se de conhecimentos e práticas transmitidos de geração em geração. Apesar da grande heterogeneidade entre os grupos, a ligação desses povos com o meio ambiente não se limita às relações econômicas, agrega-se o valor cultural e histórico da terra (BRASIL, 2007; TOLEDO, 2001; SOUZA; LOUREIRO, 2019).

Em apoio à Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais foi instituído, por meio do Decreto nº 9.334 de 2018, o Plano

Nacional de Fortalecimento das Comunidades Extrativistas e Ribeirinhas - Planafe, visando o fomento à produção sustentável, geração de renda, acesso aos recursos naturais, estruturação das cadeias de produtos da sociobiodiversidade, dentre outros objetivos (BRASIL, 2018).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio realizou um levantamento censitário e cadastramento de 56.903 famílias de comunidades extrativistas, o que corresponde a cerca de 300 mil pessoas, que são residentes em 77 Unidades de Conservação de uso sustentável, em especial Reservas Extrativistas, Florestas Nacionais e Reservas de Desenvolvimento Sustentável, áreas em que é permitido o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais em conciliação com a conservação da natureza, como previsto no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, instituído pela Lei N° 9.985 de 2000 (BRASIL, 2017).

O extrativismo não se define como uma simples coleta de produtos vegetais não madeireiros, e sim como uma atividade econômica, em que os produtos são destinados à comercialização. A produção extrativista é base de várias cadeias produtivas, como a mangaba, umbu, pinhão, pequi e outros (AFONSO, 2012).

Pós-colheita/pós-coleta

Qualidade e vida de prateleira

A qualidade de um alimento, embora entenda-se que envolve um conjunto de propriedades que configurem a apreciação deste, é de difícil definição, uma vez que varia com o tipo de produto, com a sua finalidade e com o público-alvo. Deve-se considerar atributos químicos, físicos e sensoriais, relacionados de maneira objetiva e subjetiva, ao se analisar a qualidade de um produto. Características de aparência, o que inclui tamanho, forma e cor; textura; sabor e aroma, ou *flavor*; ausência de defeitos e valor nutritivo são os principais atributos de qualidade exigidos pelo consumidor (BEZERRA, 2003).

Para a comercialização, a aparência é o atributo de qualidade de maior relevância. A

aparência do produto oferece ao consumidor uma base de escolha e/ou decisão de compra, permitindo inferir características não perceptíveis do produto. A cor em especial pode atrair ou repelir o consumidor, pois informa sobre a maturação do fruto ou pode indicar sua deterioração. Uniformidade e intensidade de cor no produto são atrativos para o consumidor (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005; DELIZA, 2017).

O tamanho e a forma também são relevantes no processo de escolha do produto, uma vez que frutos de formato anormal tem baixa aceitação e valor econômico, e frutos pequenos, em especial em relação ao diâmetro, transmitem ao consumidor ideia de baixo rendimento ou imaturidade. Para as operações de processamento, a uniformidade no tamanho e na forma facilita o manuseio em grandes quantidades (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005).

A textura de um alimento, por sua vez, é o resultado de impressões percebidas principalmente pelo tato, pelas sensações que são produzidas nos lábios, língua, paredes da boca, dentes e ouvidos, que se manifestam quando o alimento sofre uma deformação, por meio de mordida, corte ou prensa, por exemplo. As sensações de textura percebidas por meio da interferência na integridade do alimento podem ser de dureza, resistência, coesividade, fibrosidade, granulosidade, aspereza, crocância, entre outras. Após a mudança de cor, a perda progressiva da firmeza dos frutos é a transformação mais característica que ocorre como consequência do seu amadurecimento (AWAD, 1993; TEIXEIRA, 2009).

Vários parâmetros físico-químicos podem ser adotados para estudo da qualidade de frutos. Dentre os parâmetros físicos, destacam-se peso, comprimento, diâmetro, forma, firmeza e cor. Quanto aos parâmetros químicos, ressaltam-se o teor de sólidos solúveis, pH e acidez titulável. Essas características são influenciadas por diversos fatores, tais como, condições edafoclimáticas, constituição genética, época e local de colheita, tratamentos culturais e manuseio, e diferem em virtude do destino do fruto e das exigências do consumidor (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

O teor de sólidos solúveis, que expressa através do grau Brix a quantidade de açúcares e ácidos, influencia diretamente o sabor do produto (SOUZA, 2014). Da mesma forma, a acidez e o pH são fatores de grande importância quando se considera o nível de aceitação de um

alimento, de forma que frutos com acidez excessiva são rejeitados pelo consumidor (BORGUINI, 2002). Para melhor definir a percepção de sabor, o principal índice utilizado é a relação entre graus Brix e acidez titulável, a qual fornece indicativos sobre maturação e palatabilidade dos frutos (RODRIGUÉZ, 2001).

Frutos maiores, com maior número e tamanho de pirênios, e polpa de cor amarelo-laranja são características de preferência do consumidor de pequi comercializado na Central de Abastecimento de Goiás – CEASA-GO, segundo estudo de Vera (2004 *apud* RIBEIRO, 2011).

A qualidade do fruto é afetada por fatores pré e pós-colheita. Destacam-se o manuseio inadequado, danos mecânicos e exposição a elevadas temperaturas como fatores críticos na redução da qualidade pós-colheita. A adoção de boas práticas em campo, na pré-colheita e colheita, e nas etapas de transporte, armazenamento, processamento e comercialização é essencial para assegurar a qualidade do produto (CENCI; NETO, 2006).

Para os frutos minimamente processados em particular, a alta qualidade está vinculada à aparência fresca, sabor e aroma característicos, textura aceitável e vida útil que suporte o sistema de distribuição (MORETTI, 2007). Para esses produtos, a qualidade e a segurança dependem grandemente da metodologia de processamento, da qualidade inicial da matéria-prima, do uso de embalagens adequadas e das condições apropriadas de armazenamento. A exposição dos tecidos internos, injúria pelo corte e a consequente aceleração do metabolismo contribuem para a redução da qualidade e da vida de prateleira (PAULA et al, 2009).

A vida de prateleira é um conceito intimamente relacionado à qualidade do produto, pois representa o intervalo de tempo em que o produto armazenado permanece apto para o consumo, segundo seu nível de qualidade. O estudo da vida de prateleira consiste em examinar amostras de determinado alimento durante um período de tempo até o limite da aceitação, observando-se as alterações na qualidade e o tempo transcorrido até a deterioração do produto (GRIZOTTO et al, 2006). Pesquisas que contribuam para o prolongamento da vida útil, em especial de frutas e hortaliças, são muito relevantes para ampliar a oferta de produtos de qualidade e reduzir as perdas pós-colheita.

As perdas, ou seja, a indisponibilidade do alimento para o consumo humano em virtude de sua redução não intencional e do não consumo em tempo hábil, podem ser diferenciadas em termos quantitativos, qualitativos e nutricionais. As perdas quantitativas se referem à redução do peso pela perda de água ou perda de matéria seca, pelo manuseio inadequado ou de forma acidental. As perdas qualitativas ocorrem em função do não atendimento a padrões de qualidade estabelecidos, em relação a características de sabor e aroma, textura e aparência, que levam à não aceitação do produto. As perdas nutricionais, por sua vez, correspondem à redução no teor de nutrientes, devido à ocorrência de reações metabólicas (BEZERRA, 2003; FREIRE JUNIOR; SOARES, 2014).

A FAO (2014, 2017) afirma que, anualmente, cerca de 30% de todo o alimento produzido no mundo é perdido, durante a cadeia-produtiva, ou desperdiçado, pelos hábitos dos consumidores e vendedores. No caso de frutas, as perdas ou desperdícios são estimados em 40 a 50% da produção. De acordo com OLIVEIRA (2017), a intensa comercialização dos frutos de pequi está restrita aos meses de safra, período em que se estima ocorrer perda de 50% da produção após a colheita, em virtude de deficiências na classificação, no transporte e no armazenamento.

Fisiologia pós-colheita

O ciclo vital dos frutos compreende as fases de formação, crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. A formação ocorre com o surgimento do embrião, após a fecundação do óvulo. A fase de crescimento é caracterizada pela divisão e alongamento celular, determinando o tamanho final do fruto. A maturação compreende uma série de transformações, em que há equilíbrio entre as reações de síntese e degradação, que conduzem ao amadurecimento, momento em que o fruto se torna apto para o consumo, em virtude das características sensoriais alcançadas, quanto ao peso, sabor, forma, cor, aroma e textura. Na senescência, por fim, predominam as reações degradativas, como o aumento da permeabilidade das membranas celulares, perda acentuada de água, amolecimento e maior suscetibilidade ao ataque de microrganismos, conduzindo ao envelhecimento e morte dos tecidos. Não há, no

entanto, uma separação nítida entre amadurecimento e senescência, fases que podem ocorrer antes e após a abscisão do fruto a depender da espécie (AWAD, 1993; ASSIS, 1999; MOURA et al, 2003).

RODRIGUES et al (2009) caracterizaram o desenvolvimento de frutos de pequi temporão produzido no sul de Minas Gerais e observaram um período de 117 dias entre a antese e a abscisão do fruto, com padrão de crescimento sigmoidal simples, ou seja, apresentou crescimento inicial lento, seguido por uma rápida expansão e, por fim, um declínio final na taxa de crescimento até o amadurecimento.

Após a colheita, os frutos são ainda considerados vivos e, portanto, continuam a respirar, transpirar e produzir fitormônios. Com a separação da planta mãe, o balanço respiratório inicial é alterado, levando a uma nova condição de concentração de gases, variações no teor de água e ausência de renovação celular (ASSIS; BRITTO; FORATO, 2009).

Os frutos apresentam padrões respiratórios diferentes após a colheita. Os chamados frutos climatéricos apresentam aumento marcante na taxa respiratória e na produção autocatalítica de etileno, o que permite que sejam colhidos ainda verdes, facilitando o manuseio e ampliando o tempo de conservação. Já os chamados frutos não climatéricos geralmente apresentam um decréscimo gradual em sua taxa respiratória e não há aumento na produção de etileno, o que inviabiliza a colheita antes da maturação (BRON; JACOMINO, 2007; GONÇALVES et al, 2012).

O pequi parece se adequar à classificação de fruto não climatérico, uma vez que a coleta na árvore – “pequi de vara” - implica na obtenção de frutos de menor qualidade, tendo em vista que antes da queda natural os frutos ainda não concluíram o processo de maturação. Assim como os demais frutos dessa classe, a colheita só deve ser realizada quando apresentarem características adequadas ao consumo (OLIVEIRA et al, 2006; BRON; JACOMINO, 2007).

Com a separação da planta mãe, a manutenção das reações de síntese e a demanda energética do fruto passam a ser supridas pela oxidação e quebra de compostos orgânicos, através da respiração, que se torna o principal processo fisiológico de frutas e hortaliças na pós-

colheita. Em virtude das modificações físicas, químicas e nutricionais indesejáveis a que o fruto colhido está sujeito, a intensidade das atividades fisiológicas pós-colheita tem papel determinante na longevidade do produto durante o armazenamento (CHITARRA M.; CHITARRA, A., 2005).

KADER (2002) afirma que a taxa de deterioração dos produtos na pós-colheita é proporcional à taxa respiratória e estabelece uma classificação de frutas e hortaliças, baseada na respiração. RODRIGUES et al (2009) observaram na ocasião da colheita, após a queda natural dos frutos de pequi, uma taxa respiratória de $67,01 \text{ mL.CO}_2.\text{kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, correspondente à classificação “extremamente alta” de Kader. Dessa forma, o controle da respiração é necessário para a manutenção da qualidade e para o prolongamento da vida de prateleira do pequi.

A colheita dos frutos leva também à interrupção do fornecimento de água aos mesmos e, desse modo, a consequente perda de água por transpiração é grandemente responsável pelas perdas quantitativas e qualitativas desses produtos, ao apresentarem murchamento, enrugamento e/ou coloração opaca. A perda excessiva de água pode ocorrer em poucas horas ou dias, a depender do produto e das condições de temperatura e umidade do ar (SILVA, 2008).

As frutas como um todo são considerados produtos perecíveis, os quais possuem características físicas e bioquímicas que os distinguem dos produtos duráveis. Teor de água elevado, o que os torna mais suscetíveis a danos mecânicos, fisiológicos e patológicos; metabolismo ativo; tamanho e peso maiores; taxa respiratória acentuada; textura macia, facilmente danificada, resultam em uma vida de prateleira curta, variando de alguns dias a semanas. A principal causa de perda desses produtos é endógena, em virtude da atividade metabólica elevada após a colheita que leva a uma rápida deterioração do alimento, mas há importância também de causas exógenas, como as condições ambientais no transporte, armazenamento, comercialização e o manuseio inadequado (CHITARRA M.; CHITARRA, A., 2005; FREIRE JUNIOR, s/d).

Processamento mínimo

De acordo com a International Fresh Cut Producers Association – IFPA, define-se produtos minimamente processados como quaisquer frutas ou hortaliças, ou a combinação destas, que sofreram alteração física, porém mantendo o estado fresco (IFPA, 2005 *apud* PAULA et al, 2009).

Mudanças acentuadas no estilo de vida do consumidor, em especial a redução do tamanho das famílias, a busca por praticidade e o entendimento da necessidade de dietas mais saudáveis, são responsáveis por um crescimento relevante da produção de frutos minimamente processados (PAULA et al, 2009). Esses produtos oferecem vantagens aos consumidores, como o menor tempo de preparo das refeições, oferta de produtos padronizados, facilidade de acesso a frutas e hortaliças frescas, necessidade de menos espaço de estocagem, e redução do desperdício (NOVOLETTI, 2019). Na comercialização, o processamento mínimo confere agregação de valor ao produto e pode dobrar o lucro quando comparado à venda do produto sem beneficiamento (OLIVEIRA; SCARIOT, 2010).

Quanto à fisiologia, quando são cortados, descascados, fatiados ou ralados, a taxa metabólica dos frutos aumenta, em decorrência da atividade das células injuriadas e da maior superfície exposta após o corte, aumentando o contato e penetração do oxigênio. Dessa forma, o processamento mínimo torna os produtos frutícolas e hortícolas mais perecíveis, além de mais suscetíveis ao ataque de microrganismos. Boas práticas nas operações de processamento mínimo são essenciais para garantir segurança, qualidade e redução de perdas dos produtos (CENCI, 2011).

Com o estresse sofrido pelo tecido vegetal, ocorre indução de várias respostas fisiológicas, notadamente aumento da respiração e da produção de etileno, indução do metabolismo de compostos fenólicos e cicatrização. A produção de etileno e a sensibilidade dos tecidos a esse fitormônio em frutos não-climatéricos, no entanto, é menor que em frutos climatéricos, de modo que a propagação do sinal de estresse possui baixa correlação com o etileno, para aqueles frutos (MORETTI, 2007).

A oxidação de compostos fenólicos resulta no escurecimento da superfície cortada, pela

liberação de ácidos e enzimas em virtude da ruptura de tecidos. Essa ruptura leva também a processos fisiológicos de cicatrização, em que há a síntese de compostos secundários responsáveis por reduzir a qualidade global do produto, podendo afetar o aroma, o sabor, a aparência e o valor nutritivo. A exposição de tecidos interiores, pelo processamento mínimo, leva também a maior taxa de evaporação de água, podendo ocasionar a dessecação das superfícies cortadas. Esses fatores são limitantes para a comercialização e consumo de produtos minimamente processados e, portanto, deve-se buscar a redução da intensidade do estresse aos tecidos (MORETTI, 2007).

Temperatura

O processamento mínimo confere estresse ao tecido vegetal e a intensidade de sua resposta fisiológica ao corte é afetada por vários fatores, sendo os principais: a espécie ou variedade, o estágio de maturidade fisiológica, a extensão do dano mecânico sofrido, as concentrações de gás oxigênio e de gás carbônico, a umidade relativa do ar e inibidores. Entretanto, a temperatura é, sem dúvida, o fator mais significativo que afeta a resposta ao estresse, bem como em outras situações em pós-colheita (MORETTI, 2007).

Uma das leis fundamentais da Química afirma que a taxa das reações é controlada pela temperatura. Para a maioria dos frutos, o quociente de temperatura Q_{10} é de aproximadamente 2,4; ou seja, para cada incremento de 10°C na temperatura, a taxa das reações dobra. Como diversas enzimas envolvidas nos processos de respiração e de amadurecimento são também afetadas pela temperatura, a refrigeração é a forma mais efetiva para prolongar a vida de prateleira dos frutos (SILVA, 2008).

A elevação da taxa respiratória, que cresce exponencialmente com o aumento da temperatura, leva a uma série de mudanças fisiológicas que podem resultar em perda de sabor e aroma, alterações na cor, podridão, redução no teor de vitaminas, rápido amolecimento e redução na vida útil dos produtos, sendo, portanto, a perda de qualidade primeiramente uma função da respiração (CENCI, 2011). A refrigeração deve manter a taxa metabólica a um nível mínimo, suficiente para manter as células biologicamente ativas, porém de forma a preservar a

qualidade durante o armazenamento (BEZERRA, 2003).

Vale ressaltar que aliado à temperatura, para manutenção do peso dos frutos as câmaras de armazenagem a frio devem proporcionar elevada umidade relativa do ar, de modo a reduzir o déficit de pressão de vapor entre a superfície do fruto e o ar ambiente, uma vez que a maioria dos produtos perecíveis contém de 75 a 95% de água e umidade relativa próxima a 100% nos espaços intercelulares. Sob elevada umidade relativa, o controle da temperatura e a sanitização dos frutos é essencial para desfavorecer o desenvolvimento de microrganismos durante a armazenagem (SILVA, 2008).

Diante disso, o armazenamento refrigerado vem se tornando uma prática quase indispensável no sistema de distribuição de alimentos em grandes centros, em especial devido à sazonalidade da produção de vários produtos hortícolas e frutícolas. Além disso, para a comercialização a longas distâncias, como exportação e importação, um sistema de transporte adequado e a refrigeração são essenciais para a viabilidade dessa atividade (SILVA, 2008).

A influência da temperatura na conservação e manutenção da qualidade do pequi vem sendo relatada na literatura (DAMIANI et al, 2006; GONÇALVES et al, 2010; VILAS BOAS et al, 2012; LEITE et al, 2020).

MORETTI (2007) ressalta que o controle da temperatura é eficaz na redução dos processos metabólicos decorrentes do processamento mínimo e que produzem alterações sensoriais importantes, quando associado ao uso criterioso de embalagens e de modificação da atmosfera.

Embalagem

As embalagens, em virtude de suas múltiplas aplicações, desempenham um papel fundamental na indústria alimentícia. As suas principais funções são: proteção contra choques, vibrações e compressões, contra adulterações ou perda de integridade; conservação, ou seja, deve manter a qualidade e segurança, visando prolongar a vida útil; informação, tanto para o consumidor quanto para os diferentes elementos de sua cadeia de distribuição e

comercialização; e conveniência, como a possibilidade de oferecer frutas e hortaliças minimamente processadas (JORGE, 2013).

As embalagens devem apresentar propriedades adequadas para as particularidades do alimento, a fim de atender os requisitos de preservação ou determinada sensibilidade específica, como a fragilidade mecânica e a alta taxa respiratória observadas em frutas e hortaliças. Produtos não embalados apresentam uma diminuição mais rápida da qualidade em função do tempo do que os produtos acondicionados em embalagem ideal (MARCONCINI; FERREIRA, 2017).

Para frutas e hortaliças minimamente processadas, em especial, a escolha do material apropriado da embalagem é de grande importância para assegurar maior vida útil desses produtos, que são frequentemente submetidos a estresses mecânicos não somente durante o processamento, bem como na distribuição (PILON; FERREIRA, 2017).

Os materiais plásticos são grandemente empregados como embalagens, conferindo proteção e leveza em virtude de suas características de boa resistência mecânica, baixa densidade, baixa permeabilidade à água e baixa reatividade química (MARCONCINI; FERREIRA, 2017). O termoplástico mais utilizado como material de embalagem é o polietileno (PE), obtido pela polimerização de olefinas e apresentam diferentes densidades em função de sua estrutura molecular linear ou ramificada (JORGE, 2013).

O polietileno de baixa densidade (0,910-0,925 g/cm³) possui as características de alta flexibilidade; transparência quando em espessuras menores; permeabilidade a óleos e gorduras; baixa permeabilidade ao vapor d'água e elevada ao oxigênio. O polietileno de alta densidade (0,942-0,965 g/cm³), por sua vez, apresenta menor flexibilidade; menor transparência; e menor permeabilidade ao vapor d'água e ao oxigênio. Outro termoplástico muito utilizado para embalagens é o filme de policloreto de vinila (PVC), cujas propriedades são a barreira média à umidade, baixa a gases e elevada a gorduras, variando em função do grau de plastificação; são também transparentes e brilhantes, e apresentam problemas de migração de aditivos para os alimentos quando superaquecidos, pela liberação de ácido clorídrico e voláteis tóxicos (JORGE, 2013).

De acordo com a Abiplast (2019), a produção de transformados plásticos no Brasil em 2018 foi de 6,2 milhões de toneladas. Os principais setores consumidores de transformados plásticos no Brasil, em 2016, foram os seguintes: Construção Civil, 23,8%; Alimentos, 20,2%; Artigos de Comércio em Atacado e Varejo, 10,5%; Automóveis e Autopeças, 7,2%; Bebidas, 6,2%; e outros setores, incluindo Papel, Celulose e Impressão, 3,1%; e Agricultura, 3,0%.

O consumo desse material por vários setores da economia evidencia sua versatilidade, com destaque para o setor de Alimentos e demais setores ligados ao agronegócio, como Bebidas, Papel, Celulose e Impressão e Agricultura, em que o alto consumo de transformados plásticos se deve ao atendimento desses materiais às exigências de preservação dos alimentos, resistência mecânica das embalagens, transparência, baixa permeação, entre outros (MARCONCINI; FERREIRA, 2017).

Um dos parâmetros mais importantes relacionados a embalagens de produtos frescos é a composição gasosa, uma vez que afeta o metabolismo pós-colheita, de modo que cada fruta ou hortaliça precisa de uma composição gasosa específica para ampliar sua vida útil. Relata-se na literatura o sucesso no uso de embalagens com atmosfera modificada – MAP, para frutas e hortaliças minimamente processadas. Tipo e espessura do filme, peso do produto, umidade relativa e taxa de respiração são fatores que influenciam a composição de gases em equilíbrio dentro da embalagem (PILON; FERREIRA, 2017).

A atmosfera modificada pode ser obtida passivamente ou ativamente. A atmosfera modificada passiva é resultado das trocas gasosas em uma embalagem selada, pela respiração do vegetal, em que há consumo de O₂ e produção de CO₂, e pela difusão de gases com o meio externo, em que a permeabilidade da embalagem aos gases permita a entrada de gás oxigênio e saída de gás carbônico de modo a balancear adequadamente o consumo e produção desses gases. Espera-se o estabelecimento da AM em um ou dois dias e sem ocasionar condições anaeróbicas ou níveis prejudicialmente altos de gás carbônico, o que pode induzir metabolismo fermentativo. A atmosfera modificada ativa, por sua vez, é obtida pela promoção de um leve vácuo, seguida pela injeção de uma mistura gasosa pré-determinada, podendo ainda utilizar absorvedores dentro da embalagem, a fim de ajustar a concentração de gases (KADER; WATKINS, 2000).

De modo geral, o filme deve possuir permeabilidade três a seis vezes maior para gás carbônico em relação ao gás oxigênio. Geralmente se utiliza 3 a 8% de O₂ e 3 a 10% de CO₂ (PILON; FERREIRA, 2017). Níveis excessivamente baixos de O₂ e altos de CO₂, na atmosfera formada no interior da embalagem, podem, sob determinadas condições, acarretar desordens fisiológicas ou fermentação, resultando em odores e sabores desagradáveis. As respostas a esse estresse incluem acúmulo de acetaldeído e etanol, intoxicação de tecidos, descoloração ou escurecimento, morte progressiva dos tecidos, entre outros. A suscetibilidade às desordens e os sintomas específicos variam entre as cultivares, em função de sua condição fisiológica, grau de maturação, concentração de CO₂ no tecido, tempo de armazenamento, concentração interna de O₂ e temperatura (CHITARRA, M.; CHITARRA, A, 2005; SILVA; FINGER; CORRÊA, 2008).

Deve-se considerar também a alta atividade de água dos vegetais, os quais alcançam o equilíbrio em ambientes de alta umidade relativa. A permeabilidade do material da embalagem deve ser tal que evite a desidratação superficial do produto, mais acentuada em produtos minimamente processados. Altas umidades relativas, porém, podem favorecer a deterioração microbiana (SOARES; GERALDINE; MORETTI, 2007).

O uso de embalagens proporciona também o desenvolvimento de camadas espessas de ar estagnado, uma forma de reduzir efetivamente a transpiração, e conseqüentemente a perda de água. A camada de ar estagnado funciona como uma barreira à movimentação turbulenta de massas de ar, fazendo com que a transpiração, e também a perda de CO₂, ocorra então principalmente por difusão de vapor d'água (LUENGO; CALBO, 2009).

A influência do uso de embalagens na conservação e manutenção da qualidade do pequi vem sendo relatada na literatura (SOUZA et al, 2007; LEITE et al, 2020).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIPLAST. **Perfil 2018 - Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico**. São Paulo: ABIPLAST, 2019. 47p. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/publicacoes/relatorio-2018/>>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- AFONSO, S. R. **A política pública de incentivo à estruturação da cadeia produtiva do pequi (*Caryocar brasiliense*)**. 2012. 162 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2012.
- AGUIAR, L. M. de S.; CAMARGO, A. J. A de. (ed.) **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 249 p.
- ALMEIDA, S. P. de; SILVA, J. A. da. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1994. 38p.
- ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 188p.
- ALMEIDA, S. P. de. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464p.
- AQUINO, F. G. **Reserva legal no bioma cerrado: uso e preservação**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2006.
- ASSIS, J. S. de. Fisiologia pós-colheita de hortaliças. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38. 1998, Petrolina, PE. **Anais...**Petrolina: Embrapa Semi-Árido/SOB, 1999.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. de; FORATO, L. A. **O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas**. 1. ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 23p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Ed. Washington, D.C., 1995.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P de. **Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a Produção de Biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53p.
- BEZERRA, V. S. **Pós-colheita de frutos**. 1. ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 26p.
- BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo**

nutricional e opinião do consumidor. 2002. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ - USP, Piracicaba, 2002.

BRASIL. Casa Civil. Decreto n° 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 8 fev. 2007. Seção 1, p. 316.

BRASIL. Casa Civil. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.393, de 19 de dezembro de 1996; e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965; e 7.754, de 14 de abril de 1989; e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1. [a]

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento - MAPA. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Pequi: *Caryocar brasiliense* Cambess.** Brasília: MAPA/ACS, 2012. 28p. (Série: Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável orgânico). [b]

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Fortalecimento das Comunidades Extrativistas e Ribeirinhas – PLANAFE: 2017-2019.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável – Brasília, DF: MMA, 2017. 111p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plantas para o futuro.** s/d. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/plantas-para-o-futuro.html>>. Acesso em 14 agosto 2019.[a]

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O bioma Cerrado.** s/d. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/plantas-para-o-futuro.html>>. Acesso em 14 agosto 2019.[b]

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 18, de 20 de janeiro de 2021. Resolve publicar os preços mínimos para os produtos extrativos da safra 2020, relacionados no Anexo desta Portaria, fixados pelo Conselho Monetário Nacional por meio do Voto 121/2020. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 21 jan. 2021. Seção 1, p. 3. [c]

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria interministerial n° 284, de 30 de maio de 2018. Institui a lista de espécies da sociobiodiversidade, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados, no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos-PAA. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 10 jul. 2018. Seção 1, p. 92.

BRASIL. Secretaria-Geral. Decreto n° 9.334, de 5 de abril de 2018. Institui o Plano Nacional de Fortalecimento das Comunidades Extrativistas e Ribeirinhas - Planafe. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 6 abr. 2018. Seção 1, p. 6.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P. Classificação de frutos por “climatério” é conceito em extinção. **Visão Agrícola**, n. 7, 2007.

CAMPOS, E. P. et al. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CARRAZZA, L.; ÁVILA, J.C.C. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Pequi**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2010.

CARVALHO, C. R. L. **Análises químicas de alimentos**. Campinas, SP, ITAL. 1990. 121p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 3, 2008.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NETO, F. do N. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

CENCI, S. A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. 144 p.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio)**. 2017. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/precos-minimos/pgpm-bio>>. Acesso em: 30 agosto 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Boletim da Sociobiodiversidade**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, abr. 2021.

DAMIANI, C. **Qualidade e perfil volátil de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) minimamente processado, armazenado sob diferentes temperaturas**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

DELIZA, R. Frutas e hortaliças: a importância da análise sensorial e a aceitação do consumidor. In: FERREIRA, M. D. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 284 p.

DUBOC, E. et al. **Análise da viabilidade econômico-financeira de um sistema agrissilvipastoril com pequi (*Caryocar* spp.): estudo de caso: Sítio Recanto Água Limpa, MT**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 47 p.

DURIGAN, J. F. Desafios e potenciais dos produtos minimamente processados. **Visão Agrícola**. n. 7. jan./jun. 2007.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo ‘Solo’ comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 23, n. 3, p. 541-545, dez. 2001.

FAVARE, H. G. de. **Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) e forrageiras em sistema silvipastoril no pantanal mato-grossense, Brasil**. 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. 2014. Disponível em: < <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>>. Acesso em: 25 outubro 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **FAO apresenta avanços no combate às perdas e ao desperdício de alimentos**. 2017. Disponível em: < <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1062706/> >. Acesso em: 25 de outubro 2019.

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

FREIRE JUNIOR, M.; SOARES, A. G. **Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando a redução de suas perdas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2014. 5p.

FREIRE JUNIOR, M. **Hortaliças**. s/d. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5gmye02wyiv80z4s473ccvyhou.html>. Acesso em: 30 maio 2019.

GONÇALVES, E. D. et al. Manutenção da qualidade pós-colheita das pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.89-95, 2012.

GONÇALVES, G. A. S. et al. Qualidade do pequi submetido ao cozimento após congelamento por diferentes métodos e tempos de armazenamento. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 581-588, set./out. 2010.

GRIZOTTO, R. K. et al. Estudo da vida de prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n.3, jul./set. 2006.

GUIMARÃES, R. N. **Propagação vegetativa do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) por estaquia**. 2017, 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

GUIMARÃES, R. N. et al. Vegetative propagation of pequi (souari nut) by cutting. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 2, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Árvores do Brasil**

Central: espécies da região geoeconômica de Brasília. IBGE, Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 411p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA:** produção da extração vegetal e da silvicultura. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros> >. Acesso em: 03 agosto 2021.

INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL – IBRAM. **Bioma Cerrado.** 2018. Disponível em:<<http://www.ibram.df.gov.br/bioma-cerrado/>>. Acesso em: 14 agosto 2019.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos.** São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2013. 194 p.

JUNQUEIRA, K. P. et al. **Pequizeiro-anão: alternativa para paisagismo.** Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 2007.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: _____. **Postharvest technology of horticultural crops.** 3. ed. California: University of California, 2002. p. 435-461.

KADER, A. A.; WATKINS, C. B. Modified Atmosphere Packaging - Toward 2000 and Beyond. **Horttechnology**, v. 10, n. 3, p. 483-486, 2000.

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

LEITE, J. F. et al. Quality of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) stored under vacuum at different temperatures . **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n.4. 2020.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. (ed.) **Embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009.

MARCONCINI, J. M. Embalagens utilizadas para frutas e hortaliças minimamente processadas. In: FERREIRA, M. D. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 247-268.

MAYES, S. et al. The potential for underutilized crops to improve security of food production. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 3, nov. 2011.

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

MORETTI, C. L. (ed.) **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

MOURA, F. T. et al. Evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 47, p. 231-233, 2003.

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. Caracterização física de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) do cerrado. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, set./out., 2013.

NASCIMENTO-SILVA, N. R. R. do.; NAVES, M. M. V. Potential of whole pequi (*Caryocar* spp.) fruit – pulp, almond, oil, and shell – as a medicinal food. **Journal of Medicinal Food**, v. 22, n. 9, 2019.

NOVOLETTI, Gabriel. Etapas do processamento mínimo de hortaliças. **Casa do produtor rural – ESALQ/USP**. 2019. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/noticias/mostra/6400/etapas-do-processamento-minimo-de-hortalicas.html>> Acesso em: 08 de out. 2019.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215, 1997.

OLIVEIRA, C. S. et al. Aspectos socioambientais da comercialização de pequi em Goiás. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, 2017.

OLIVEIRA, M. N. S. de. et al. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 3, p. 380-386, dez. 2006.

OLIVEIRA, W. L. de; SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do pequi**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 84p.

PARRON, L. M. et al. (ed.) **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 464p.

PASSOS, X. S. et al. Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 35, n. 6, p. 623-627, nov./dez. 2002.

PAULA, N. R. F. de. et al. Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras – MG, Brasília – DF e São Paulo – SP. **Ciênc. agrotec**. Lavras, v. 33, n. 1, p. 219-227, jan./fev., 2009.

PEREIRA, A. V. et al. Avaliação de métodos de enxertia em mudas de pequi. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** 51. Planaltina-DF, Embrapa Cerrados, 2002.

PIANOVSKI, A. R. et al. Utilização do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. **Revista Brasileira de Ciências**

Farmacêuticas, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 249-259, 2008.

PILON, L. Embalagens utilizadas para frutas e hortaliças minimamente processadas. In: FERREIRA, M. D. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 269-284.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do Cerrado: flowers and fruits of the cerrado**. Brasília: Editora Universidade de Brasília: São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2000. 226p.

RAMOS, K. M. C. et al. Características físicas e químico-nutricionais de frutos de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em populações naturais da região Meio-Norte do Brasil. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 33, n. 2, p. 500-508, jun. 2011.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Characteristics and potentialities of Savanna fruits in the food industry. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 22, 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora** v. 2. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. 876 p.

RODRIGUES, L. J. et al. Caracterização do desenvolvimento de pequi (*Caryocar brasiliense*) temporão do sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.3, p.260-265. 2009.

RODRÍGUEZ, A. D. El Sabor en las frutas. In: **II Simposio El Sabor**, 2001, Universidad de San Martín de Porres, Lima. Revista De La Facultad De Ciencias De La Ingeniería. 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (ed.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 556p.

SANTOS, R. C. M. et al. Avaliação cinética do biodiesel obtido a partir do óleo de pequi. **Acta Mechanica Et Mobilitatem**, v. 2. 2017.

SILVA, D. M. da. **Cadeia produtiva de pequi no Estado de Goiás: análise do ambiente organizacional e institucional**. 2011. 63p. Monografia (Graduação em Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2011.

SILVA, J. de S. e. (ed.) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SILVA, J. de S. e; FINGER, F. L.; CORRÊA, P. C. Armazenamento de frutas e hortaliças. In: SILVA, J. de S. e (ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda

Fácil, 2008. p. 469-502.

SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Embalagens. In: MORETTI, C. L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. p. 153-171.

SOUSA, D. G. de; LOBATO, E. (ed.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUZA, E. C. de et al. Qualidade e vida útil de pequi minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1811-1817, nov./dez., 2007.

SOUZA, E. C. M. de. Pequi. In: **BOLETIM DA SOCIOBIODIVERSIDADE** [da] Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília: Conab, 2019-. Trimestral. v. 3, n. 1, p. 1-48, jan./fev./mar. 2019.

SOUZA, E. C. M. de; LOUREIRO, I. S. A comercialização de produtos oriundos da sociobiodiversidade. In: **BOLETIM DA SOCIOBIODIVERSIDADE** [da] Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília: Conab, 2019-. Trimestral. v. 3, n. 2, p. 1-56, abr. /maio. /jun. 2019.

SOUZA, R.S. **Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (Brassica oleracea var. Capitata L.) durante o armazenamento**. 2014. 34 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2014.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, v. 64, n. 366, jan./fev. 2009

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

TOLEDO, M. V. Povos/Comunidades tradicionais e a biodiversidade. In: LEVIN, S. et al. (Eds). **Encyclopedia of Biodiversity**. México: Academia Press, 2001.

VERA, R. **Caracterização física e química de frutos do pequi (Caryocar brasiliense Camb.) de diferentes regiões do Estado de Goiás**. 2004. 50 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004 *apud* RIBEIRO, D. M. **Propriedades físicas, químicas e bioquímicas de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) de diferentes regiões do Cerrado**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V.; LOPES, P. S. N. Método de escarificação de putâmens de *Caryocar brasiliense* Camb. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 8, dez. 2005.

VIEIRA, R. F. et al. (ed.) **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 322 p.

VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (ed.) **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Centro-Oeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. – Brasília, DF: MMA, 2018.

VILAS BOAS, B. M. et al. Qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 904-910, mai. 2012.

**Capítulo 1 – Avaliação da qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado
(*Caryocar brasiliense* Camb.) submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas
e embalagens**

VALÉRIO, D. B.; RIBEIRO, F. C.; RINALDI, M. M.

RESUMO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PEQUI MINIMAMENTE PROCESSADO (*Caryocar brasiliense* Camb.) SUBMETIDO AO ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS E EMBALAGENS

As espécies nativas do Cerrado, com destaque para o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), possuem grande potencial de utilização, no entanto, a expansão de oferta no mercado enfrenta limitações pela carência de estudos no que tange à coleta, armazenamento e comercialização. O potencial de expansão do pequi vai de encontro com a crescente demanda do mercado consumidor por produtos que valorizem a produção e cultura local, como também que sejam práticos, saudáveis, e de alta qualidade, ofertados de forma minimamente processada. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar a qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas (experimento 1) e embalagens (experimento 2). Foram avaliadas quatro temperaturas de armazenamento (5°C, 10°C, 15°C e 22°C) e seis formas de acondicionamentos (bandejas de isopor sem revestimento; bandejas de isopor revestidas com filme de PVC; sacos de polietileno de baixa densidade nas espessuras 60µm, 100µm e 200 µm; sacos de polietileno de alta densidade na espessura 30µm; ambos mantidos a 5°C) durante 15 dias, sendo as análises físicas e físico-químicas realizadas a cada 3 dias. Os parâmetros avaliados foram: perda de massa fresca, acidez total titulável, pH, firmeza e cor (L^* , croma e ângulo *Hue*). Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x6 (quatro temperaturas e seis tempos de armazenamento) e 6x6 (seis acondicionamentos e seis tempos de armazenamento), com 3 repetições. No experimento 1, as temperaturas de 5°C e 10°C se mostraram mais eficazes na conservação da massa fresca do pequi e não houve efeito da temperatura sobre a luminosidade, cromaticidade, ângulo *Hue* e firmeza. Os pequis mantidos a 15°C e 22°C apresentaram menor vida útil. No experimento 2, as bandejas de isopor sem revestimento se mostraram a forma de acondicionamento menos eficaz na manutenção da matéria fresca do pequi, apresentaram maior escurecimento da polpa e menor vida útil. As embalagens de polietileno mostraram menor perda de massa e maior variação de acidez total titulável e pH durante o armazenamento.

Palavras-chaves: Fruto nativo do cerrado, processamento mínimo, temperaturas, embalagens, características organolépticas.

ABSTRACT

MINIMALLY POST-HARVEST QUALITY ASSESSMENT PROCESSED (*Caryocar brasiliense* Camb.) STORED AT DIFFERENT TEMPERATURES AND PACKAGING.

The native species of the Cerrado, especially pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), have great potential for use, however, the expansion of supply in the market faces limitations due to the lack of studies regarding collection, storage and commercialization. The potential for expansion of pequi meets the growing market demand of consumers for products that value local production and culture, as well as being practical, healthy, and of high quality, in a fresh cut way. Furthermore, the present study aimed to evaluate the postharvest quality of fresh cut pequi submitted to storage at different temperatures (experiment 1) and packaging (experiment 2). Four temperatures of storage (5°C, 10°C, 15°C and 22°C) and six forms of packaging were evaluated (uncoated styrofoam trays; styrofoam trays covered with PVC film; bags of low density polyethylene in thicknesses 60µm, 100µm and 200 µm; polyethylene bags high density at 30µm thickness; both kept at 5°C) for 15 days, being the physical and physical-chemical analysis performed every 3 days. The parameters evaluated were: fresh mass loss, total titratable acidity, pH, firmness and color (L*, chroma and Hue angle). The experiments were conducted in a completely randomized design (CRD) in a 4x6 factorial scheme (four temperatures and six storage times) and 6x6 (six packaging and six times of storage), with 3 repetitions. At the experiment 1, the temperatures of 5°C and 10°C were more effective in preserving the fresh mass of pequi and there was no effect of temperature on luminosity, chromaticity, Hue angle and firmness. Pequis kept at 15°C and 22°C had a shorter shelf life. At the experiment 2, the uncoated styrofoam trays show the shape of packaging less effective in maintaining the fresh matter of pequi, showed greater browning of the pulp and shorter shelf life. Polyethylene packaging shows less mass loss and more variation in total titratable acidity and pH during the storage.

Key words: Native fruit to cerrado, minimum processing temperatures, packaging, organoleptic characteristics.

INTRODUÇÃO

O potencial de utilização de espécies nativas do Cerrado tem sido estudado e divulgado, nos últimos anos, por órgãos de pesquisa, ensino, proteção ambiental e extensão rural, em virtude de sua relevância socioambiental. No entanto, questões básicas ainda demandam resposta. Na área de tecnologia pós-colheita, por exemplo, o estímulo e desenvolvimento de pesquisas sobre processamento, conservação eficiente e obtenção de padrões de qualidade são necessários (VIEIRA et al, 2010).

De acordo com Souza e Loureiro (2019), o mercado consumidor apresenta uma tendência crescente de demanda por produtos que representem uma redução do impacto ambiental e cuidado social, no sentido de valorização dos produtos e produtores locais, pequenos produtores e comunidades tradicionais, o que tem estimulado o uso da biodiversidade brasileira como base para o desenvolvimento de diversos produtos. A expansão de oferta no mercado, porém, enfrenta limitações em virtude de processos ainda não suficientemente estudados no que tange à coleta, armazenamento e comercialização.

Deve-se considerar também a dinâmica do mercado de frutas e hortaliças, a fim de realizar as adequações necessárias em função do comportamento do consumidor. No Brasil, o envelhecimento da população, a grande urbanização, a crescente participação feminina no mercado de trabalho, o aumento do número de pessoas que moram sozinhas e as distâncias acentuadas entre os locais de trabalho e as moradias têm resultado em preferência por embalagens menores e produtos mais convenientes. A busca pela praticidade, valor nutritivo, qualidade sensorial e sanidade têm levado à crescente demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas, com potencial também para o mercado externo (DURIGAN, 2007).

O presente estudo se dá em um contexto de carência na oferta de um produto atrativo ao consumidor de pequi: prático, sanitizado, refrigerado e embalado, mantida a qualidade; além de facilitar a oferta do produto fresco, uma vez que o mercado dessa fruta é dominado por conservas, pastas, licores e congelados. A comercialização local do pequi durante a safra ocorre principalmente em feiras e rodovias, pela oferta do fruto inteiro, não embalado e à temperatura

ambiente, ou de conservas acondicionadas inadequadamente, como em garrafas PET reutilizadas.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar a qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas e acondicionamento, de modo a contribuir no conhecimento acerca da pós-colheita do pequi, considerando as perspectivas de cultivo para essa espécie, que têm atraído a atenção de pesquisadores para o desenvolvimento de métodos de propagação, melhoramento genético, integração lavoura-pecuária-floresta, aplicação no paisagismo, entre outras potencialidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Cerrados - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (15°36'15"S, 47°42'55"W), localizada em Planaltina – DF, no período de novembro de 2019 a janeiro de 2020. As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Embrapa Cerrados, e no Laboratório de Bromotologia e Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília – UnB.

Matéria-prima

A matéria-prima foi composta de frutos de pequi da espécie *Caryocar brasiliense* Camb., coletados do chão, após a queda natural dos frutos, oriundos de pequizeiros do Campo Experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina – DF, em dezembro de 2019.

A área está situada a uma altitude de 1.015 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado. O clima local é classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso).

O Campo Experimental possui 800 matrizes de pequizeiro, dispostos em 8 linhas, com espaçamento de 8x3 m. O plantio da espécie se deu com mudas pé-franco, produzidas em 1999 e transplantadas no campo em 2000.

Condução dos experimentos

Os frutos foram coletados ao acaso, do chão após 1 a 2 dias da queda natural, em estágio maduro, acondicionados em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Processamento de Alimentos, onde foram selecionados quanto à ausência de danos mecânicos ou ataque de pragas e doenças. Os frutos inteiros foram lavados individualmente em água corrente, a fim de se retirar os resíduos provenientes do campo, sanificados em solução de hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ por 15 minutos e secos à temperatura ambiente (18°C).

Os frutos foram armazenados em câmara fria a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 horas, em seguida duas amostras de 50 frutos do total coletado, uma amostra para cada experimento, foram analisadas quanto a parâmetros físicos, que se deu também aos pirênios, após o corte manual dos frutos para a retirada destes, a fim de se caracterizar o lote de matéria-prima.

Os demais frutos, 1.106 destinados ao experimento 1 e 2.064 destinados ao experimento 2, foram submetidos ao processamento mínimo, em ambiente refrigerado a 18°C , que consiste no corte manual do epicarpo e retirada dos pirênios, os quais foram sanificados em solução de hipoclorito de sódio $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ por 5 minutos e, em seguida, colocados em escorredores também sanificados para a drenagem do excesso da solução sanificante, e realizou-se a montagem dos experimentos.

Caracterização física do lote de matéria-prima

A caracterização da matéria-prima foi realizada a partir de uma amostra do lote de pequis coletados, composta por 50 frutos selecionados aleatoriamente, o que forneceu 77 pirênios do lote para condução do experimento 1, e 68 pirênios do lote para o experimento 2. As avaliações físicas se deram 15 horas após a coleta.

Para a caracterização física, foram determinados os seguintes parâmetros: massa do fruto inteiro e dos pirênios (g); comprimento do fruto inteiro e dos pirênios (mm); diâmetro longitudinal e equatorial do fruto inteiro e dos pirênios (mm); espessura da casca, ou seja, epicarpo mais mesocarpo externo (mm); formato do fruto (razão entre comprimento e diâmetro menor); e quantidade de pirênios por fruto.

Para realizar as determinações descritas, foram utilizadas balança semi-analítica centesimal (Ohaus Adventurer®) e paquímetro digital (Stainless Hardened®).

Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, com o objetivo de apresentar o produto estudado, em virtude da elevada variabilidade fenotípica da espécie.

Experimento 1 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas

Foram coletados 1.156 frutos, em um único dia. Para montagem do experimento, os pirênios foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (isopor), sem tampa ou revestimento, e foram armazenados em câmara fria a 90-95% de umidade relativa, em quatro temperaturas: $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 15 dias. A temperatura de 22°C representa uma refrigeração mais branda, para se aproximar de uma condição “ambiente”.

Determinadas análises físico-químicas foram realizadas a cada três dias, ou seja, nos dias 0, 3, 6, 9, 12 e 15 de armazenamento, quanto à:

Perda de massa fresca (PMF): Cada unidade experimental foi individualmente pesada em balança semi-analítica centesimal (Ohaus Adventurer®) a cada três dias. Para se obter os valores de perda de massa usou-se a expressão:

$$\text{Perda de massa} = \frac{\text{Massa no dia 0} - \text{Massa no dia } n}{\text{Massa no dia 0}} \times 100; \text{ em que o “dia 0 (zero) ”}$$

corresponde ao primeiro dia de condução do experimento, definido como a caracterização do lote de matéria-prima.

Firmeza: A firmeza da polpa dos pirênios foi obtida por meio de três leituras em pontos equidistantes da porção mediana do fruto. O texturômetro (Brookfield Texture Analyzer®, modelo CT3 4500) foi configurado no modo “teste normal”, com força de 100 g, deformação de 5 mm, velocidade de 10 mm/s e equipado com ponteira TA 17 tipo cone 24 mm D 30° , com resultado expresso em Newton (N).

Cor: A coloração da polpa e do epicarpo dos frutos foi medida diretamente sobre a superfícies mencionadas em três pontos distintos, com uso de espectrofotômetro de bancada (HunterLab® modelo MiniScan EZ), em que se obteve os valores de $L^*a^*b^*$. O valor de L^* define a luminosidade (preto= 0 e branco= 100) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ = vermelho; $-a^*$ = verde; $+b^*$ = amarelo; $-b^*$ = azul), em que os valores médios de a^* e b^* foram usados para calcular a cromaticidade (intensidade de cor) e ângulo hue (tonalidade da cor ($^{\circ}\text{h}$)) de acordo com MCGUIRE (1992).

As amostras correspondentes a cada tempo de avaliação, ou seja, 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento, foram despulpadas e moídas, por cerca de 30 segundos, em moinho 11A basic (IKA, Brasil) com adição de nitrogênio líquido para facilitar a moagem e evitar oxidações nas amostras. Após a moagem, as amostras foram armazenadas em freezer, à temperatura de -80°C, até a realização das seguintes análises:

Acidez titulável total: determinada de acordo com o IAL (2005), em que aproximadamente 2 g de polpa de pequi diluídos em 50 mL de água destilada foram titulados com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,01 N até o pH atingir o valor de 8,1, que é o ponto de viragem da fenolftaleína. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100g de matéria fresca;

pH: determinado diretamente pela imersão do eletrodo do pHmetro (potenciômetro) digital de bancada, marca Hanna Instruments, modelo HI221, na amostra (solução de polpa de pequi), segundo procedimento descrito por Carvalho (1990). Os resultados serão expressos em unidade de pH;

Delineamento experimental e análise estatística

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x6 (quatro temperaturas: 5±1°C, 10±1°C, 15±1°C e 22±1°C; e seis tempos de armazenamento: 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) com 3 repetições.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software R, em que os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha < 0,05$) e comparação de médias entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando encontrada diferença significativa na interação entre os fatores foi realizada a análise de regressão.

Experimento 2 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes embalagens

Paralelamente ao experimento 1, foram coletados 2.114 frutos para montagem do experimento 2, também em um único dia. Os pirênios foram acondicionados em seis diferentes embalagens:

- Tratamento 1: bandeja de poliestireno expandido (isopor) sem revestimento, nas dimensões 150x150x18 mm;
- Tratamento 2: bandeja de poliestireno expandido (isopor) nas dimensões 150x150x18 mm e revestido manualmente com filme de policloreto de vinila (PVC) com espessura de 10 μm ;
- Tratamento 3: saco de polietileno de baixa densidade (PEBD), selado, nas dimensões 20x30 cm e com espessura de 60 μm ;
- Tratamento 4: saco de polietileno de baixa densidade (PEBD), selado, nas dimensões 20x30 cm e com espessura de 100 μm ;
- Tratamento 5: saco de polietileno de baixa densidade (PEBD), selado, nas dimensões 20x30 cm e com espessura de 200 μm ;
- Tratamento 6: saco de polietileno de alta densidade (PEAD), selado, nas dimensões 20x30 cm e com espessura de 30 μm .

As embalagens contendo os pirênios foram distribuídas aleatoriamente em câmara fria à temperatura de refrigeração de $5\pm 1^\circ\text{C}$ e 90-95% de umidade relativa. Os frutos foram armazenados durante 15 dias.

Determinadas análises físicas e físico-químicas foram realizadas a cada três dias, ou seja, nos dias 0, 3, 6, 9, 12 e 15 de armazenamento, quanto à: perda de massa fresca (%); firmeza (N) e cor ($L^*a^*b^*$); e, posteriormente as amostras referentes a cada tempo de análise foram avaliadas quanto à: acidez total titulável (g ácido cítrico/100 g matéria fresca) e pH, segundo as mesmas metodologias descritas para o experimento 1. O dia 0 (zero) corresponde à caracterização físico-química do lote.

Delineamento experimental e análise estatística

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 6x6 (seis condicionamentos: T1, T2, T3, T4, T5 e T6; e seis tempos de armazenamento: 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) com 3 repetições.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software R, em que os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha < 0,05$) e comparação de médias entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando encontrada diferença significativa na interação entre os fatores foi realizada a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise descritiva do lote de matéria-prima

Com a presente análise descritiva (Tabela 1), objetivou-se caracterizar o lote de matéria-prima utilizado para a realização dos experimentos, tendo em vista a elevada variabilidade fenotípica intraespecífica, por ser o pequi uma espécie selvagem e de polinização aberta.

Tabela 1. Valores médios, mínimos e máximos e coeficientes de variação de caracteres físicos de frutos de pequi, matéria-prima para o experimento 1.

Plantas	MF	CF	DMaF	DMeF	MP	CP	DLP	DEP	NP	C/D
Média	89,84	55,66	56,98	49,34	14,26	36,04	26,56	25,57	1,36	1,13
Mínimo	37,77	42,96	39,40	36,82	5,03	25,13	18,66	16,5	1,00	0,77
Máximo	220,66	87,76	85,03	66,25	26,73	46,49	34,59	33,78	3,00	1,35
CV (%)	44,56	15,10	18,66	14,50	30,78	11,51	13,00	12,30	43,97	8,79

MF: massa do fruto inteiro (g), CF: comprimento do fruto inteiro (mm), DMaF: diâmetro maior do fruto inteiro (mm), DMeF: diâmetro menor do fruto inteiro (mm), MP: massa do pirênio (mm), CP: comprimento do pirênio (mm), DLP: diâmetro longitudinal do pirênio (mm), DEP: diâmetro equatorial do pirênio (mm), NP: número de pirênios por fruto, e C/D: relação comprimento/diâmetro menor do fruto inteiro.

Com relação ao experimento 1, a análise descritiva dos dez caracteres avaliados mostrou uma grande variação para os caracteres massa do fruto inteiro, número de pirênios por fruto e massa de pirênios. Os caracteres de comprimento e diâmetros, por sua vez, não mostraram variação acentuada, tanto para o fruto inteiro, como para os pirênios. Com base nos valores de coeficientes de variação fenotípica, verificou-se a maior variação para o caráter massa do fruto inteiro, e a menor variação para a relação comprimento-diâmetro (Tabela 1).

Os frutos coletados como matéria-prima para a realização do experimento 1 possuem massa média variando de 37,77 g a 220,66 g, com média de 89,84 g, e massa de pirênios variando de 5,03g a 26,73 g, com média de 14,26 g. O número de pirênios variou de 1 a 3, com média de 1,36 pirênios por fruto (Tabela 1).

O comprimento dos frutos inteiros variou de 42,96 mm a 87,76 mm, com média de 55,66 mm. Os diâmetros maior e menor foram, em média, 56,98 mm e 49,34 mm, respectivamente.

No caso dos pirênios, o comprimento variou de 25,13 mm a 46,49 mm, com média de 36,04 mm. Os diâmetros longitudinal e equatorial foram, em média, 26,56 mm e 25,57 mm (Tabela 1).

A relação comprimento-diâmetro (C/D) fornece uma ideia do formato dos frutos, de modo que se classifica como oblongos os frutos cuja relação C/D é superior a 1, como ovalados aqueles com valores menores que 1, e arredondados quando a relação C/D é igual a 1 (MEDEIROS et al., 2009). No lote de pequis do experimento 1, 6% dos frutos classificam-se como ovalados, 4% como arredondados e 90% como oblongos (Tabela 1).

Com relação ao experimento 2, a análise descritiva dos dez caracteres avaliados também mostrou uma grande variação para os caracteres massa do fruto inteiro e número de pirênios por fruto. Os caracteres de comprimento e diâmetros não mostraram variação acentuada, tanto para o fruto inteiro, como para os pirênios. Com base nos valores de coeficientes de variação fenotípica, verificou-se a maior variação para o caráter número de pirênios por fruto, e a menor variação para o diâmetro longitudinal do pirênio (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios, mínimos e máximos e coeficientes de variação de caracteres físicos de frutos de pequi, matéria-prima para o experimento 2.

Plantas	MF	CF	DMaF	DMeF	MP	CP	DLP	DEP	NP	C/D
Média	98,63	62,13	56,36	50,87	15,04	37,52	27,05	25,98	1,54	1,22
Mínimo	45,64	43,33	43,75	39,47	5,47	28,49	19,90	19,36	1,00	0,92
Máximo	180,03	85,81	84,06	64,62	27,94	44,71	31,93	32,54	4,00	1,67
CV (%)	35,55	17,42	13,79	11,74	29,52	10,18	9,99	11,36	47,68	12,78

MF: massa do fruto inteiro (g), CF: comprimento do fruto inteiro (mm), DMaF: diâmetro maior do fruto inteiro (mm), DMeF: diâmetro menor do fruto inteiro (mm), MP: massa do pirênio (mm), CP: comprimento do pirênio (mm), DLP: diâmetro longitudinal do pirênio (mm), DEP: diâmetro equatorial do pirênio (mm), NP: número de pirênios por fruto, e C/D: relação comprimento/diâmetro menor do fruto inteiro.

Os frutos coletados como matéria-prima para a realização do experimento 2 possuem massa média variando de 45,64 g a 180,03 g, com média de 98,63 g, e massa de pirênios

variando de 5,47g a 27,94 g, com média de 15,04 g. O número de pirênios variou de 1 a 4, com média de 1,54 pirênios por fruto (Tabela 2).

O comprimento dos frutos inteiros variou de 43,33 mm a 85,81 mm, com média de 62,13 mm. Os diâmetros maior e menor foram, em média, 56,36 mm e 50,87 mm, respectivamente. No caso dos pirênios, o comprimento variou de 28,49 mm a 44,71 mm, com média de 37,52 mm. Os diâmetros longitudinal e equatorial foram, em média, 27,05 mm e 25,98 mm (Tabela 2).

Por fim, com relação ao formato do fruto, fornecido pela relação comprimento-diâmetro (MEDEIROS et al., 2009), no lote de pequis do experimento 2, 2% dos frutos classificam-se como ovalados e 90% como oblongos, sem ocorrência de frutos arredondados (Tabela 2).

Experimento 1 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas

Perda de massa fresca

Houve interação significativa entre os fatores temperatura e tempo de armazenamento para a variável perda de massa. Os pequis submetidos a temperatura de 22°C foram descartados ao nono dia de armazenamento, em virtude do elevado grau de deterioração. Após seis dias de armazenamento, já apresentavam perda de massa média de 21,72% (Figura 1).

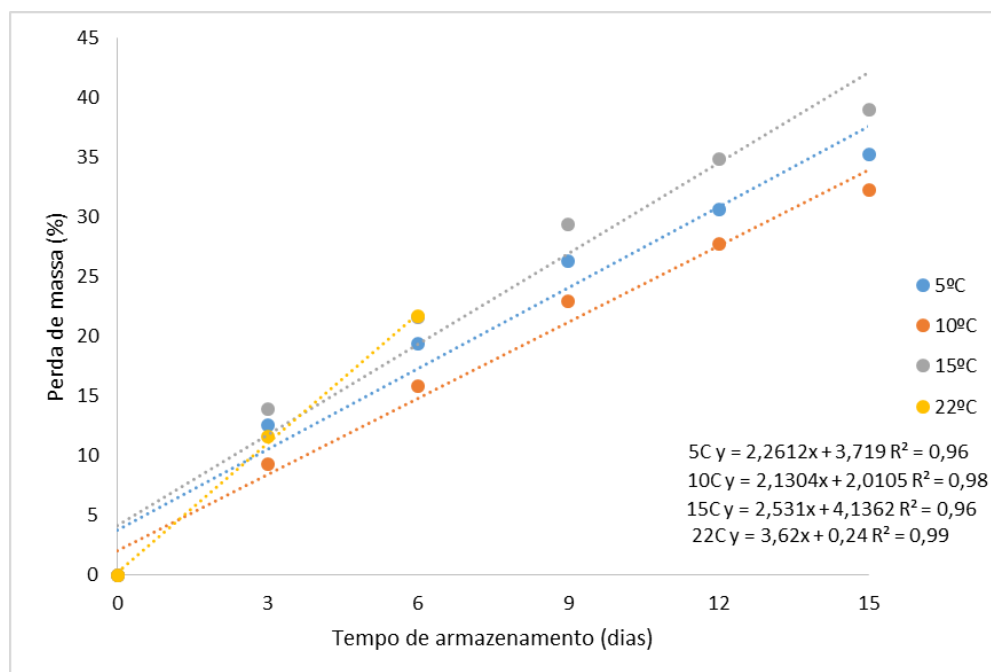


Figura 1. Equações de regressão da variável perda de massa fresca de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias.

Ao sexto dia, os pirênios submetidos a temperatura de 10°C mostraram os menores valores de perda de massa, em média 15,78%, não havendo diferença entre as demais temperaturas. Este fato pode estar relacionado à ausência de pré-resfriamento aos tratamentos, de modo que a diferença de pressão de vapor do tecido vegetal e do ambiente fosse maior a 5°C do que a 10°C, elevando a perda de água por transpiração sob baixa temperatura (KLUGE;

HOFFMANN; BILHALVA,1994).

A partir do nono dia e até o final do armazenamento, o pequi a 15°C apresentou a maior perda de massa, chegando a 39,02% em média, não havendo diferença estatística entre aqueles acondicionados a 5°C e 10°C, alcançando média de 35,22% e 32,23%, respectivamente, ao final de quinze dias (Figura 1).

Segundo Vilas Boas (1999), perdas na ordem de 5 a 10%, em geral, são suficientes para causarem um marcante declínio na qualidade em frutos, afetando a aparência, como o enrugamento do produto. A perda de massa do experimento mostrou-se acentuada já a partir do terceiro dia de armazenamento, com média de 11,81%, possivelmente em virtude dos pequis estarem acondicionados em bandejas de poliestireno expandido sem qualquer tipo de revestimento. A ausência de atmosfera modificada favorece uma maior respiração e transpiração dos frutos minimamente processados.

Scalon et al. (2004) observaram perda de massa 1,7 e 51,4 vezes maior em uvaíias armazenadas sem embalagem que naquelas acondicionadas em policloreto de vinila (PVC) e em filme plástico contendo absorvedor de etileno (CF *film*), respectivamente, sob refrigeração, evidenciando o efeito da embalagem associada à refrigeração na redução da perda de massa das frutas.

A perda de massa se deve principalmente à perda de água, em função da transpiração dos frutos (VALE et al., 2006). Logo, em temperaturas mais baixas, espera-se uma menor taxa respiratória e menor transpiração, levando à uma menor perda de massa (Damiani et al., 2008). As temperaturas de 5°C e 10°C se mostram mais eficazes na conservação da massa fresca do pequi, resultado semelhante ao encontrado por Brunini et al. (2011), em que pitaias armazenadas a 8°C apresentaram menor perda de massa.

Acidez total titulável e pH

Houve interação significativa entre os fatores temperatura e tempo de armazenamento apenas para a variável pH. A variável acidez total titulável foi influenciada apenas pelo fator

temperatura.

Brunini et al (2004) também não observou alteração significativa dos teores de acidez em jabuticaba acondicionada em embalagem associada à baixa temperatura durante o armazenamento. Os autores sugerem que houve retenção no metabolismo de transformação de ácido orgânico.

Durante todo o armazenamento, os pequis submetidos às temperaturas de 5°C e 10°C apresentaram os menores valores de acidez total titulável, diferindo daqueles mantidos à 15°C e 22°C. A média geral do experimento foi 0,41 g de ácido cítrico/100 g de matéria fresca (Tabela 3).

Os maiores valores de ATT encontrados nos pequis mantidos à 15°C e 22°C devem estar relacionados à maior perda de água pelos frutos, resultando em uma maior concentração dos ácidos orgânicos presentes no suco celular (Silva et al, 2009).

Tabela 3. Valores médios de acidez total titulável de pequi minimamente processado e submetido a diferentes temperaturas¹

Temperatura	ATT (g ác cítrico/100g matéria fresca)
5°C	0,25 b
10°C	0,34 b
15°C	0,51 a
22°C	0,64 a
CV (%) = 49,22	
Média geral = 0,41	

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação de médias de Tukey.

Com relação ao pH, de modo geral, os pirênios chegaram ao fim do armazenamento com valores maiores que os iniciais. Esse aumento se deu a partir do terceiro dia de armazenamento para os frutos submetidos à 5°C, 10°C e 22°C, e a partir do sexto dia para aqueles à 15°C (Figura 2).

Durante todo o armazenamento, os pequis mantidos à 5°C apresentaram os maiores valores de pH, chegando ao final do período com pH 5,11. A partir do sexto dia, os frutos

mantidos à 10°C e 15°C não diferiram entre si, chegando ao final do armazenamento com pH 4,51 e 4,60, respectivamente. Já os pequis armazenados a 22°C, foram descartados ao sexto dia com pH 4,24, estatisticamente igual àqueles à 15°C (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de pH do pequi minimamente processado e submetido a diferentes temperaturas nos seis tempos de armazenamento avaliados¹

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
5°C	3,86 aD	5,73 aAB	6,01 aA	5,22 aBC	5,39 aBC	5,11 aC
10°C	3,86 aB	4,72 bA	4,76 bA	4,45 bA	4,60 bA	4,51 bA
15°C	3,86 aB	4,04 cB	4,53 bcA	4,61 bA	4,44 bA	4,60 bA
22°C	3,86 aB	4,56 bA	4,24 cA	-	-	-

CV (%) = 13,09

Média geral = 4,62

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

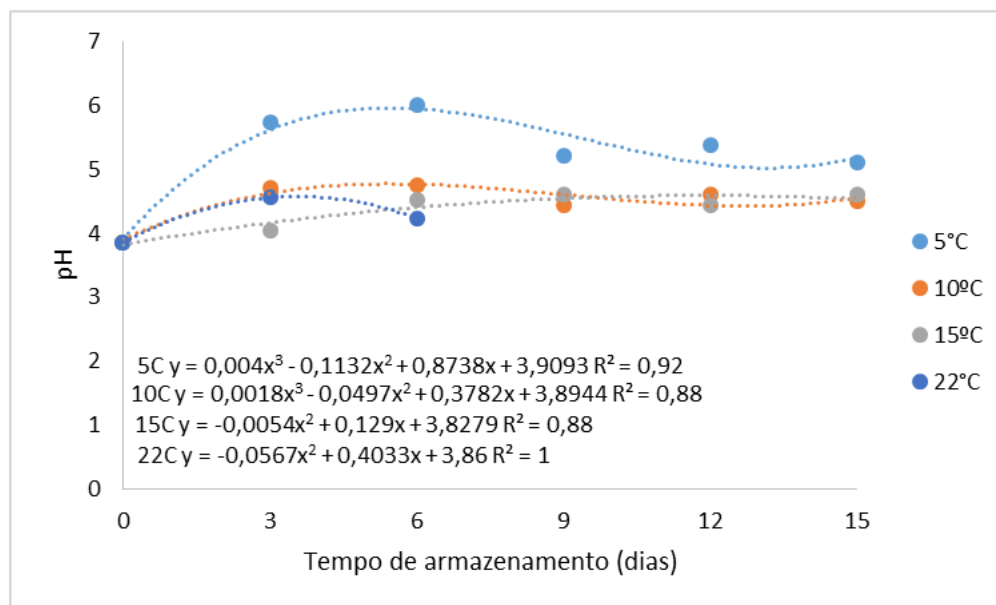


Figura 2. Equações de regressão da variável pH de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias.

Rodrigues (2005) também observou aumento de pH em pequis minimamente processados e mantidos a 6°C durante 15 dias. Aumentos de pH durante o armazenamento, têm sido relatados para vários frutos inteiros ou que sofreram processamento mínimo, como em morangos minimamente processados e mantidos a 5°C por 12 dias (Ponce et al., 2010); e em framboesas armazenadas a 2°C e 25°C durante 12 dias (Pelizza et al, 2018).

Coordenada L*

A variável coordenada L* foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento. Damiani (2006) também observou influência apenas do fator tempo sobre o valor L*, em pequis armazenados durante 15 dias sob temperaturas de 0 e 5°C (Figura 3).

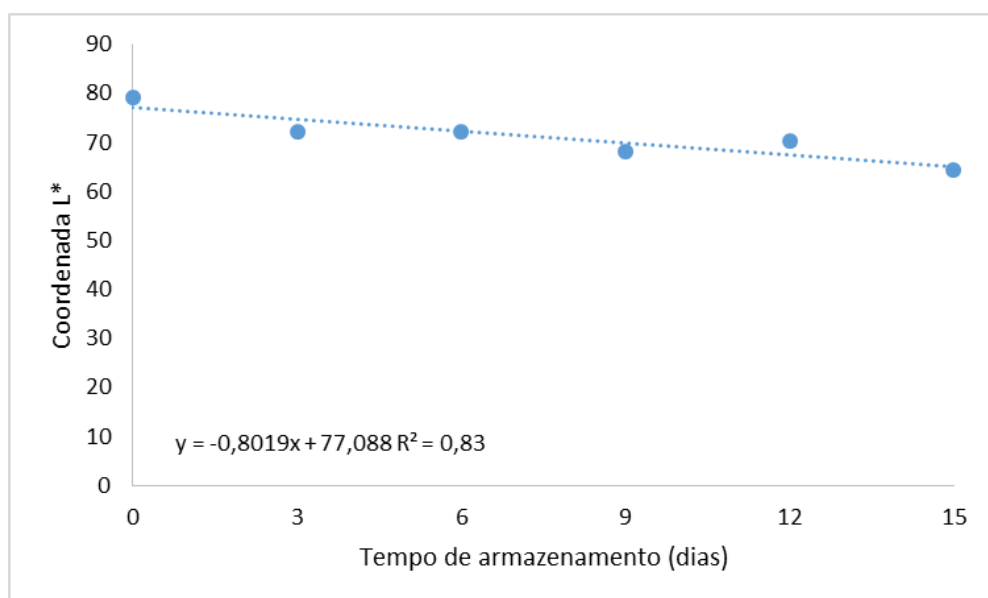


Figura 3. Equação de regressão da variável coordenada L* de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias.

Os pequis minimamente processados apresentaram valores médios de L* de 71,57, próximos aos encontrados por Damiani (2006), que observou valores médios de 70,69 em pequis minimamente processados mantidos a 5°C durante 15 dias, e por Souza et al (2007), que encontraram valores médios de 71,73 em pequis armazenados sob atmosfera modificada a 5°C

por 12 dias.

Houve tendência de redução linear de L^* durante o armazenamento (Figura 3), o que tem sido relatado para vários produtos inteiros ou que sofreram processamento mínimo, como em mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada em diferentes temperaturas durante 15 dias (NUNES et al, 2010); em caroços de pequi fatiados e inteiros durante 15 dias mantidos a 12°C (RODRIGUES et al, 2011); e em caquis submetidos à refrigeração antecedendo o armazenamento em atmosfera controlada, independente do tratamento adotado (MARTINS, C. R. et al, 2004).

A coordenada L^* representa a luminosidade e é um indicador de escurecimento, resultante de reações de escurecimento oxidativo ou aumento da concentração de pigmentos (NUNES et al, 2010; FERREIRA, SPROCIGO, 2017). A redução observada durante o armazenamento, a partir do terceiro dia, indica, portanto, escurecimento da superfície dos pirênios.

O escurecimento enzimático é um dos principais desafios de frutas e hortaliças minimamente processadas (MORETTI, 2007; SILVA et al, 2009). A manutenção da cor dos frutos durante o armazenamento é um parâmetro de qualidade desejado, pois o escurecimento excessivo do produto compromete sua aparência e, portanto, sua aceitação pelo consumidor (CALEGARO et al, 2002).

Croma

A variável croma foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento. Os frutos apresentaram comportamento quadrático, com leve queda ao décimo segundo dia (Figura 4).

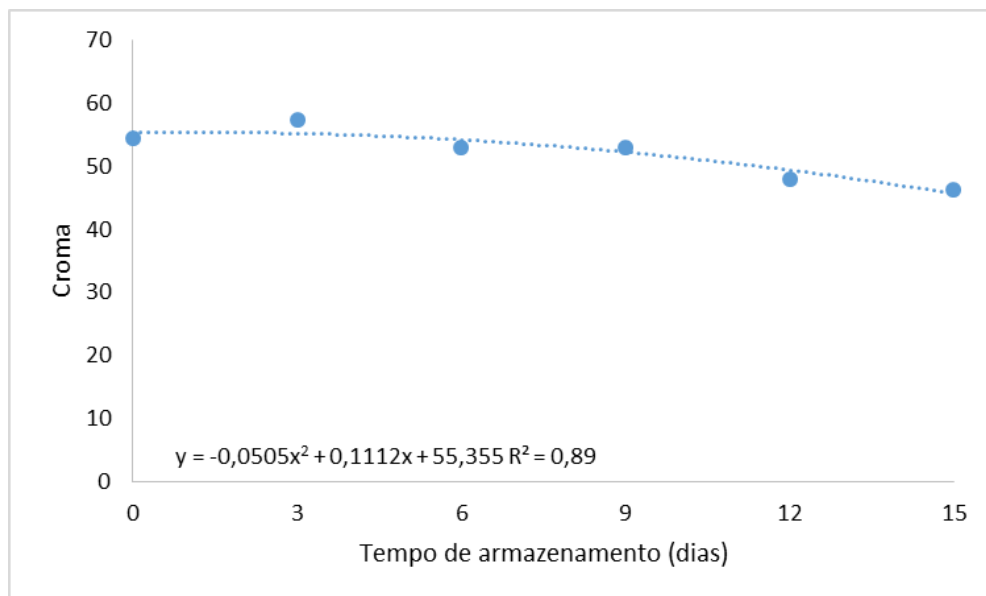


Figura 4. Equação de regressão da variável croma de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias.

Acevedo (2018) também observou efeito apenas do fator tempo de armazenamento e tendência de queda dos valores de croma em pêsego minimamente processado e mantido sob atmosfera modificada e refrigeração. Resultado semelhante foi encontrado por Santos (2011), que observou queda nos valores de croma em tangerinas armazenadas sob 3°C e 7°C, não sofrendo efeito das diferentes temperaturas.

O parâmetro croma indica intensidade de cor, de modo que quanto maior o croma, maior a saturação das cores perceptíveis ao observador, em virtude da concentração de pigmento (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Desse modo, o parâmetro croma, assim como o ângulo hue - tonalidade de cor -, estão fortemente ligados aos teores de carotenoides totais da polpa de pequi (CORDEIRO et al., 2013).

Durante o armazenamento, a polpa está sujeita à degradação de carotenoides, sobretudo o β -caroteno, responsável pela coloração amarela, ressaltando que o pequi é uma fruta com altos teores desse pigmento (VILAS-BOAS, 2004).

Segundo Rodriguez-Amaya (1999), a oxidação é a principal causa da perda de

carotenoides, e sua degradação aumenta com o processamento, que causa danos à estrutura celular e maior exposição dos tecidos, tempo de armazenamento, temperatura elevada, exposição à luz e ao oxigênio. A degradação de carotenoides leva a uma menor intensidade de cor durante o armazenamento.

No presente trabalho, porém, a alteração nos valores de croma não se mostrou acentuada, havendo manutenção da intensidade de cor durante a maior parte do armazenamento.

Ângulo *Hue*

A variável ângulo *Hue* foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento. Os frutos apresentaram comportamento quadrático, com tendência de queda leve ao terceiro dia e manutenção dos valores até o final do armazenamento (Figura 5).

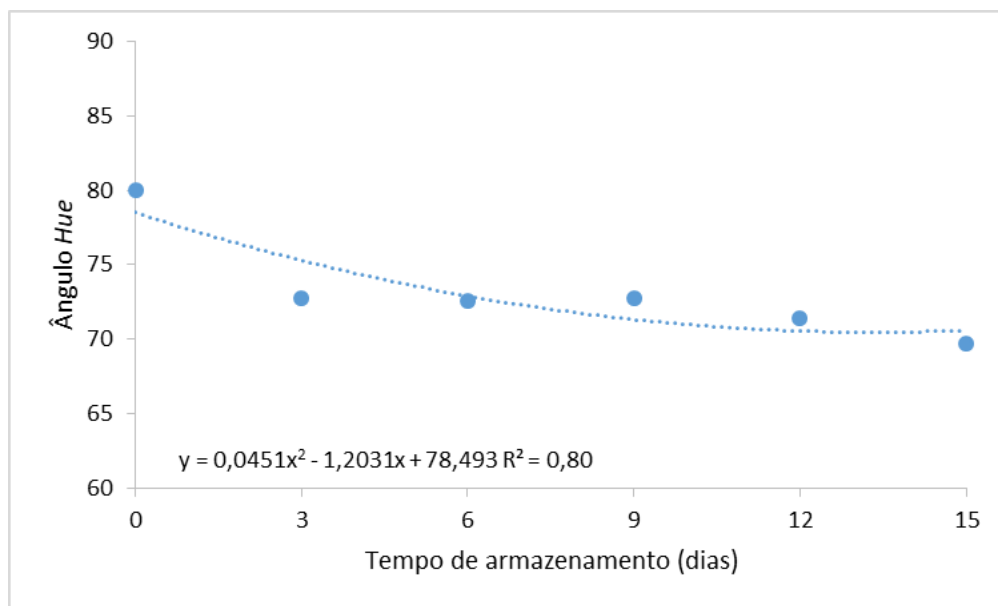


Figura 5. Equação de regressão da variável ângulo *Hue* de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias.

Acevedo (2018) também observou efeito apenas do fator tempo de armazenamento e tendência de ligeira redução de *Hue* em pêssgo minimamente processado e mantido sob

atmosfera modificada e refrigeração. Souza et al (2005) observou manutenção da tonalidade de cor em mamão ‘formosa’ minimamente processado durante o armazenamento de 15 dias, não havendo influência de diferentes temperaturas sobre os valores de *Hue* e croma.

O parâmetro *Hue* indica tonalidade de cor. O valor médio inicial foi 79,97°, o que mostra proximidade gráfica com a cor amarelo, correspondente ao ângulo 90°. A redução observada no ângulo *Hue* indica uma mudança na tonalidade durante o armazenamento. Essa mudança, porém, não foi acentuada, havendo diferença apenas em relação ao primeiro dia de armazenamento.

A manutenção dos parâmetros de cor durante o armazenamento se faz desejada, uma vez que a cor oferece evidência de deterioração ou escurecimento do produto, e pode determinar a sua aceitação ou rejeição (ALMEIDA et al., 2019).

Firmeza

A variável firmeza foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento (Figura 6). Apesar da temperatura estar fortemente associada à manutenção da firmeza, a ausência de revestimento que limitasse a atividade metabólica pode ter ocasionado tal resultado.

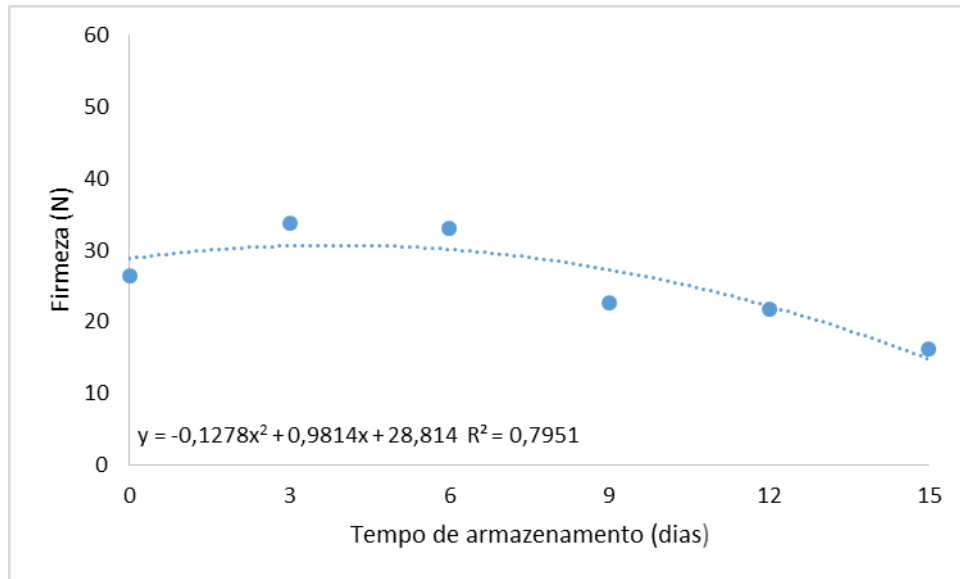


Figura 6. Equação de regressão da variável firmeza de pequi minimamente processado, submetido a diferentes temperaturas e armazenado durante 15 dias.

A firmeza é um importante atributo de qualidade de frutos, afetando a sua aceitação pelo consumidor, a resistência ao transporte, as técnicas de conservação pós-colheita e ataque de microrganismos (Brunini et al, 2004).

Foi observada uma tendência de aumento inicial de firmeza, seguido de queda, chegando ao fim do armazenamento com valores de firmeza menores que os iniciais. A tendência de amolecimento foi acentuada, mostrando uma redução de 18,28% da firmeza após quinze dias de armazenamento.

Reações degradativas ocorridas durante o armazenamento podem levar ao aumento da permeabilidade das membranas celulares, perda acentuada de água e amolecimento (AWAD, 1993). A perda de firmeza é normal durante a pós-colheita (VIEITES et al, 2012).

Os pequis minimamente processados apresentaram valores médios de firmeza de 29,29 N, valor semelhante aos encontrados por Moreno et al (2016) ao avaliarem a qualidade de pêssegos ‘Maciel’ sob armazenamento refrigerado.

Experimento 2 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes embalagens

Perda de massa fresca

Houve interação significativa entre os fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento para a variável perda de massa (Figura 7).

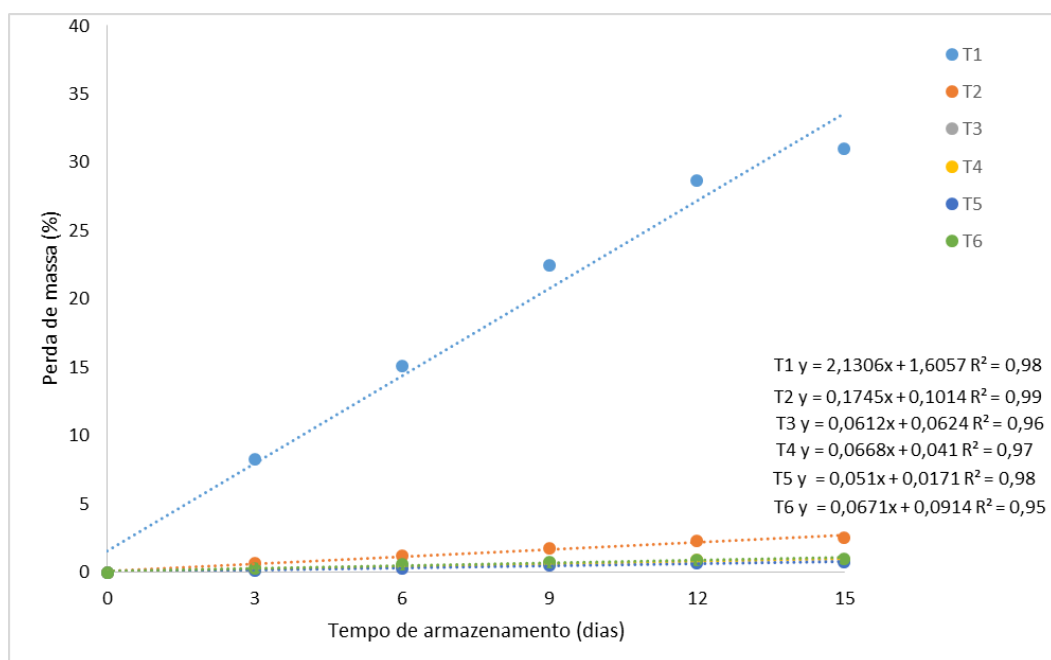


Figura 7. Equações de regressão da variável perda de massa fresca de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

Durante todo o armazenamento, a bandeja de isopor sem revestimento (T1) apresentou os maiores valores de perda de massa, na ordem de 8,26% já no terceiro dia, alcançando 31,02% ao final de 15 dias. Silva et al (2009) também observaram as maiores perdas de massa em frutos de atemóia sem embalagem durante o armazenamento, e Almeida e Campos (2016) em pinhas não embaladas, chegando a 19% de perda de massa ao décimo dia de armazenamento.

A partir do sexto dia, os pirênios acondicionados nas bandejas revestidas com filme de PVC (T2) diferiram das demais embalagens, mostrando maior perda de massa que os sacos de polietileno (T3, T4, T5 e T6), estes, por sua vez, não diferiram entre si durante todo o armazenamento, chegando ao décimo quinto dia com perda de massa na faixa de 0,73 a 0,98%. Almeida e Campos (2016) também observaram os menores valores de perda de massa em pinhas em embalagem de PEBD, 0,45% após dezoito dias.

Os pirênios acondicionados em bandejas revestidas apresentaram perda de massa de 2,55% ao final do armazenamento. Esse resultado vai de acordo com Rodrigues (2005), que notou um incremento linear na perda de massa em pequi minimamente processado ao longo do período de armazenamento em embalagem plástica envolta com filme de PVC 0,015 mm a 6°C, sendo esse aumento mais pronunciado no décimo quinto dia, chegando a 2,16%. Souza et al (2007) observaram perda de massa semelhante, na ordem de 1,95% aos 12 dias de armazenamento do pequi em embalagens envoltas com filme de PVC 0,014 mm, a 5°C.

A perda de massa se deve principalmente à perda de água, em função da transpiração dos frutos, o que ocasiona perdas quantitativas e qualitativas, uma vez que afeta a aparência, pelo murchamento e enrugamento, as qualidades de textura e nutricionais (VALE et al., 2006).

O comportamento dos frutos embalados, com a formação de atmosfera modificada passiva, mostra que a manutenção da matéria fresca pode ser resultado de um aumento da umidade relativa do ar no interior das embalagens, saturando a atmosfera ao redor do fruto e levando à diminuição do déficit de pressão de vapor de água destes em relação ao ambiente (Silva et al, 2009). O filme de policloreto de vinila apresenta barreira média à umidade, levando a uma maior perda de água em comparação aos sacos de polietileno, que possuem baixa permeabilidade ao vapor d'água (JORGE, 2013).

A perda de massa é, porém, esperada durante o armazenamento, uma vez que a transpiração e a degradação das reservas do fruto fazem parte da fisiologia normal pós-colheita, de modo que se busca reduzir ou retardar esse processo, como forma de favorecer a manutenção da turgidez do fruto. De acordo com Vilas Boas (1999), perdas na ordem de 5 a 10%, em geral, são suficientes para causarem um marcante declínio na qualidade em frutos, afetando a

aparência, como o enrugamento do produto.

Desse modo, as embalagens de PEBD, PEAD e PVC (T2 a T6) mostram-se mais efetivas na manutenção da matéria fresca durante o armazenamento, comparando-se ao tratamento ausente em revestimento.

Acidez total titulável e pH

Houve interação significativa entre os fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento para as variáveis acidez total titulável e pH.

A acidez dos pirênios apresentou uma tendência de manutenção inicial seguida de incremento a partir do décimo segundo dia para os frutos nas embalagens T1 e T2, e a partir do nono dia para os frutos nas embalagens T4 e T6. Já nas embalagens T3 e T5, apesar de apresentarem também uma tendência de acréscimo de acidez, foi observada uma queda pontual ao sexto dia (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de acidez total titulável do pequi minimamente processado para cada forma de acondicionamento nos seis tempos de armazenamento avaliados, expresso em mg ácido cítrico por 100 g de polpa de pequi¹

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
T1	0,18 aBC	0,24 bcBC	0,17 aC	0,24 aBC	0,25 cAB	0,33 cA
T2	0,18 aBC	0,13 eC	0,15 aC	0,19 aBC	0,24 cB	0,32 cA
T3	0,18 aCD	0,30 abB	0,14 aD	0,23 aC	0,43 aA	0,49 abA
T4	0,18 aCD	0,16 deD	0,13 aD	0,24 aC	0,32 bcB	0,45 bA
T5	0,18 aCD	0,35 aB	0,15 aD	0,23 aC	0,37 abAB	0,44 bA
T6	0,18 aCD	0,20 cdCD	0,15 aD	0,24 aC	0,40 aB	0,55 aA

CV (%) = 12,21

Média geral = 0,26

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

O aumento de acidez titulável, observado como tendência geral (Figura 8), se deve à síntese de ácidos orgânicos, pelo processo de degradação da parede celular durante o armazenamento (FERNANDES et al., 2010). Aumento de acidez durante o armazenamento também foi observado por Leite et al. (2020), ao avaliarem efeito de diferentes temperaturas na qualidade de frutos de pequi armazenados a vácuo durante um período de doze dias.

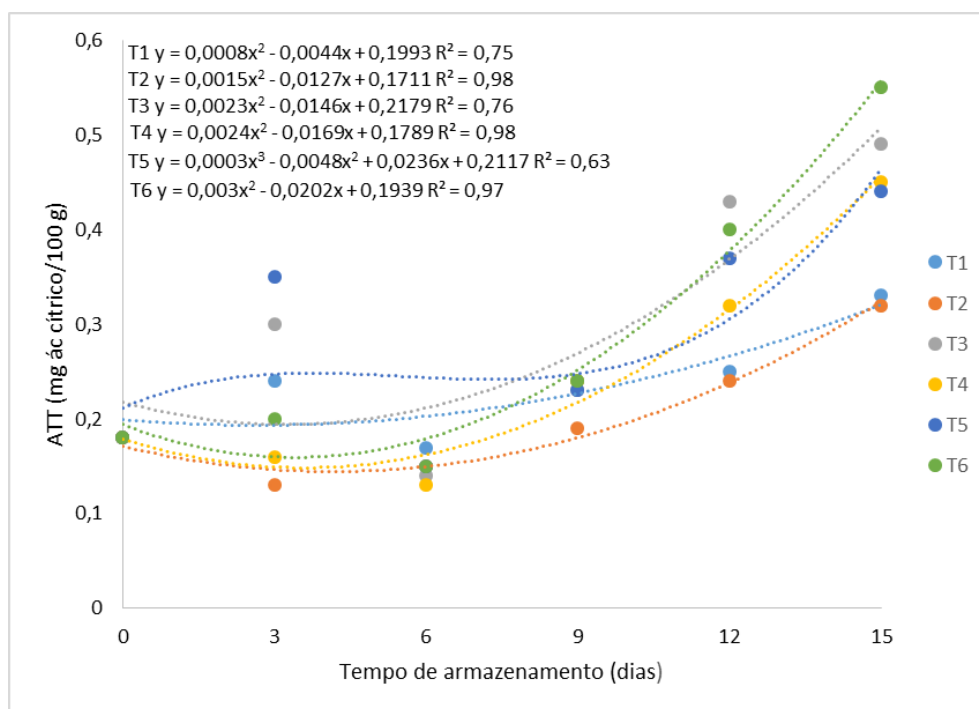


Figura 8. Equações de regressão da variável acidez total titulável de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

Já a redução da concentração de ácidos orgânicos, observada ao sexto dia nos frutos nas embalagens T3 e T5, pode ser explicada em virtude da utilização desses compostos como substrato para o processo de respiração celular e como fonte de carbono para a síntese de novos compostos (DIAS et al., 2011).

Ao terceiro dia, a diferença de acidez foi mais acentuada entre os pirênios acondicionados nas embalagens T2 e T5, com valores médios de 0,13 e 0,35 mg ácido cítrico 100g⁻¹, respectivamente. Nos dias seis e nove, não houve diferença estatística entre as

embalagens. Já no décimo segundo dia, os pirênios nas embalagens T1 e T2 apresentaram os menores valores médios de acidez, 0,25 e 0,24 mg ácido cítrico 100g⁻¹, enquanto que os pirênios nas embalagens T3 e T6 apresentaram os maiores valores, 0,43 e 0,40, respectivamente. Por fim, as embalagens de poliestireno expandido sem revestimento e com filme de PVC (T1 e T2) mantiveram-se com os pirênios de menor acidez, chegando ao fim do armazenamento com 0,33 e 0,32 mg ácido cítrico 100g⁻¹, e a embalagem de PEAD 30 µm com os pirênios de maior acidez, 0,55 (Tabela 5).

Os pirênios apresentaram média de 0,26% ácido cítrico, valor próximo à média de 0,28% encontrada por Sousa et al. (2012), ao caracterizarem frutos de pequi provenientes do município de Crato-CE, e superior à média de 0,11% observada por Almeida et al. (2019), durante o armazenamento de 9 dias.

Com relação ao pH, de modo geral, os pirênios chegaram ao fim do armazenamento com valores menores que os iniciais, à exceção dos frutos na embalagem de poliestireno expandido sem revestimento (T1), que apresentaram aumento de pH apenas ao sexto dia, e manutenção a partir do nono dia até o final do período, estatisticamente igual aos valores iniciais (Tabela 6). Tendência de queda no pH ao longo do armazenamento de pequi (Figura 9) também foi observada por Almeida et al. (2019).

O pH dos frutos nos acondicionamentos T3, T4, T5 e T6 apresentou uma tendência de ascendência ao sexto dia, seguido de queda. O mesmo comportamento foi observado por Damiani et al (2008) ao estudarem a influência de diferentes temperaturas sobre a qualidade de pequi minimamente processado. O pH dos frutos com revestimento de filme de PVC (T2), por sua vez, apresentou incremento ao terceiro dia e queda no décimo segundo dia.

Tabela 6. Valores médios de pH do pequi minimamente processado para cada forma de acondicionamento nos seis tempos de armazenamento avaliados¹

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
T1	5,12 aB	5,29 bB	5,79 aA	5,26 aB	5,16 aB	4,98 aB
T2	5,12 aB	5,72 aA	5,46 abAB	5,42 aAB	4,76 bC	4,51 bC
T3	5,12 aB	4,83 dB	5,57 abA	4,84 bB	4,37 cC	4,23 bcC
T4	5,12 aB	5,18 bcB	5,57 abA	4,64 bC	5,21 aB	4,2 bcD
T5	5,12 aAB	4,73 dC	5,46 abA	4,91 bBC	4,78 bBC	4,16 cD
T6	5,12 aAB	4,93 cdBC	5,37 bA	4,77 bC	4,36 cD	4,31 bcD

CV (%) = 2,86

Média geral = 4,99

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

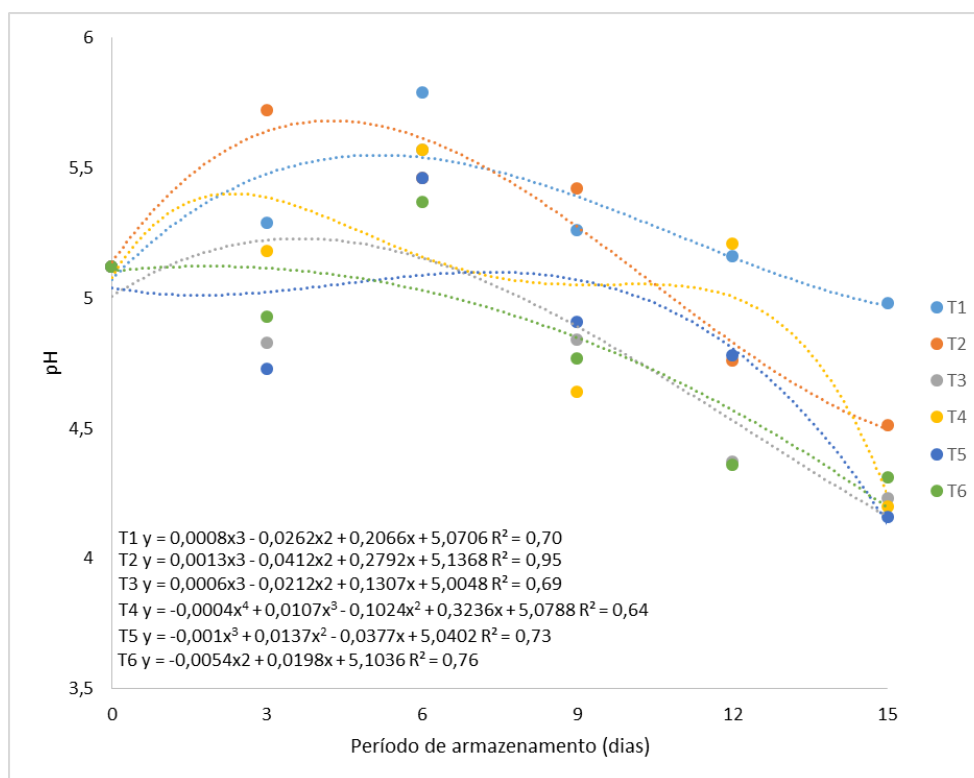


Figura 9. Equações de regressão da variável pH de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

Em média, os maiores valores de pH foram observados nos frutos em bandejas de isopor sem e com revestimento de filme de PVC (T1 e T2), correspondentes a 5,27 e 5,17 e os menores valores nos frutos acondicionados nos sacos de PEBD 60 μm (T3) e PEAD 30 μm (T6), cujos valores foram 4,83 e 4,81, respectivamente.

Coordenada L*

Houve interação significativa entre os fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento para a variável coordenada L*. Os frutos acondicionados sem revestimento (T1) apresentaram tendência de decréscimo linear no valor de L* no decorrer do tempo. Nos acondicionamentos com filme de PVC e PEBD (T2, T3, T4 e T5) houve oscilações durante o armazenamento, chegando ao final do período com valores inferiores aos iniciais. Na embalagem de PEAD (T6), os frutos apresentaram comportamento quadrático com tendência de redução (Figura 10).

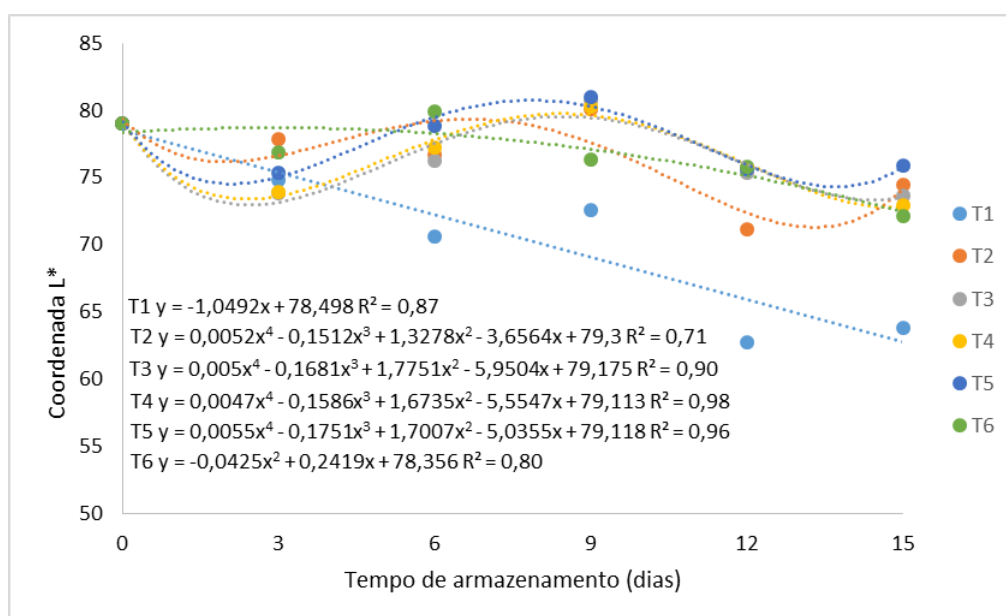


Figura 10. Equações de regressão da variável coordenada L* de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

A queda nos valores de L^* indica escurecimento da superfície dos pirênios. O estresse a tecidos vegetais induz a síntese de enzimas envolvidas nas reações de escurecimento, levando ao acúmulo de compostos fenólicos. O escurecimento enzimático é um dos principais desafios de frutas e hortaliças minimamente processadas (MORETTI, 2007; SILVA et al, 2009).

Diniz (2013) constatou variações da coordenada L^* em manga Tommy Atkins ao longo do armazenamento refrigerado e em diferentes embalagens, com tendência a um decréscimo nos seus valores durante o armazenamento para todos os tratamentos, retratando o escurecimento e perda de brilho do fruto.

Apesar da tendência geral de escurecimento, esta foi mais acentuada nos frutos não revestidos (T1), que diferiram dos frutos embalados a partir do sexto dia de armazenamento. De acordo com Moretti (2007), o escurecimento aumenta com o tempo de armazenamento em temperaturas mais elevadas e é reduzido em condições de menor concentração de O_2 e/ou elevação da concentração de CO_2 . Desse modo, o menor escurecimento nos frutos embalados pode estar relacionado à formação de atmosfera modificada e a sua conseqüente alteração na concentração de gases no interior das embalagens.

Croma

A variável croma foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento. Os frutos apresentaram comportamento quadrático, com tendência de queda suave até o décimo segundo dia, e elevação ao final do armazenamento, equiparando-se aos valores iniciais (Figura 11).

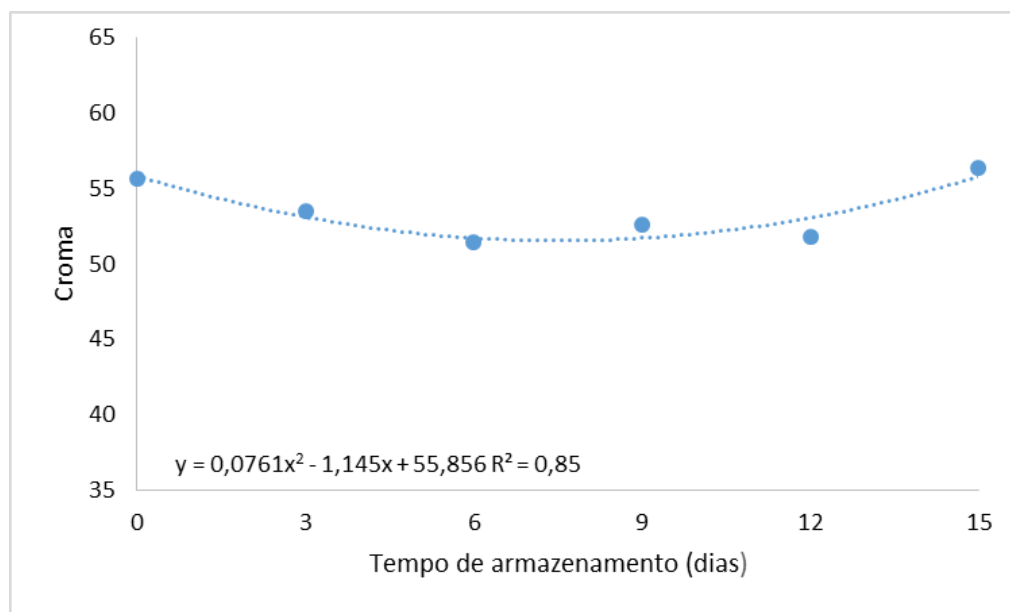


Figura 11. Equação de regressão da variável croma de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

Comportamento semelhante foi observado por Almeida e Campos (2016) em pinhas acondicionadas em embalagens de PP, PEBD, PVC+EPS, PET e sem embalagem, em que houve uma redução nos valores de croma durante o armazenamento, seguido por um aumento ao final do período.

Quanto maior o croma, maior a saturação das cores perceptíveis ao observador. A saturação está associada diretamente à concentração do pigmento e indica intensidade de cor (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Os parâmetros *Hue* - tonalidade de cor - e croma -intensidade de cor - estão fortemente ligados aos teores de carotenoides totais da polpa de pequi (CORDEIRO et al, 2013).

A polpa de pequi é rica em carotenoides totais, superiores aos constatados em diversas frutas brasileiras, conferindo a cor característica (NASCIMENTO-SILVA; NAVES, 2019; REIS; SCHMIELE, 2019). CORDEIRO et al (2013) observaram teores elevados de carotenoides totais em frutos de pequi, média de 21,55 mg 100g⁻¹, superando frutos como pupunha, tucumã e pitanga.

Durante o armazenamento, a polpa está sujeita à degradação de carotenoides, o que implica em uma menor intensidade de cor. Segundo Rodriguez-Amaya (1999), a oxidação é a principal causa da perda de carotenoides, e sua degradação aumenta com o processamento, que causa danos à estrutura celular e maior exposição dos tecidos, tempo de armazenamento, temperatura elevada, exposição à luz e ao oxigênio.

O aumento nos valores de croma observados ao final do armazenamento podem estar relacionados ao escurecimento da polpa, indicado pela queda no valor da coordenada L* (Figura 10) e em função da deterioração sofrida pelo produto.

Ângulo *Hue*

Houve interação significativa entre os fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento para a variável ângulo *Hue*, a partir do nono dia de armazenamento, em que houve diferença estatística entre os frutos acondicionados em bandejas sem revestimentos (T1) em relação aos frutos acondicionados com filme de PVC e nas embalagens de PEBD (T2 a T5). No décimo segundo dia, os frutos sem revestimento (T1) diferiram dos demais, apresentando os menores valores de ângulo *Hue*. Ao final do armazenamento, os frutos acondicionados em T1 diferiram dos frutos T2, T3 e T5 (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios de ângulo *Hue* dos pirênios para cada forma de acondicionamento nos seis tempos de armazenamento avaliados¹

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	3	6	9	12	15
T1	79,18 aA	76,17 aAB	73,15 aBC	70,55 bCD	68,31 bD	71,33 bCD
T2	79,18 aA	76,07 aAB	75,54 aAB	76,87 aAB	73,28 aB	76,13 aAB
T3	79,18 aA	75,74 aAB	76,59 aAB	75,77 aAB	75,69 aAB	75,29 aB
T4	79,18 aA	73,24 aC	72,94 aC	77,14 aAB	74,40 aBC	72,76 abC
T5	79,18 aA	75,83 aA	75,44 aA	76,37 aA	75,58 aA	76,01 aA
T6	79,18 aA	75,67 aAB	75,53 aAB	73,66 abB	76,59 aAB	74,25 abB

CV (%) = 2,07

Média geral = 75,47

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

Houve uma tendência de leve redução nos valores de ângulo *Hue* durante o armazenamento, mais acentuada nos frutos acondicionados sem revestimento (T1) e à exceção dos frutos acondicionados em PEBD 200 µm (T5), que não apresentaram diferença estatística durante os quinze dias (Figura 12).

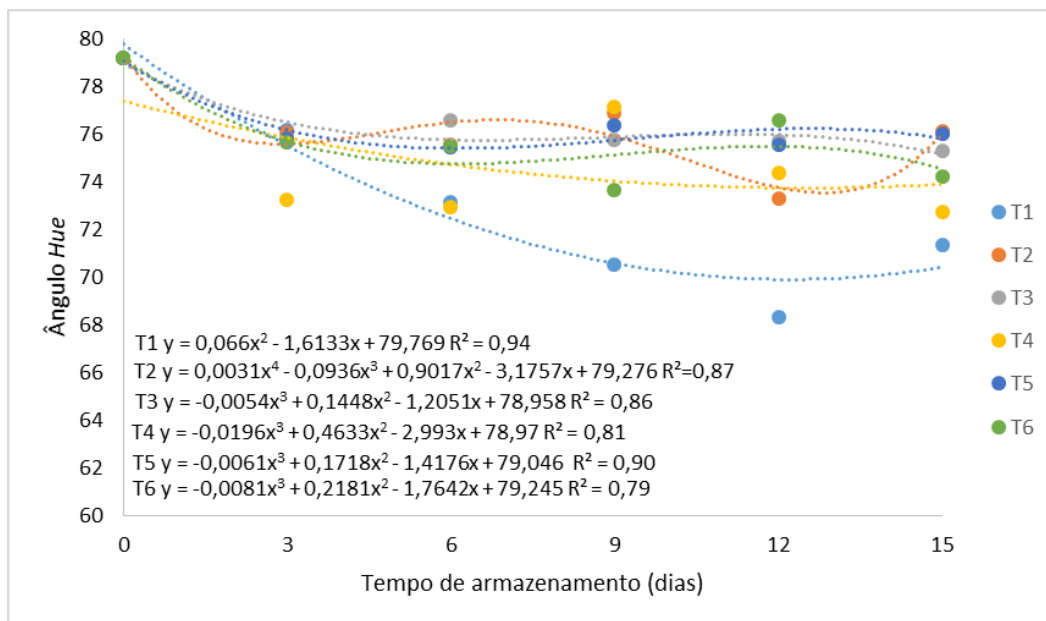


Figura 12. Equações de regressão da variável ângulo *Hue* de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

O parâmetro *Hue* indica tonalidade de cor. O valor médio inicial foi 79,18°, o que mostra proximidade gráfica com a cor amarelo, correspondente ao ângulo 90°. A redução observada no ângulo *Hue*, em especial nos frutos sem revestimento (T1), indica uma mudança na tonalidade durante o armazenamento, menos acentuada nos frutos embalados, mas mantendo-se durante todo o período em proximidade gráfica com a cor amarelo.

Almeida e Campos (2016) também observaram influência positiva das embalagens para esse parâmetro em pinhas, com destaque para a embalagem de PEBD, por apresentar os maiores valores de ângulo *Hue*, diferindo daquelas de polipropileno, polietileno de baixa densidade, PVC + poliestireno expandido, polietileno tereftalato e sem embalagem. Foi observado também uma redução no parâmetro para os frutos não embalados ao final do armazenamento.

Firmeza

A variável firmeza foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento. Leite, Arthur e Matraia (2006), ao analisarem o efeito de diferentes embalagens nas características físico-químicas de abacaxi Smooth Cayenne minimamente processado, e Souza et al. (2007), estudando a qualidade e vida útil de pequi minimamente processado, verificaram que a firmeza também não foi afetada significativamente pelos tipos de embalagens utilizadas.

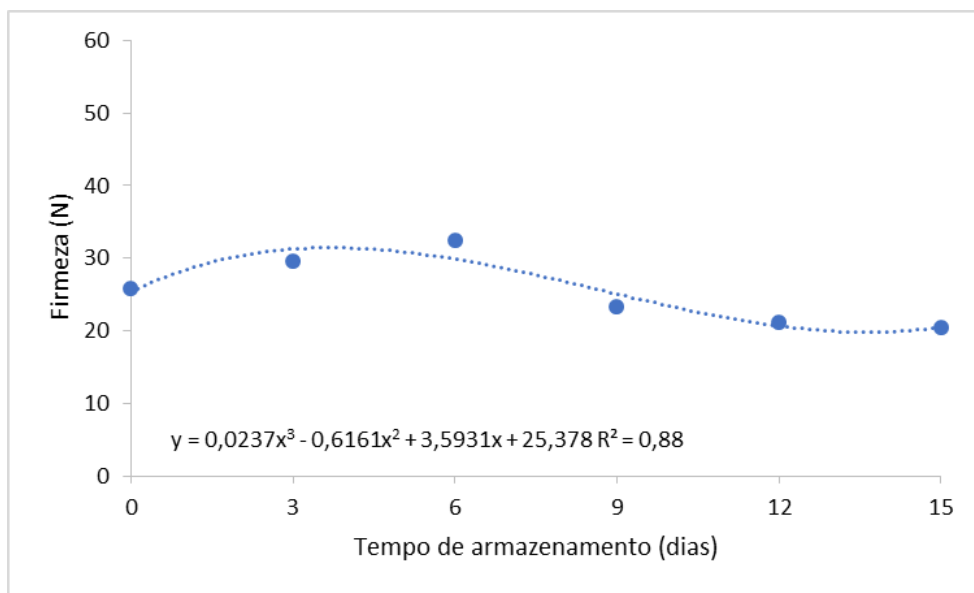


Figura 13. Equação de regressão da variável firmeza de pequi minimamente processado, acondicionado em diferentes embalagens e armazenado durante 15 dias.

Foi observada uma tendência de aumento de firmeza ao terceiro dia, seguido de queda ao nono dia, chegando ao fim do armazenamento com valores de firmeza menores que os iniciais (Figura 1). O amaciamento dos tecidos está relacionado a mudanças na composição e grau de polimerização de açúcares simples, que resultam em alterações na estrutura da parede celular, com consequente diminuição na coesão das células e perda de firmeza dos tecidos (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005).

Apesar da tendência de amolecimento, esta não foi acentuada, chegando ao final do

período de armazenamento com uma redução média de 5,31 N. O armazenamento em câmara fria a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ é um fator relevante nos resultados observados. De acordo com Brecht et al. (2007), baixas temperaturas minimizam mudanças texturais em frutas e hortaliças minimamente processadas.

Os pequis minimamente processados apresentaram valores médios de firmeza de 25,46 N, valor semelhante aos encontrados por Nunes et al. (2017) em mamão ‘formosa’ durante o armazenamento de 12 dias, com médias de 24,21 N para a polpa revestida com biofilme, e 18,78 N para a polpa sem revestimento.

CONCLUSÕES

Experimento 1 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes temperaturas

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- As temperaturas de 5°C e 10°C se mostraram mais eficazes a conservação da massa fresca do pequi em relação às temperaturas de 15°C e 22°C.
- A acidez total titulável dos frutos não variou durante o armazenamento.
- O pH dos frutos mantidos a 5°C se mostrou mais elevado que àqueles mantidos a 10°C, 15°C e 22°C durante o armazenamento.
- As variações de luminosidade, cromaticidade, ângulo *Hue* e firmeza não foram influenciadas pela temperatura.
- Os frutos mantidos a 15°C não estavam visualmente aptos para o consumo ao final do período de armazenamento.
- Os frutos mantidos a 22°C não estavam visualmente aptos para o consumo após 6 dias de armazenamento.

Experimento 2 - Qualidade pós-colheita de pequi minimamente processado submetido ao armazenamento em diferentes embalagens

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- As embalagens de isopor + PVC, PEBD 60 µm, PEBD 100 µm, PEBD 200 µm e PEAD 30 µm mostram-se mais efetivas na manutenção da matéria fresca durante o armazenamento.
- A acidez total titulável e o pH dos frutos sem revestimento e daqueles acondicionados em bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme de PVC sofreram menor

variação quando comparados com os frutos armazenados nas embalagens de PEBD 60 μm , PEBD 100 μm , PEBD 200 μm e PEAD 30 μm .

- Os frutos sem revestimento apresentaram maior escurecimento que os frutos embalados.
- As variações de cromaticidade, ângulo *Hue* e firmeza não foram influenciadas pelo tipo de embalagem.
- Os frutos não revestidos não estavam visualmente aptos para o consumo ao final do período de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, A. F. G. **Atmosfera modificada ativa na conservação de pêsego cv Tropic Beauty minimamente processado**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018.

ALMEIDA, R. R. de; CAMPOS, A. J. de. Conservação pós-colheita e avaliação da qualidade da pinha tratado com radiação UV-C e atmosfera modificada. In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 3. 2016. Pirinópolis, GO. **Anais...**Goiás: Universidade Estadual de Goiás. 2016.

ALMEIDA, R. R. et al. Efeito da radiação ultravioleta C na qualidade e armazenamento pós-colheita de pequi. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 1, p. 29-36, jan./fev. 2019.

BRECHT, J.K. et al. Alterações metabólicas. In: MORETTI, C. L. (ed.) **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

BRUNINI, M. A. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'Sabará'. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 378-383, jul./set. 2004.

BRUNINI, M. A. et al. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul./set. 2011.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1-6, 2002.

CORDEIRO, M. W. S. et al. **Características físicas, composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de *Caryocar brasiliense* nativo do estado de mato grosso**. **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 1127-1139, dez. 2013.

DAMIANI, C. **Qualidade e perfil volátil de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) minimamente processado, armazenado sob diferentes temperaturas**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

DIAS, T. C. et al. Conservação pós-colheita de mamão Formosa com filme de PVC e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 33, n. 2, p. 666-670, jun. 2011.

DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, reológicas e enzimáticas da**

manga “Tommy Atkins” durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração. 2013, 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

DURIGAN, J. F. Desafios e potenciais dos produtos minimamente processados. **Visão Agrícola**. n. 7. jan./jun. 2007.

FERNANDES, P. L. de O. et al. Qualidade de mamão ‘Formosa’ produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v. 41, n. 4, p. 599-604, out./dez, 2010.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria – princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (ed.) **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 209-220, 2017.

KLUGE, R. A.; HOFFMANN, A.; BILHALVA, A. B. Comportamento de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* reade) cv. Powder blue em armazenamento refrigerado. **Ciênc. Rural**, v. 24, n. 2, 1994.

LEITE, D. T. S.; ARTHUR, V.; MATRAIA, C. Efeito de diferentes embalagens nas características físico-químicas de abacaxi Smooth Cayenne minimamente processado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS E HORTALIÇAS, 4., 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...** Piracicaba: USP/ESALQ, 2006. p. 136.

LEITE, J. F. et al. Quality of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) stored under vacuum at different temperatures . **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n.4. 2020.

MARTINS, C. R. et al. Períodos de refrigeração antecedendo o armazenamento sob atmosfera controlada na conservação de caqui Fuyu. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n.4, p. 815-822, jul./ago., 2004.

MEDEIROS, S.A.F. et al. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.

MORENO, M. B. et al. Qualidade de pêssegos ‘maciel’ sob armazenamento refrigerado com a utilização de embalagens. **Rev. Iber. Tecnología Postcosecha**, v.17, n. 1, p. 58-64, 2016.

MORETTI, C. L. (ed.) **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

NUNES, A. C. D. et al. Armazenamento de mamão ‘formosa’ revestido à base de fécula de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n.1, 2017.

NUNES, E. E. et al. Efeito de diferentes temperaturas na qualidade de mandioquinha-salsa

minimamente processada. **Hortic. bras.**, v. 28, n. 3, jul./set. 2010.

PELIZZA, T. R. et al. Frutos de framboeseira conservados em diferentes temperaturas e tempos de armazenamento. **Ambiência**. Guarapuava - PR, v. 14, n. 2, p. 237 – 251, maio/ago., 2018.

PONCE, A. dos. R. et al. Características físico-químicas e microbiológicas de morango minimamente processado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 1, mar. 2010.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RODRIGUES, L. J. et al. Efeito do tipo de corte e de sanificantes no escurecimento de pequi minimamente processado, **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 560-567, maio/jun., 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Changes in carotenoids during processing and storage of foods. **Arch Latinoam Nutr**, n. 49, (1-S), 1999.

SANTOS, L. O. **Armazenamento refrigerado, atmosfera controlada e desverdecimento de tangerinas**. 2011. 143 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.

SCALON, S. P. Q. et al. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de *Eugenia uvalha* Cambess – Mirtaceae. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, nov-dez, 2004.

SILVA, A. V. C. et al. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, abr./jun. 2009.

SOUSA, F. C. et al. Parâmetros Físicos e Físico-Químicos da polpa de pequi. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 12-15, 2012.

SOUZA, B. S. de. et al. Conservação de mamão ‘Formosa’ minimamente processado armazenado sob refrigeração. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 2, p. 273-276, ago., 2005.

SOUZA, E. C. de et al. Qualidade e vida útil de pequi minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1811-1817, nov./dez., 2007.

SOUZA, E. C. M. de; LOUREIRO, I. S. A comercialização de produtos oriundos da sociobiodiversidade. In: **BOLETIM DA SOCIOBIODIVERSIDADE** [da] Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília: Conab, 2019-. Trimestral. v. 3, n. 2, p. 1-56, abr. /maio. /jun. 2019.

VALE, A. A. S. et al. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 778-786, 2006.

VIEIRA, R. F. et al. (ed.) **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 322 p.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'Fuerte'. *Revista Brasileira de Fruticultura*. **Sociedade Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 336-348, 2012.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1999. 75 p.

VILAS-BOAS, E.V. de B. Frutas minimamente processadas: pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3. 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004.

**Capítulo 2 - Caracterização de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de
diferentes genótipos**

VALÉRIO, D. B.; RIBEIRO, F. C.; RINALDI, M. M.

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.) DE DIFERENTES GENÓTIPOS

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma espécie selvagem e de polinização aberta, apresentando, portanto, elevada variabilidade fenotípica intraespecífica, ocorrendo variações entre e dentro de populações. O conhecimento acerca das características dos frutos permite um melhor aproveitamento do potencial da espécie, e fornece base para seleção de matrizes que visem o melhoramento genético da espécie e o desenvolvimento de métodos de propagação de indivíduos superiores. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização física e físico-química de frutos de 42 genótipos de pequi pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, a fim de compará-los quanto às características dos frutos. Foram coletados ao acaso 30 frutos de cada indivíduo para serem avaliados quanto à massa e comprimento do fruto inteiro e dos pirênios; diâmetro maior e menor do fruto; diâmetro longitudinal e equatorial dos pirênios; espessura da casca; formato do fruto; quantidade de pirênios por fruto; rendimento de pirênios; acidez total titulável; pH; sólidos solúveis totais; cinzas; extrato etéreo e cor (L^* , croma e ângulo *Hue*) da polpa e da casca. Por meio da análise de componentes principais (ACP), os indivíduos de pequi puderam ser agrupados em função dos parâmetros de cor, físicos e físico-químicos avaliados separadamente. Observou-se a formação de grupo com pirênios de coloração mais intensa e, portanto, mais atrativa ao consumidor, como também grupo com elevado teor de lipídeos, o que indica maior potencial de processamento e uso industrial. Por fim, os parâmetros físicos discriminaram os frutos em três grupos, em que houve diferenças significativas nas dimensões dos pirênios entre os grupos, sem, no entanto, diferenciar o rendimento de pirênios.

Palavras-chaves: Fruto nativo do cerrado, características físicas, características físico-químicas, variabilidade genética

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF PEQUI FRUITS (*Caryocar brasiliense* Camb.) OF DIFFERENT GENOTYPES.

The pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) is a wild and open-pollinated species, therefore, presenting high intraspecific phenotypic variability, with variations occurring between and within populations. Knowledge about the characteristics of the fruits allows a better use of the potential of the species, and provides a basis for selection of matrices that aim at the genetic improvement of the species and the development of methods of propagation of superior individuals. Therefore, this work aimed to perform the physical and physical-chemical characterization of fruits of 42 pequi genotypes belonging to the Germplasm Collection of Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, in order to compare them as to the characteristics of the fruits. Thirty fruits were randomly collected from each tree to be evaluated for the mass and length of the whole fruit and the pyrenes; larger and smaller diameter of the fruit; longitudinal and equatorial diameter of the pyrenes; shell thickness; fruit shape; amount of pyrenes per fruit; income from pyrenes; total titratable acidity; pH; total soluble solids; ashes; ether extract and color (L^* , chroma and Hue angle) of the pulp and peel. Through principal component analysis (PCA), the pequi individuals can be grouped into functions of color, physical and physical-chemical parameters evaluated separately. The formation of a group was observed with more intensely colored pyrenes and, therefore, more attractive to the consumer, as well as a group with high lipid content, which indicates greater potential processing and industrial use. Finally, the physical parameters discriminated the fruits into three groups, in which there were significant differences in the dimensions of the pyrenes between the groups, without, however, differentiating the yield of pyrenes.

Key words: Native fruit to cerrado, physical characteristics, physicochemical characteristics, genetic variability.

INTRODUÇÃO

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), espécie de reconhecido valor socioeconômico e muito apreciada pela população regional, destaca-se entre os frutos do Cerrado pela sua elevada ocorrência no bioma brasileiro e pelo amplo período de produção dos frutos, atualmente explorados principalmente por meio do extrativismo.

A principal utilização do pequi é alimentar, tanto na culinária regional, como na alimentação de animais domésticos e silvestres. No mais, a espécie tem grande potencial de expansão de uso, na agroindústria, no paisagismo, na produção de biodiesel, em plantios para fins ambientais, entre outros.

De modo geral, a polpa do pequi possui alto valor nutricional, em especial teores elevados de óleo e fibra alimentar, bem como compostos fenólicos e carotenoides totais, superiores aos observados em diversas frutas brasileiras (CORDEIRO et al, 2013).

A espécie, no entanto, apresenta elevada variabilidade fenotípica intraespecífica, por ser selvagem e de polinização aberta, distribuída pelas cinco regiões do Brasil. As plantas exibem uma grande variação quanto aos parâmetros físicos, como tamanho e peso dos frutos, número de pirênios, cor e espessura da casca, cor da polpa; e quanto a parâmetros químicos e físico-químicos, como teor de lipídeos, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e outros.

Ressalta-se que a variabilidade fenotípica ocorre intra e interpopulações, e pode ser acentuada até mesmo em áreas contínuas de uma microrregião, de modo que não é incomum em espécies arbóreas encontrar uma maior variação genética intrapopulacional do que entre as populações (DUBOC et al, 2013; CORDEIRO et al, 2013; SOARES et al, 2017). Moura et al (2013) cita diversos fatores que podem influenciar na variação fenotípica existente em plantas nativas do Cerrado, entre eles condições ambientais e as próprias diferenças genéticas entre indivíduos.

Dessa forma, evidenciar as características, semelhantes e variáveis, dos frutos de determinados genótipos contribui para pesquisas posteriores que objetivam, por meio da seleção de matrizes, o melhoramento genético da espécie, o desenvolvimento de métodos de

propagação de indivíduos superiores, entre outros; de modo que se permita o melhor aproveitamento do potencial da espécie.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização física e físico-química de frutos de 42 genótipos de pequi pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados – Planaltina, DF, a fim de compará-los quanto às características dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

O estudo foi conduzido na Embrapa Cerrados - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (15°36'15"S, 47°42'55"W), localizada em Planaltina – DF, no período de novembro de 2019 a janeiro de 2020. As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Embrapa Cerrados, e no Laboratório de Bromotologia e Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília – UnB.

Matéria-prima

A matéria-prima foi composta de 30 frutos de pequi por planta da espécie *Caryocar brasiliense* Camb., coletados do chão, 1 a 2 dias após a queda natural dos frutos, oriundos de 42 pequizeiros do Campo Experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina – DF.

A área está situada a uma altitude de 1.015 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado. O clima local é classificado como Aw de Köppen (tropical chuvoso).

O Campo Experimental possui 800 matrizes de pequizeiro, dispostos em 8 linhas, com espaçamento de 8x3 m. O plantio da espécie se deu com mudas pé-franco, produzidas em 1999 e transplantadas no campo em 2000.

Cada indivíduo ou matriz, tratada como um diferente genótipo, possui nomenclatura formada por uma letra e um número em virtude da localização da planta no Campo Experimental.

Condução

Os frutos foram coletados ao acaso, do chão, em estágio maduro, acondicionados em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Processamento de Alimentos, onde foram selecionados quanto à ausência de danos mecânicos ou ataque de pragas e doenças. Os frutos inteiros foram lavados individualmente em água corrente, a fim de se retirar os resíduos provenientes do campo, sanificados em solução de hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ por 15 minutos e secos à temperatura ambiente (18°C).

Os frutos foram armazenados em câmara fria a 5±1°C por 15 horas, quando foram caracterizadas fisicamente, cortados manualmente para a retirada dos pirênios, que foram também caracterizados e avaliados quanto a cor, em seguida despolidos e congelados em freezer a -80°C para posteriores análises físico-químicas.

Análises físicas, físico-químicas e de cor

Para a caracterização física, foram determinados os seguintes parâmetros: massa do fruto inteiro e dos pirênios (g); comprimento do fruto inteiro e dos pirênios (mm); diâmetro maior e menor do fruto inteiro (mm); diâmetro longitudinal e equatorial dos pirênios (mm); espessura da casca, ou seja, epicarpo mais mesocarpo externo (mm); formato do fruto (razão entre comprimento e diâmetro menor); quantidade de pirênios por fruto; e rendimento de pirênios (razão entre massa de pirênios e massa do fruto inteiro).

Em sequência, foram realizadas as análises relativas à cor do epicarpo e da polpa, que foi medida diretamente sobre as superfícies mencionadas em três pontos distintos, em que se obteve os valores de L*a*b*. O valor de L* define a luminosidade (preto= 0 e branco= 100) e a* e b* são responsáveis pela cromaticidade (+a* = vermelho; - a* = verde; +b* = amarelo; -b* = azul), em que os valores médios de a* e b* foram usados para calcular a cromaticidade (intensidade de cor) e ângulo *Hue* (tonalidade da cor (°h)) de acordo com MCGUIRE (1992).

Para realizar as determinações descritas, foram utilizadas balança semi-analítica centesimal (Ohaus Adventurer®); paquímetro digital (Stainless Hardened®) e

espectrofotômetro de bancada (HunterLab® modelo MiniScan EZ).

As demais análises físico-químicas foram realizadas posteriormente:

Acidez total titulável: determinada de acordo com o IAL (2005), em que aproximadamente 2 g de polpa de pequi diluídos em 50 mL de água destilada foram titulados com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,01 N até o pH atingir o valor de 8,1, que é o ponto de viragem da fenolftaleína. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100g de matéria fresca;

pH: determinado diretamente pela imersão do eletrodo do pHmetro (potenciômetro) digital de bancada, marca Hanna Instruments, modelo HI221, na amostra (solução de polpa de pequi), segundo procedimento descrito por Carvalho (1990). Os resultados foram expressos em unidade de pH;

Sólidos Solúveis Totais: determinado pela leitura da solução de polpa de pequi em refratômetro digital de bancada, marca Hanna instruments, modelo HI-96801, com precisão de 0,1°Brix e correção automática da temperatura para 20°C (CARVALHO, 1990). Os resultados foram expressos em °Brix;

Cinzas: foram quantificadas, em três repetições, por gravimetria a partir do princípio da incineração (AOAC, 1995);

Extrato etéreo: foi determinado em três repetições segundo a metodologia de Campos et al (2004), com modificação devido a utilização de outro aparelho extrator, marca ANKOM^{XT10}, modelo XT10L;

Utilizando o software R, os dados obtidos foram submetidos à análise multivariada. A discriminação entre os indivíduos foi realizada pela Análise de Componentes Principais (ACP), resultando em agrupamentos dos pontos de acordo com os parâmetros de cor, físicos e físico-químicos. Os agrupamentos formados foram, ainda, submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

A associação entre os parâmetros foi investigada por meio do coeficiente de correlação de Pearson (r). Na classificação de intensidade da correlação para $0,05 \leq p \leq 0,01$, esta foi considerada nula ($r = 0$), pobre ($0 < |r| \leq 0,30$), média ($0,30 < |r| \leq 0,60$), forte ($0,60 < |r| \leq 0,90$), muito forte ($0,90 < |r| < 1$) e perfeita ($|r| = 1$), de acordo com Carvalho et al. (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cor

A Figura 14 é uma projeção dos resultados obtidos da Análise de Componentes Principais (ACP), referente à distribuição dos indivíduos de pequi, em função dos parâmetros de cor avaliados. Na representação gráfica por ACP, cada eixo ou dimensão (componente principal) explica uma porcentagem da variação total entre as amostras. Os dois primeiros componentes principais explicam 70,84% da variabilidade das respostas, o que demonstra uma ótima explicação da variação ocorrida entre as amostras, em relação aos parâmetros de cor.

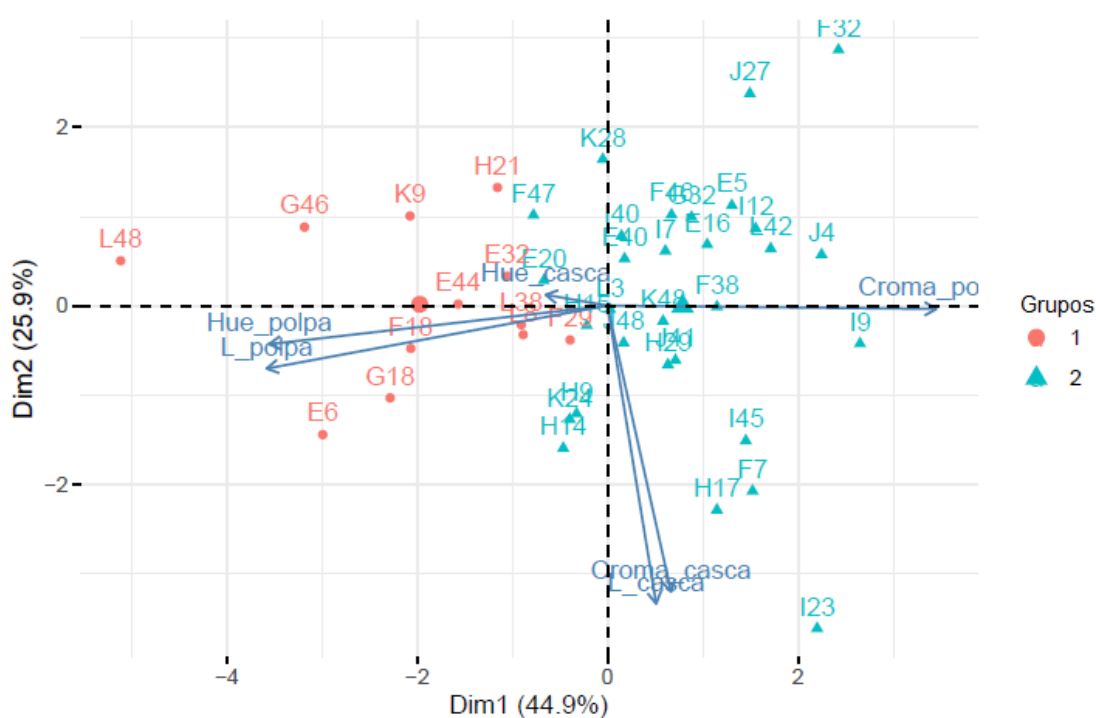


Figura 14. Biplot dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais para dados de 42 indivíduos de pequi (E5, E6, ... L42, L48), agrupados em 2 grupos, em função dos parâmetros de cor avaliados: coordenada L*, cromia e ângulo Hue da casca e da polpa dos pirênios.

No biplot apresentado (Figura 14), os parâmetros de cor são representados por vetores e os indivíduos de pequi por pontos. Quanto mais próximo o ângulo entre os vetores, maior a correlação entre os parâmetros. A correlação linear entre os parâmetros está numericamente apresentada na Tabela 8.

O primeiro componente principal sugere semelhança entre os pontos, formando dois grupos distintos de indivíduos: o primeiro (1), com os pontos alocados à esquerda no biplot, representados pelos círculos vermelhos, e o segundo (2), com pontos à direita no biplot, representados pelos triângulos azuis. O grupo 1 é formado pelos indivíduos E6, E32, E44, F18, F29, G18, G46, H21, K9, L8, L38 e L48. O grupo 2 é formado pelos indivíduos E5, E16, E20, E40, F7, F32, F38, F46, F47, G32, H9, H14, H15, H17, H29, I7, I9, I12, I23, I40, I45, J4, J27, J41, J48, K24, K28, K48, L3 e L42 (Figura 14).

Os atributos de cor da polpa foram os mais representativos para a discriminação dos indivíduos, caracterizando o primeiro componente principal (Tabela 8). A coordenada L* indica a luminosidade, em que altos valores de L* representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras. O croma indica saturação, ligada diretamente à concentração do elemento corante. O ângulo *Hue*, por sua vez, representa a tonalidade de cor (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

Tabela 8. Contribuição dos parâmetros de cor avaliados para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2).

Parâmetros	CP1 (%)	CP2 (%)
L* casca	0,68	50,41
Croma casca	1,16	46,42
Ângulo <i>Hue</i> casca	1,09	0,07
L* polpa	33,29	2,25
Croma polpa	30,99	0,01
Ângulo <i>Hue</i> polpa	32,79	0,84

A cor é um dos principais atributos de qualidade exigidos pelo consumidor, de modo que a aparência do produto permite inferir características não perceptíveis, sendo base de escolha e/ou decisão de compra. A cor informa ao consumidor sobre a maturação do fruto ou pode indicar sua deterioração, de forma a atrair ou repelir o consumo (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005).

Observa-se que os indivíduos pertencentes ao grupo 1 apresentaram correlação forte com os atributos coordenada L* da polpa e ângulo *Hue* da polpa, com valores médios de 83,30 e 79,87, respectivamente, maiores que os observados no grupo 2, indicando uma polpa mais clara e amarelada. Os indivíduos pertencentes ao grupo 2, por sua vez, apresentaram correlação forte com o atributo croma da polpa, com média de 69,78, superior ao grupo 1, indicando coloração mais intensa e possivelmente maior teor de carotenoides totais (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de coordenada L*, croma e ângulo *Hue* da casca e da polpa de pequi de indivíduos discriminados em dois grupos diferentes.

Parâmetros	Grupo 1	Grupo 2
L* casca	51,29a	52,14a
Croma casca	22,64a	23,75a
Ângulo <i>Hue</i> casca	97,55a	97,06a
L* polpa	83,30a	78,12b
Croma polpa	57,55b	69,78a
Ângulo <i>Hue</i> polpa	79,87a	72,71b

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação de médias de Tukey.

A forte correlação positiva observada entre os parâmetros coordenada L* e ângulo *Hue* da polpa indicam que quanto mais clara a polpa do fruto, mais a tonalidade se afasta do amarelo-alaranjado em direção à coloração mais amarelada. Esses dois parâmetros apresentaram forte correlação negativa com o croma da polpa, de modo que pirênios mais claros e amarelados possuem uma menor intensidade de cor à percepção humana (Tabela 10). Nesse sentido, os

pirênios do grupo 2 tendem a apresentar um aspecto visual mais atrativo ao consumidor, com pirênios mais alaranjados e de coloração mais intensa, como afirma estudo de Vera (2004 *apud* RIBEIRO, 2011) sobre as preferências do consumidor de pequi comercializado na Central de Abastecimento de Goiás – CEASA-GO.

Tabela 10. Correlação linear (r) dos parâmetros de cor de 42 indivíduos de pequi avaliados.

	L*	Croma	Ângulo	L*	Croma	Ângulo
	casca	casca	<i>Hue</i> casca	polpa	polpa	<i>Hue</i> polpa
L* casca	1,00	0,56	-0,15	0,07	0,17	-0,02
Croma casca	0,56	1,00	0,09	-0,06	0,11	-0,09
Ângulo <i>Hue</i> casca	-0,15	0,09	1,00	0,10	-0,09	0,11
L* polpa	0,07	-0,06	0,10	1,00	-0,81	0,90
Croma polpa	0,17	0,11	-0,09	-0,81	1,00	-0,77
Ângulo <i>Hue</i> polpa	-0,02	-0,09	0,11	0,90	-0,77	1,00

Os indivíduos pertencentes ao grupo 1 apresentaram baixa correlação com os parâmetros de cor da casca, quando comparados ao grupo 2. Os atributos coordenada L* e croma da casca foram os parâmetros mais representativos para a segunda componente principal (Tabela 8). A coloração do epicarpo pode ser um fator relevante ao se analisar o fruto inteiro. Porém, o pequi é mais comumente comercializado processado, na forma de licores, pastas, conservas, entre outros; ou minimamente processado, expondo os pirênios. Desse modo, a coloração da polpa é um aspecto mais relevante do ponto de vista comercial.

Análises físico-químicas

A Figura 15 é uma projeção dos resultados obtidos da Análise de Componentes Principais (ACP), referente à distribuição dos indivíduos de pequi, em função dos parâmetros físico-químicos da polpa de pirênios avaliados. Os dois primeiros componentes principais explicam 65,58% da variabilidade das respostas.

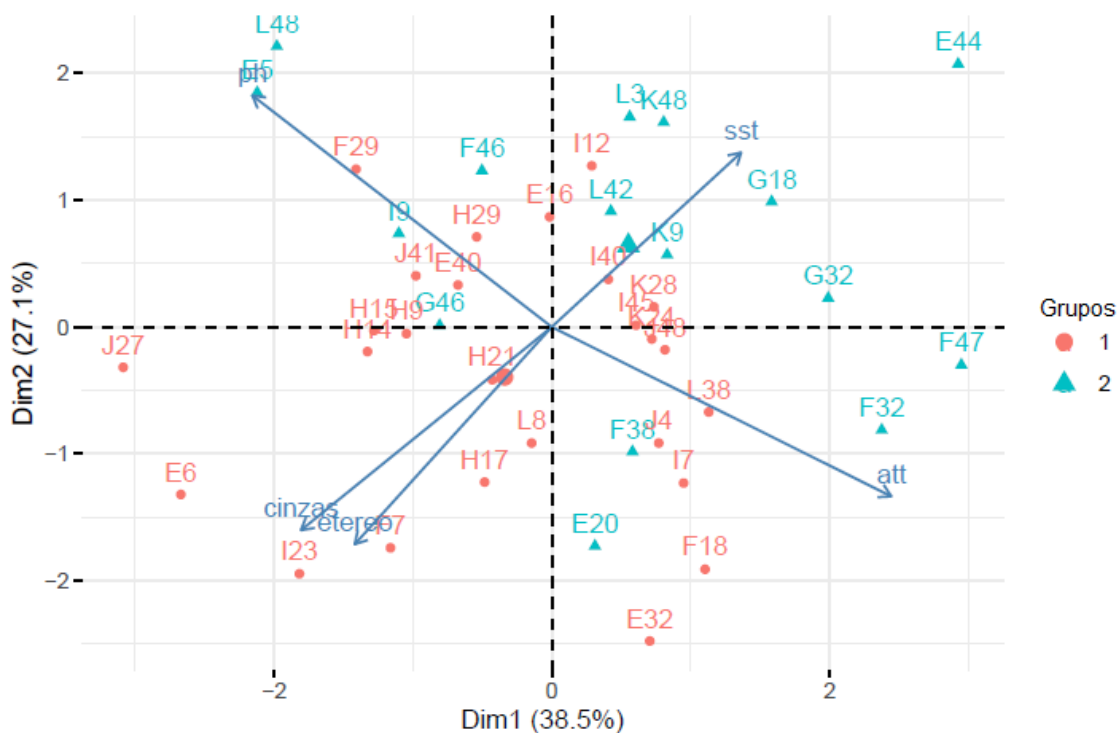


Figura 15. Biplot dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais para dados de 42 indivíduos de pequi (E5, E6, ... L42, L48), agrupados em 2 grupos, em função dos parâmetros físico-químicos avaliados: pH = potencial hidrogeniônico; sst = sólidos solúveis totais; att = acidez total titulável; etéreo = extrato etéreo; e cinzas.

Os dois primeiros componentes principais sugerem semelhança entre os pontos, formando dois grupos distintos de indivíduos: o primeiro (1) representado pelos círculos vermelhos, e o segundo (2) representado pelos triângulos azuis. O grupo 1 é formado pelos indivíduos E6, E16, E32, E40, F7, F18, F29, H9, H14, H15, H17, H21, H29, I7, I12, I23, I40, I45, J4, J27, J41, J48, K24, K28, L8 e L38. O grupo 2 é formado pelos indivíduos E5, E20, E44, F32, F38, F46, F47, G18, G32, G46, I9, K9, K48, L3, L42 e L48 (Figura 15).

Os parâmetros ATT e pH apresentaram as maiores contribuições para os dois primeiros componentes principais (Tabela 11). Os agrupamentos formados, porém, não apresentaram dissimilaridade acentuada, de modo que os indivíduos de ambos os grupos se encontram distribuídos por todos os quadrantes do biplot (Figura 15) e não houve diferença estatística entre as médias de ATT e pH dos dois grupos (Tabela 12).

Tabela 11. Contribuição dos parâmetros físico-químicos avaliados para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2).

Parâmetros	CP1 (%)	CP2 (%)
SST	10,47	15,14
pH	26,16	26,61
ATT	33,67	14,27
Etéreo	11,33	23,46
Cinzas	18,36	20,52

SST: sólidos solúveis totais, pH: potencial hidrogeniônico, ATT: acidez total titulável, Etéreo: extrato etéreo.

Tabela 12. Valores médios de SST, pH, ATT, extrato etéreo e cinzas da polpa de pequi de indivíduos discriminados em dois grupos diferentes.

Parâmetros	Grupo 1	Grupo 2
SST	13,45a	13,98a
pH	7,25a	7,30a
ATT	0,083a	0,092a
Etéreo	60,42a	50,08b
Cinzas	4,04a	3,66a

¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação de médias de Tukey.

Observou-se forte correlação negativa entre os parâmetros ATT e pH, conforme esperado, uma vez que o pH tende a aumentar com a redução da acidez, e o contrário também

é válido (Tabela 13). O pequi é classificado como alimento de baixa acidez, o que o torna propício ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos e à deterioração. Baixa acidez e elevado pH também foi observado por Oliveira et al (2010) ao avaliarem a qualidade de pequi proveniente da Chapada do Araripe, Ceará.

Tabela 13. Correlação linear (r) dos parâmetros físico-químicos de 42 indivíduos de pequi avaliados.

	SST	pH	ATT	Etéreo	Cinzas
SST	1,0	-0,09	0,10	-0,18	-0,31
pH	-0,09	1,0	-0,69	-0,02	0,11
ATT	0,10	-0,69	1,0	-0,19	-0,20
Etéreo	-0,18	-0,02	-0,19	1,0	0,36
Cinzas	-0,31	0,11	-0,20	0,36	1,0

SST: sólidos solúveis totais, pH: potencial hidrogeniônico, ATT: acidez total titulável, Etéreo: extrato etéreo.

Os parâmetros SST e cinzas também não apresentaram diferença estatística entre os grupos (Tabela 12). O teor de cinzas da polpa foi semelhante ao observado por Ramos et al (2011) em frutos de pequi oriundos de Caxias, Maranhão, com média de 3,18%. Em termos nutricionais, no geral, altos teores de cinzas significam maiores quantidades de minerais, sendo o pequi uma importante fonte desses elementos (RAMOS et al, 2011).

Quanto aos sólidos solúveis totais, as médias observadas no presente trabalho foram superiores à média de 35 pequizeiros oriundos da Chapada do Araripe, Ceará, verificada por Oliveira et al (2010), em torno de 10° Brix. O teor de sólidos solúveis, que expressa a quantidade de açúcares e ácidos, é um fator relevante na avaliação da qualidade, uma vez que influencia diretamente no sabor produto (SOUZA, 2014). No presente trabalho, no entanto, não foi um fator relevante para os agrupamentos.

O parâmetro extrato etéreo, por sua vez, apresentou diferença estatística entre os grupos (Tabela 12), e compreende a fração do alimento que é insolúvel em água, mas solúvel em solventes orgânicos, representando os lipídeos presentes na polpa. O grupo 1 se destacou, com

média de 60,42% da matéria seca da polpa, enquanto que o grupo 2 apresentou 50,08% de extrato etéreo. Valores elevados de lipídeos, acima de 60%, também foram verificados por Duboc et al (2013) em matrizes de pequi oriundas do Tocantins.

O pequi se caracteriza por apresentar altos teores de óleo na sua polpa e amêndoa, sendo fonte de ácidos graxos, predominantemente ácido oleico e ácido palmítico. Os óleos ricos em ácido oleico estão ligados à menor ocorrência de doenças cardiovasculares, sendo recomendada a sua ingestão. O óleo oriundo do pequi é utilizado na culinária e na indústria cosmética, sendo também uma alternativa potencial para a produção de biocombustível (DUBOC et al, 2013; SANTOS et al, 2017).

Análises físicas

A Figura 16 é uma projeção dos resultados obtidos da Análise de Componentes Principais (ACP), referente à distribuição dos indivíduos de pequi, em função dos parâmetros físicos avaliados para fruto inteiro e pirênios. Os dois primeiros componentes principais explicam 73,8% da variabilidade das respostas.

O primeiro componente principal sugere semelhança entre os pontos, formando três grupos distintos de indivíduos: o primeiro (1), com os pontos alocados à direita no biplot, representados pelos círculos vermelhos; o segundo (2), com pontos alocados à esquerda no biplot, representados pelos triângulos verdes; e o terceiro (3), com pontos localizados entre os dois primeiros grupos, representados pelos quadrados azuis. O grupo 1 é formado pelos indivíduos E32, E40, E44, F18, F32, F46, F47, G18, H17, H21, I7, J4 e L3. O grupo 2 é formado pelos indivíduos E6, F7, G46, I23, I45, J27, K24 e L48. Por fim, o grupo 3 é formado pelos indivíduos E5, E16, E20, F29, F38, G32, H9, H14, H15, H29, I9, I12, I40, J41, J48, K9, K28, K48, L8, L38 e L42 (Figura 16).

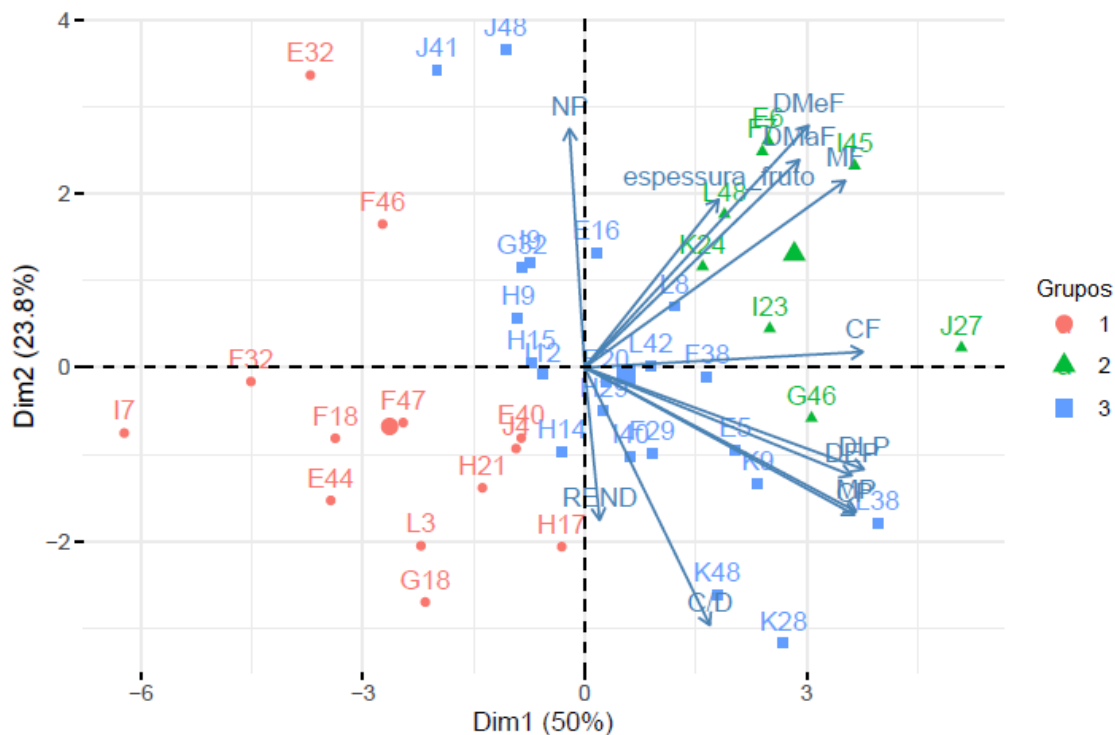


Figura 16. Biplot dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais para dados de 42 indivíduos de pequi (E5, E6, ... L42, L48), agrupados em 3 grupos, em função dos parâmetros físicos avaliados: NP = número de pirênios por fruto; C/D = relação comprimento-diâmetro menor do fruto; espessura fruto = espessura da casca; DMeF = diâmetro menor do fruto; DMaF = diâmetro maior do fruto; MF = massa do fruto; CF = comprimento do fruto; DLP = diâmetro longitudinal do pirênio; DEP = diâmetro equatorial do pirênio; CP = comprimento do pirênio; MP = massa do pirênio; e REND = rendimento de massa de pirênios por massa do fruto.

Devido à forte correlação entre diversas variáveis físicas (Tabela 17), a caracterização do primeiro componente principal se deu de forma distribuída entre diversas variáveis, em especial aquelas referentes ao diâmetro, comprimento e massa do fruto inteiro e do pirênio. Os parâmetros rendimento, espessura da casca, relação comprimento-diâmetro do fruto e número de pirênios por fruto contribuíram pouco para os agrupamentos formados (Tabela 14).

Tabela 14. Contribuição dos parâmetros físicos avaliados para os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2).

Parâmetros	CP1 (%)	CP2 (%)
NP	0,04	15,15
C/D	2,74	17,65
Espessura	3,14	7,50
DMeF	8,78	15,57
DMaF	8,06	11,46
MF	11,88	9,28
CF	13,54	0,06
DLP	13,65	2,76
DEP	12,48	3,10
CP	11,68	7,29
MP	12,90	5,52
REND	0,04	6,19

NP: número de pirênios por fruto, C/D: relação comprimento/diâmetro menor do fruto inteiro, Espessura: espessura da casca, DMeF: diâmetro menor do fruto inteiro, DMaF: diâmetro maior do fruto inteiro, MF: massa do fruto inteiro, CF: comprimento do fruto inteiro, DLP: diâmetro longitudinal do pirênio, DEP: diâmetro equatorial do pirênio, CP: comprimento do pirênios, MP: massa do pirênios, e REND: rendimento de pirênio.

O grupo 2 apresentou os maiores valores de comprimento, diâmetros e massa do fruto. O grupo 3 apresentou valores intermediários, o grupo 1 os menores valores (Tabela 15). A massa do fruto do grupo 2, 139,73 g, se assemelhou às médias encontradas por Alves et al (2014) em pequis oriundos dos estados de Tocantins e Goiás, correspondente a 138,7g e 120,9g, respectivamente. Os três grupos apresentaram massa do fruto inferiores às médias observadas em pequis oriundos dos estados do Piauí e Maranhão, 173,30g (RAMOS et al, 2011), e de Minas Gerais, 191,4g (ALVES et al, 2014).

Os grupos 2 e 3 apresentaram diâmetro maior do fruto com valores semelhantes aqueles observados no estudo de Alves et al (2014) em pequis oriundos do Goiás, com média de 64,3 mm; e inferiores ao verificado por Moura et al (2013) em pequis de diversas regiões do cerrado, com média de 74,51 mm. Os três grupos apresentaram diâmetro menor do fruto inferiores aos

observados por Moura et al (2013) e por Alves et al (2014) em frutos oriundos de Minas Gerais, enquanto que os grupos 2 e 3 apresentaram valores semelhantes àqueles de Tocantins e Goiás. Quanto ao comprimento do fruto, o grupo 2 também se assemelhou aos frutos de Tocantins e Goiás analisados por Alves et al (2014), correspondentes a 59,2 e 60,5 mm.

Tabela 15. Valores médios dos parâmetros físicos de frutos de pequi e pirênios de indivíduos discriminados em três grupos diferentes.

Parâmetros	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
NP	1,51a	1,7a	1,69a
C/D	1,05a	1,04a	1,06a
Espessura	9,49b	12,07a	10,61ab
DMeF	47,29c	57,99a	52,30b
DMaF	56,07c	69,56a	63,83b
MF	75,49c	139,73a	79,56b
CF	49,13c	59,75a	55,00b
DLP	23,69b	27,69a	26,15a
DEP	23,61b	27,30a	25,81a
CP	32,69b	37,60a	36,56a
MP	11,05b	16,54a	14,85a
REND	0,22a	0,20a	0,23a

NP: número de pirênios por fruto, C/D: relação comprimento/diâmetro menor do fruto inteiro, Espessura: espessura da casca, DMeF: diâmetro menor do fruto inteiro, DMaF: diâmetro maior do fruto inteiro, MF: massa do fruto inteiro, CF: comprimento do fruto inteiro, DLP: diâmetro longitudinal do pirênio, DEP: diâmetro equatorial do pirênio, CP: comprimento do pirênios, MP: massa do pirênios, e REND: rendimento de pirênios. ¹Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de comparação de médias de Tukey.

As dimensões do fruto inteiro fornecem uma ideia sobre as dimensões do pirênio ali contido, de modo que o comprimento do fruto mostrou correlação positiva forte com as dimensões do pirênio, ou seja, comprimento, diâmetro longitudinal, diâmetro equatorial e massa (Tabela 17).

A massa do fruto, por sua vez, apresentou correlação positiva média com a massa do pirênio. Dessa forma, frutos mais pesados não necessariamente refletem em pirênios maiores. A casca do fruto de pequi representa a maior parte do fruto e geralmente é descartada, embora exista potencial para seu uso em produtos alimentares, como farinhas (PIRES CAMPOS et al, 2016); extração de pectina para uso como aditivo alimentar (SIQUEIRA et al, 2012); adição de farelo da casca como alternativa na alimentação de ruminantes (GERASEEV et al, 2011); uso de biochar da casca como condicionador de solo (SILVA, 2017), entre outras potencialidades.

Com relação ao pirênio, os maiores valores de diâmetro longitudinal, diâmetro equatorial, comprimento e massa foram verificados nos grupos 2 e 3, não havendo diferença estatística entre eles. O grupo 1 apresentou os menores pirênios (Tabela 15). As dimensões do pirênio são um aspecto muito relevante na comercialização do produto in natura, de modo a atrair o consumidor; como também para o processamento, uma vez que se aproveita cerca de 50% do pirênio para alimentação, segundo Vera et al (2005).

Os grupos 2 e 3 apresentaram diâmetros médios e comprimento de pirênio com valores próximos aos encontrados por Alves et al (2014) nos estados de Tocantins e Goiás, e diâmetros médios inferiores aos observados por Moura et al (2013) na maioria das oito regiões de Cerrado avaliadas pelos autores. Os três grupos apresentaram massa média de pirênios menores que as encontradas por diversos autores, como Ramos et al (2011), que encontrou massa média de pirênios variando de 19,5 a 27,7 g em pequis oriundos do Piauí e Maranhão; Vera et al (2005), com média de 18,10 g; e Alves et al (2014), com médias variando de 24,7 a 43,1 g. Já os valores encontrados por Cordeiro et al (2013) em pequis oriundos de diferentes regiões do Mato Grosso, com massa média de pirênios de 16,92 g, se assemelha às médias dos grupos 2 e 3 (Tabela 15).

O rendimento, no entanto, não diferiu entre os grupos, de modo que a razão entre massa de pirênios e massa do fruto inteiro é similar para os três grupos, com valores próximos também aos encontrados por Moura et al (2013), 0,23 g/g; e superiores aos observados por Cordeiro et al (2013), com média de 0,12 g/g. Frutos de maior rendimento geram maior valor agregado e maior potencial de uso comercial e industrial do produto. Nota-se que o rendimento possui correlação negativa forte com a espessura da casca, de modo que frutos de casca muito espessa tendem a apresentar um menor rendimento de pirênios (Tabela 17).

O número médio de pirênios por fruto também não diferiu entre os três grupos (Tabela 15), variando de 1 a 5. Nota-se predominância da ocorrência de frutos com apenas um pirênio (Tabela 16), o mesmo observado por Vera et al (2005), Corrêa et al (2008) e Moura et al (2013).

Tabela 16. Distribuição de frequência relativa (%) do número de pirênios por fruto em 42 indivíduos de pequi.

NP	Frequência (%)
1	51,28
2	34,66
3	12,38
4	1,44
5	0,24

NP: número de pirênios por fruto.

A relação comprimento-diâmetro fornece uma ideia do formato dos frutos, de modo que se classifica como oblongos os frutos cuja relação C/D é superior a 1, como ovalados aqueles com valores menores que 1, e arredondados quando a relação C/D é igual a 1 (MEDEIROS et al., 2009). Desse modo, os frutos dos três grupos são classificados, em média, como oblongos (Tabela 15).

Soares et al (2017) observaram efeito de matrizes dentro de populações de pequizeiros altamente significativo para características de massa do fruto e do pirênio, número de pirênios por fruto, massa da polpa e teor de proteínas e lipídeos; mostrando grande variabilidade intra-populacional, como observado no presente trabalho. Os autores encontraram estimativas de repetibilidade que permitem inferir um alto controle genético para os parâmetros massa do fruto, massa de pirênios, massa de polpa e teor de lipídeos, o que leva a uma maior probabilidade de expressão dessas características nos descendentes clonais de matrizes selecionadas e reforça a importância da caracterização de indivíduos de pequizeiro.

Tabela 17. Correlação linear (r) dos parâmetros físicos de 42 indivíduos de pequi avaliados.

	NP	C/D	Espessura	DMeF	DMaF	MF	CF	DLP	DEP	CP	MP	REND
NP	1,00	-0,68	-0,21	0,36	0,60	0,28	-0,21	-0,12	-0,07	-0,31	-0,21	0,34
C/D	-0,68	1,00	0,14	-0,19	-0,24	-0,02	0,57	0,46	0,39	0,63	0,52	-0,04
Espessura	-0,21	0,14	1,00	0,65	0,28	0,59	0,65	0,14	0,05	0,18	0,08	-0,78
DMeF	0,36	-0,19	0,65	1,00	0,85	0,95	0,70	0,46	0,43	0,37	0,36	-0,28
DMaF	0,60	-0,24	0,28	0,85	1,00	0,89	0,53	0,52	0,50	0,38	0,45	0,11
MF	0,28	-0,02	0,59	0,95	0,89	1,00	0,78	0,61	0,58	0,52	0,54	-0,18
CF	-0,21	0,57	0,65	0,70	0,53	0,78	1,00	0,71	0,63	0,76	0,68	-0,28
DLP	-0,12	0,46	0,14	0,46	0,52	0,61	0,71	1,00	0,91	0,89	0,94	0,31
DEP	-0,07	0,39	0,05	0,43	0,50	0,58	0,63	0,91	1,00	0,85	0,95	0,42
CP	-0,31	0,63	0,18	0,37	0,38	0,52	0,76	0,89	0,85	1,00	0,92	0,20
MP	-0,21	0,52	0,08	0,36	0,45	0,54	0,68	0,94	0,95	0,92	1,00	0,37
REND	0,34	-0,04	-0,78	-0,28	0,11	-0,18	-0,28	0,31	0,42	0,20	0,37	1,00

NP: número de pirênios por fruto, C/D: relação comprimento/diâmetro menor do fruto inteiro, Espessura: espessura da casca, DMeF: diâmetro menor do fruto inteiro, DMaF: diâmetro maior do fruto inteiro, MF: massa do fruto inteiro, CF: comprimento do fruto inteiro, DLP: diâmetro longitudinal do pirênio, DEP: diâmetro equatorial do pirênio, CP: comprimento do pirênios, MP: massa do pirênios, e REND: rendimento de pirênios.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- Os indivíduos de pequi podem ser agrupados em dois grupos diferentes em função dos parâmetros de cor avaliados.
- Os frutos do grupo 1 (cor) apresentam polpa mais clara e amarelada, com menor intensidade de cor.
- Os frutos do grupo 2 (cor) apresentam polpa de cor mais intensa e mais atrativa ao consumidor.
- Os indivíduos de pequi podem ser agrupados em dois grupos diferentes em função dos parâmetros físico-químicos avaliados, porém de baixa dissimilaridade.
- Os frutos do grupo 1 (análises físico-químicas) apresentaram elevado teor de lipídeos, o que indica maior potencial de processamento e uso industrial.
- Os indivíduos de pequi podem ser agrupados em três grupos diferentes em função dos parâmetros físicos avaliados.
- O grupo 2 (parâmetros físicos) apresentou os maiores frutos e o grupo 1, os menores frutos. Os grupos 2 e 3 apresentaram os maiores pirênios. Não houve, porém, diferença de rendimento de pirênios entre os três grupos.
- Os indivíduos de maior destaque foram E16, F7, H9, H14, H15, H29, I12, I23, I40, I45, J27, J41, J48, K24 e K28, por apresentarem polpa de coloração mais intensa, maior teor de lipídeos e pirênios maiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. M. Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 198-203, jul./set. 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Ed. Washington, D.C., 1995.
- CAMPOS, E. P. et al. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.
- CARVALHO, C. R. L. **Análises químicas de alimentos**. Campinas, SP, ITAL. 1990. 121p.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal. Pelotas: Ed. Universitárias da UEPel, 2004. 142 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CORDEIRO, M. W. S. et al. Características físicas, composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de *Caryocar brasiliense* nativo do estado de Mato Grosso. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 1127-1139, dez. 2013.
- CÔRREA, G. C. et al. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, v.24, n.4, p.42-47, 2008.
- DUBOC, E. et al. **Atributos biométricos e teor de extrato etéreo de acessos de pequi (Caryocar spp.) como potencial fonte de produção de biocombustível**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 26 p.
- FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria – princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (ed.) **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 209-220, 2017.
- GERASEEV, L. C. et al. Cinética da degradação ruminal de dietas contendo farelo de casca de pequi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.9, p.1626-1631, 2011.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. Brasília: IAL, 2005. 1018p.
- MCGUIRE, R.G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MEDEIROS, S.A.F. et al. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 492-499, 2009.

MOURA, N. F. et al. Caracterização física de frutos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) do cerrado. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, set. /out., 2013.

OLIVEIRA, M. E. B. de et al. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p. 114-125, 2010.

PIRES CAMPOS, R. et al. Elaboração e Caracterização de Farinha da Casca de Pequi. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

RAMOS, K. M. C. et al. Características físicas e químico-nutricionais de frutos de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.) em populações naturais da região Meio-Norte do Brasil. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 33, n. 2, p. 500-508, jun. 2011.

SANTOS, R. C. M. et al. Avaliação cinética do biodiesel obtido a partir do óleo de pequi. **Acta Mechanica Et Mobilitatem**, v. 2, 2017.

SILVA, M. S. A. **Biochar de casca de pequi como condicionador de solo no desempenho agrônômico de feijoeiro**. 2017. 89 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros – Minas Gerais, 2017.

SIQUEIRA, B. dos S. et al. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geleia light de manga. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 2, p. 560-567, 2012.

SOARES, B. C. et al. Repeatability of physical and chemical characteristics in pequi fruits. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 39, n. 2, 2017.

SOUZA, R.S. **Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) durante o armazenamento**. 2014. 34 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2014.

VERA, R. **Caracterização física e química de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes regiões do Estado de Goiás**. 2004. 50 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004 *apud* RIBEIRO, D. M. **Propriedades físicas, químicas e bioquímicas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de diferentes regiões do Cerrado**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

VERA, R. et al. Caracterização física de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 71-79, 2005.