

## **VIDA ÚTIL DE POLPA DE FRUTOS DE *Passiflora cincinnata* CV. BRS SERTÃO FORTE CONGELADA**

*Maria Madalena Rinaldi, Ana Maria Costa*

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Cerrados (CPAC) BR 020, km 18, Rodovia Brasília-Fortaleza, Caixa Postal: 08223, 73310-970, Planaltina, DF, Brasil. [madalena.rinaldi@embrapa.br](mailto:madalena.rinaldi@embrapa.br), [ana-costa@embrapa.br](mailto:ana-costa@embrapa.br)

O processamento de polpas de frutos é importante na medida em que agrega valor econômico, evita desperdícios e minimiza perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura*, além de possibilitar ao produtor uma alternativa na utilização dos frutos. Objetivou-se avaliar a vida útil de polpa de frutos de *Passiflora cincinnata* armazenada sob congelamento a -18 °C por 24 meses. A cada três meses foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, Ratio, cor (L\*, a\*, b\*, incremento no escurecimento, croma e ângulo hue), polifenóis, vitamina C, flavonoides e antocianinas. Visivelmente não ocorreu variação significativa da cor da polpa de frutos de *P. cincinnata* durante o armazenamento. Os valores de sólidos solúveis e antocianinas não variaram significativamente. Ocorreu oscilação nos valores de pH, acidez titulável, Ratio e flavonoides. Os valores de polifenóis e vitamina C reduziram no decorrer do armazenamento. Polpa de frutos de *P. cincinnata* podem ser armazenadas sob congelamento a -18 °C por até seis meses sem nenhuma alteração significativa na sua constituição química. A partir deste período ocorre redução significativa nos valores de polifenóis e vitamina C.

**Palavras-chave:** armazenamento, conservação, maracujá, alimentos funcionais.

**Shelf life of pulp of fruit of *Passiflora cincinnata* cv. BRS Sertão Forte frozen.** The processing of fruit pulps is important insofar as it adds economic value, avoids waste and minimizes losses that may occur during the commercialization of the product *in natura*, besides allowing the producer an alternative in the use of the fruits. The objective was to evaluate the useful life of *Passiflora cincinnata* fruit pulp stored under freezing at -18 °C for 24 months. Analyses of pH, soluble solids, titratable acidity, Ratio, color (L\*, a\*, b\*, increase in browning, chroma and hue angle), polyphenols, vitamin C, flavonoids and anthocyanins and were carried out every three months. There was not a significant variation in the color of the fruit pulp of *P. cincinnata* during storage. The values of soluble solids and anthocyanins did not vary significantly. There was an oscillation in the values of pH, titratable acidity, Ratio and flavonoids. The values of polyphenols and vitamin C decreased during storage. Fruit pulp of *P. cincinnata* can be stored under freezing at -18 °C for up to six months without any significant change in its chemical constitution. From this period there is a significant reduction in the values of polyphenols and vitamin C.

**Key words:** storage, conservation, passion fruit, functional food.

## Introdução

O maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast) tem ganhado importância econômica à medida que apresenta perspectivas de exploração de mercados específicos seja para consumo *in natura* ou processado. Este maracujá é uma alternativa para melhoria na renda de pequenos produtores rurais que cultivam ou exploram por meio do extrativismo em áreas onde esta fruta é abundante (Azoubel et al., 2010). Os frutos de *P. cincinnata* são ricos em vitamina C; potássio; e as plantas são resistentes a pragas e doenças e adaptadas a regiões secas sujeitas a estresses hídricos. Além disso, a produção do maracujá-do-mato demanda menos recursos quando comparado à produção do maracujazeiro amarelo, além de ser uma cultura que não demanda a utilização de defensivos químicos (Flori et al., 2011).

Uma das alternativas para a comercialização destes frutos é em forma de polpa sendo que atualmente há grande propensão de substituição do suco de frutas pronto (*in natura*) pela polpa industrializada (Fonseca, Carvalho e Viana, 2021; Albuquerque et al., 2021). Há vantagens como a não utilização de aditivos e conservantes químicos, a praticidade para o consumidor e a preservação do sabor natural da fruta. A produção de polpas de frutas congeladas é uma excelente alternativa podendo ser elaborada nas épocas de safra permitindo a oferta das polpas nos períodos de entressafra, evitando os problemas ligados à sazonalidade (Castro et al., 2015).

Dentre as formas de conservação das frutas, o congelamento da polpa mostra-se bastante viável, pois favorece a conservação e consumo, preservando o valor nutritivo, a capacidade antioxidante e o aroma e sabor (Carvalho, Mattietto e Beckman, 2017). As polpas são fáceis de comercializar e são importantes fontes de matéria-prima, podendo ser empregadas na elaboração de outros produtos como iogurtes, doces, biscoitos, bolos, sorvetes e sucos. Adicionalmente, apresentam-se como alternativa de consumo de frutos sazonais, para os mercados nacionais ou internacionais, mesmo em períodos de entressafra de produção (Gonçalves et al., 2018).

O congelamento da polpa é uma das técnicas de conservação mais empregadas devido a sua facilidade de operação, baixo custo de instalação e sua eficiência

na retenção de grande parte dos compostos bioativos, nutricionais e sensoriais de coloração, sabor e aroma (Gonçalves, 2017). Dentre as alternativas de conservação para polpa de fruta, o congelamento ainda é o procedimento mais utilizado (Carvalho, Mattietto e Beckman, 2017). As autoras observaram que o armazenamento sob congelamento foi eficaz na manutenção das características químicas e de atividade antioxidante das polpas de frutas mistas armazenadas a -18 °C por 365 dias.

No Brasil a qualidade de polpas de fruta comercializadas é regulamentada pela Instrução Normativa de Nº 1 de 07 de janeiro de 2000 que determina os Padrões de Identidade e Qualidade (PQI's) (Brasil, 2000). Esta legislação define polpa de fruta como sendo o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtida de frutos polposos, em processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto. Ainda de acordo com esta legislação, na garantia da qualidade, as variáveis como acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores e totais, vitamina C e pH são importantes para a padronização do produto e análise de alterações ocorridas durante o processamento e armazenamento.

Assim, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a vida útil de polpa de frutos de *P. cincinnata* cv. BRS Sertão Forte armazenada sob congelamento a -18 °C.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados localizado em Planaltina - DF. Foi utilizado frutos de *P. cincinnata* oriundos de experimento de campo conduzido na fazenda experimental da Embrapa Cerrados, 15°36'13.02"S; 47°43'17.34"O, e altitude aproximada de 1050 m - Planaltina - DF. As mudas da *P. cincinnata* variedade BRS SF (nome fantasia BRS Sertão Forte) foram transplantadas para as covas com 3,5 meses de idade. Os cultivos foram instalados em dezembro de 2016 em sistema de espaldeira com espaçamento 2,5 m x 2,5 m entre plantas e entre linhas, adubação na cova e irrigação por gotejamento.

Os frutos com aproximadamente 100 dias de desenvolvimento foram colhidos manualmente nas

primeiras horas do dia com o objetivo de evitar a absorção do calor de campo. No laboratório os frutos foram selecionados, lavados em água corrente, drenados em escurredores industriais para retirar o excesso de água da lavagem, sanitizados por 20 minutos em solução com 200 ppm de hipoclorito de sódio ativo, enxaguados por 10 minutos em solução com 10 ppm de hipoclorito de sódio ativo e drenados em escurredor industrial. Foi realizado o corte manual dos frutos, despulpamento, envase em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 200 mm e capacidade para 100 g, fechamento da embalagem em seladora própria para alimentos, congelamento e armazenamento a -18 °C por 24 meses. Ao todo foram armazenadas 60 embalagens com 100 g de polpa de frutos de *P. cincinnata*.

A cada três meses de armazenamento a polpa foi analisada quanto ao pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio de acordo com Carvalho et al. (1990). Cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ): determinada em espectrofotômetro MiniScan® EZ marca HunterLab, sendo realizadas cinco leituras por fruto. O valor de  $L^*$  define a luminosidade ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco) e  $a^*$  e  $b^*$  são responsáveis pela cromaticidade ( $+a^*$  vermelho e  $-a^*$  verde),  $b^*$  ( $+b^*$  amarelo e  $-b^*$  azul). Valores de  $a^*$  e  $b^*$  iguais a zero equivalem à cor cinza. Por meio do módulo  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  calculou-se o incremento no escurecimento [ $((L^* - L^{*0})^2 + (a^* - a^{*0})^2 + (b^* - b^{*0})^2)^{1/2}$ ], croma (saturação ou intensidade da cor; 0 - cor impura e 60 - cor pura) e o ângulo hue (ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro) por meio das fórmulas: croma [ $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ] e ângulo hue [arco tangente ( $b^*/a^*$ )] para  $a^*$  positivo e [arco tangente ( $b^*/a^*$ ) (-1) + 90] para  $a^*$  negativo, conforme recomendado por Hunterlab (2008).

Polifenóis totais: Para a obtenção do extrato foram pesados de 5 a 15 g de amostra, adicionados 40 mL de metanol 50% (metanol:água destilada, 50:50, v/v), homogeneizados e deixados em repouso por 60 minutos, a temperatura ambiente e ao abrigo da luz. Centrifugados a 15.000 rpm durante 20 minutos. O sobrenadante 1 foi recolhido em um balão volumétrico de 100 mL. A partir do resíduo da primeira extração, adicionaram-se 40 mL de acetona 70% (acetona:água destilada, 70:30, v/v), e repetiu-se o processo anterior, ou seja, homogeneização e repouso por 60 minutos, a temperatura ambiente e ao abrigo da luz. Centrifugados

novamente a 15.000 rpm durante 20 minutos a 20 °C, recolhido o sobrenadante 2 e adicionado ao sobrenadante 1 no balão volumétrico completando para 100mL com água destilada (Larrauri, Rupérez & Saura-Calixto, 1997). Em tubos de ensaio adicionaram-se 1 mL do extrato obtido, 1 mL do Folin Ciocateau (1 folin: 3 águas destilada), 2 mL do carbonato de sódio 20%, 2 mL de água destilada e homogeneizado. As leituras, em espectrofotômetro a 700 nm foram realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes. Os ensaios foram realizados em triplicata e em ambiente escuro (Obanda & Owuor, 1997). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro SHIMADZU UV-Vis UV-1601. O branco da leitura foi 1 mL de água destilada acrescentando todos os reagentes acima citados. O espectrofotômetro foi zerado com água destilada. O cálculo do teor de polifenóis totais foi realizado por meio da elaboração da curva do ácido gálico em 5 concentrações diferentes. Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de ácido gálico por 100 g de amostra.

Flavonoides totais e antocianinas: Pesou-se de 5 a 10 g de amostra, adicionando 30 mL de uma solução de etanol-HCl (1,5N) (85:15 v/v) e homogeneizado em politron por 1 minuto. Transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL (sem filtrar) envolto com papel alumínio, aferindo o balão com a solução etanol-HCl (1,5N), deixando repousar por uma noite sob refrigeração. Após o período de repouso, filtrou-se o material, sempre ao abrigo da luz. Realizou-se a leitura em espectrofotômetro SHIMADZU UV-Vis UV-1601 a 374 nm. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de amostra (Francis, 1982). Para a determinação das antocianinas realizou-se a leitura em comprimento de onda a 535 nm.

Vitamina C: Para a vitamina C (ou ácido ascórbico) foi pesado dois gramas da amostra e misturado com 20 ml de MA (mistura ácida: HPO<sub>3</sub> 6% e ácido acético 2N) em um tubo de centrifuga de 50ml. Homogeneização da amostra na solução ácida com a ajuda do homogeneizador (Omni® Mixer Homogenizer) por aproximadamente 2 minutos e centrifugação a 15000 rpm por 20 minutos a 4 °C. Após foi pipetado 1 ml da amostra ou da diluição da solução padrão e colocado em um tubo de ensaio. Foram adicionados 0,05ml de DCPIP 0,2%, agitado e incubado à temperatura ambiente por 1 hora, ao abrigo da luz.

Adicionou-se 1 ml de tiouréia 2% e agitado. Adicionou-se 0,5 ml de DNPH 2% e agitado novamente. Tampouse o tubo de ensaio e levou ao banho-maria a 60 °C por 3 horas. Após isso, colocaram-se os tubos em banho de gelo e acrescentou-se 2,5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 90% gelado e agitou-se cuidadosamente para dissolver o osazone (Cohen, 2006). O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método DNPH com leitura da absorbância realizada a 540 nm. Foi utilizado espectrofotômetro (Shimadzu® UV-Vis UV-1601). Os resultados foram apresentados em mg de ácido ascórbico por 100 g de produto.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição consistiu em cinco embalagens de 100 g de polpa de *P. cincinnata* congelada e mantida a -18 °C. Para a análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias agrupadas por meio do teste Tukey em nível 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Assistat (Silva, 2015). Também foi realizada análise de regressão independentemente de ser significativamente diferente ou não pelo teste F. A escolha das equações foi feita com base na significância da regressão sobre o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). O programa estatístico usado foi Excel versão 2010.

## Resultados e Discussão

Os valores de pH apresentaram oscilação significativa durante o período de armazenamento da polpa e apresentaram correlação positiva forte (R = 0,76) em um polinômio de terceira ordem, com valores variando entre 2,98 após o processamento e 2,84 aos seis meses de armazenamento (Figura 1). As oscilações, provavelmente, são ocasionadas pelas características intrínsecas dos próprios frutos. Frutos de *P. cincinnata* apresentam baixos valores de pH devido as próprias características do produto (D'Abadia et al., 2020). Comparando-se os resultados obtidos com os padrões de

identidade e qualidade para as polpas em estudo, estabelecidos na Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2000), os valores de pH para as amostras de *P. cincinnata* encontram-se de acordo com a legislação que estabelece valores entre 2,7 e 3,8 para a polpa de maracujás em geral.

Abreu et al. (2009), em estudos com cinco diferentes variedades de maracujá obtiveram valores de pH entre 3,04 a 3,08. De acordo com Santos, Coelho & Carreiro (2008) o baixo valor de pH pode representar um fator limitante para o crescimento de bactérias patogênicas, mantendo os índices de contaminação bacteriana em níveis baixos, o que é desejável. Baixos valores de pH em polpas de frutas garantem sua conservação sem a necessidade de tratamento térmico muito severo, não comprometendo sua qualidade nutricional (Santos e Boêno, 2016).

A acidez titulável também apresentou oscilação significativa correspondendo ao ocorrido com o pH. Os valores variaram entre 4,42 e 5,32 g de ácido cítrico anidro/100 ml de polpa sendo que pela análise de regressão, não houve influencia do tempo de armazenamento da polpa (Figura 1) onde as oscilações podem ser explicadas devido às próprias características da matéria prima. Os valores são significativamente superiores ao mínimo de acidez total estabelecido na

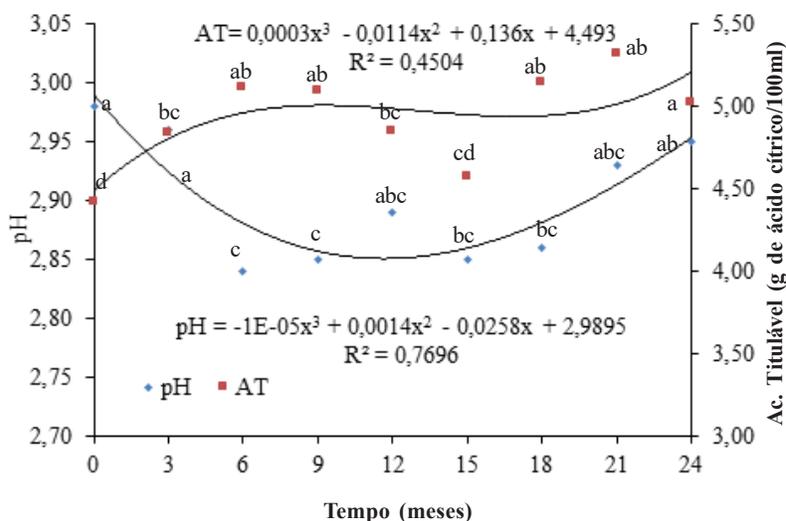


Figura 1. Valores de pH e acidez titulável (AT) em polpa de frutos de *P. cincinnata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2000) que é de no mínimo 2,5 gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa. A acidez e a medida do pH em determinados alimentos, fornece uma indicação do seu grau de deterioração, confirmada pela acidez ou basicidade desenvolvida. A determinação da acidez fornece dados importantes na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (Macedo, 2001). A acidez é importante, não somente para determinar a relação de doçura de um produto, mais também pela sua grande utilidade na indústria de alimentos, como conservante podendo prolongar a vida útil, índice para avaliação de qualidade e maturidade, indicador sensorial entre outras funções (Aroucha et al., 2010).

Dentre os ácidos mais encontrados em frutos estão: o málico, tartárico, cítrico e pirúvico. Estes por serem voláteis, contribuem para o aroma da fruta (Chitarra e Chitarra, 2005). Em frutos *in natura* durante o amadurecimento, geralmente ocorre uma diminuição da acidez e modificação da proporção entre os diversos ácidos encontrados nos frutos (Salgado, Guerra e Melo Filho, 1999).

Os sólidos solúveis não variaram significativamente durante o armazenamento (Figura 2). Os valores estiveram entre 10,08 °Brix e 10,50 °Brix situando-se bem próximo ao mínimo estabelecido (11 °Brix) pela

legislação para polpa de maracujás em geral (*Passiflora* spp.) (Brasil, 2000). O teor de sólidos solúveis pode variar com a intensidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade, solo e outros (Santos et al., 2004).

Os valores obtidos no presente experimento foram inferiores ao obtidos por D'Abadia et al. (2020) em frutos de *P. cincinnata* aos 100 dias após a antese também produzidos na Embrapa Cerrados (12,9 °Brix) e também por Abreu et al. (2009) em cinco genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Distrito Federal (12,68 °Brix a 13,58 °Brix). Sólidos solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor atrativas como derivado das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente polissacarídeos estruturais. Os principais açúcares em frutos são: glicose, frutose e sacarose em proporções variadas, de acordo com a espécie (Chaves et al., 2004).

O Ratio (SS/AT) é uma das melhores formas de avaliação do sabor dos frutos, a qual ocorre, em grande parte, devido ao balanço de ácidos e açúcares, sendo mais representativo que a mensuração destas variáveis isoladamente. Deste modo, quando os valores desta relação são altos, significa que o fruto está em bom grau de maturação, pois esse grau aumenta quando há decréscimo de acidez e alto conteúdo de sólidos solúveis (Batista et al., 2013). No presente trabalho os valores de Ratio estiveram entre 1,96 aos dezoito meses de armazenamento e 2,29 logo após o processamento da polpa correspondendo aos valores de sólidos solúveis e acidez titulável (Figura 2). De maneira geral, quanto maior os valores de Ratio melhor é o sabor dos frutos.

Os valores de  $L^*$  não apresentaram variação significativa até os 21 meses de armazenamento da polpa, porém houve correlação positiva forte ( $R^2 = 0,8778$ ) em função do tempo de armazenamento a partir da análise de regressão em um polinômio de terceira ordem (Figura 3). Aos 24 meses ocorreu redução para esta variável com valor de 48,81. Os valores estiveram entre 48,81 e 65,05. Maiores

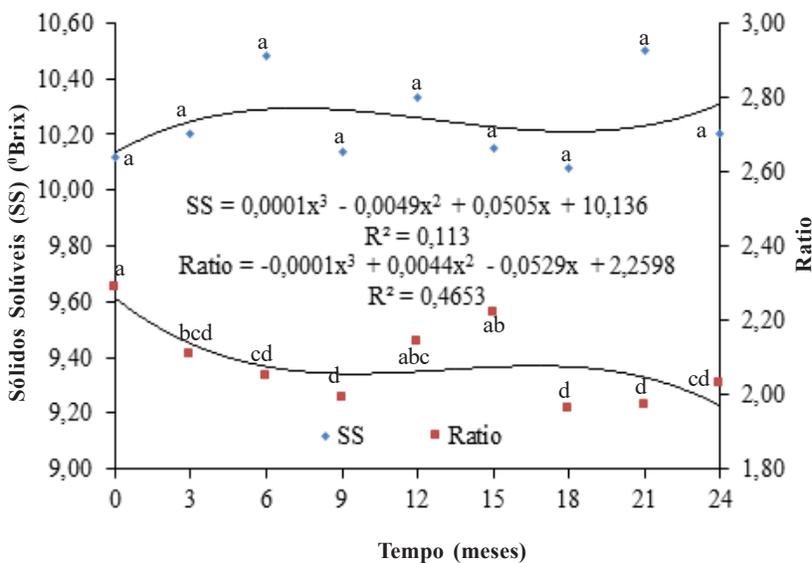


Figura 2. Valores de sólidos solúveis (SS) e Ratio em polpa de frutos de *P. cincinnata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

valores de  $L^*$  significa que a polpa está menos escurecida o que é desejável para a comercialização da mesma. Visualmente não foi observado escurecimento na polpa dos frutos de *P. cincinnata* durante os 24 meses de armazenamento.

Os valores de  $a^*$  apresentaram oscilação durante o armazenamento com valores entre 0,32 e 1,35 (Figura 3). Os valores de  $a^*$  apresentaram uma correlação fraca ( $R^2 = 0,5002$ ) e estiveram durante todo o armazenamento próximo a valores negativos que representa cor esverdeada do produto.

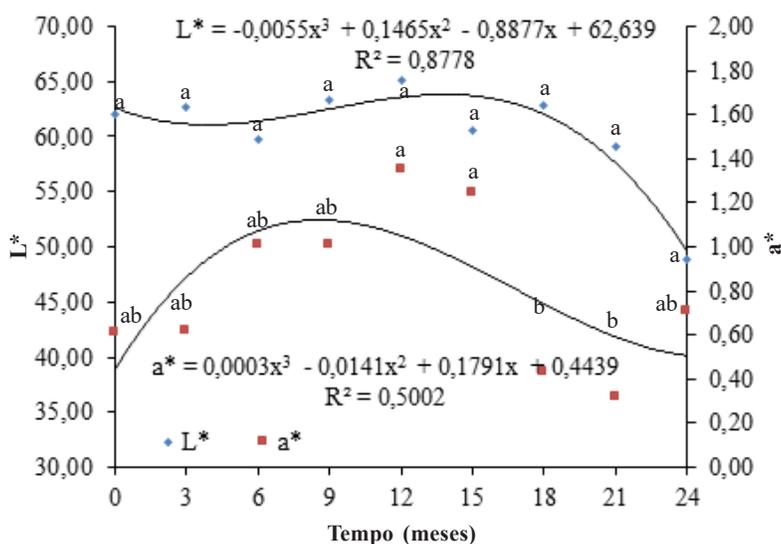


Figura 3. Valores de  $L^*$  (luminosidade) e  $a^*$  em polpa de frutos de *P. cincinnata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

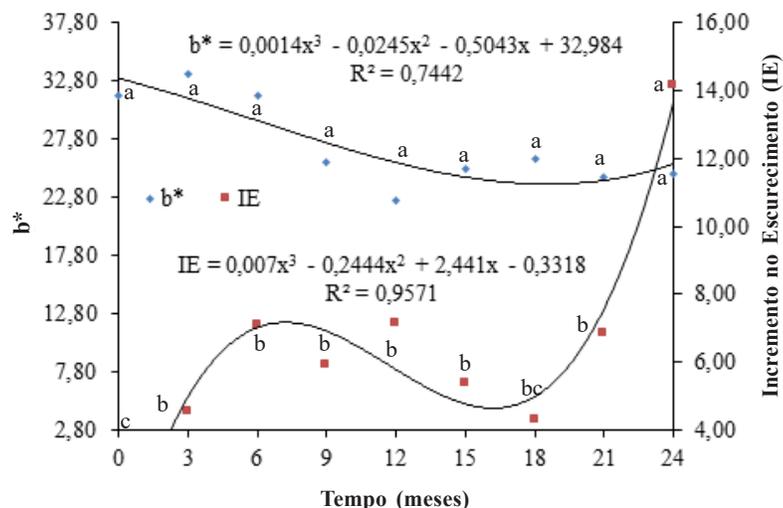


Figura 4. Valores de  $b^*$  e incremento no escurecimento (IE) em polpa de frutos de *P. cincinnata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

Visualmente, esta é a cor característica da polpa de frutos de *P. cincinnata*. Os valores de  $b^*$  não variaram significativamente comprovando que o tempo e condição de armazenamento não influenciaram nesta variável (Figura 4). A colorimetria tem sido utilizada para caracterizar a cor de diferentes pigmentos, a exemplo das antocianinas (Montes et al., 2005), clorofila (Sin-necker et al., 2002) e carotenoides (Meléndez-Martínez, Vicario & Heredia, 2003).

Vianna-Silva (2010), determinando a qualidade de suco de maracujá obtiveram as coordenadas  $L^*$

variando de 44,51 a 46,01,  $a^*$  de 4,38 a 7,94 e  $b^*$  de 38,97 a 39,28. A cor é um atributo de qualidade importante tanto para frutos *in natura* quanto aos produtos pós-processamento, sendo um fator decisivo na escolha do produto pelo consumidor (Sebastiany, Rego e Vital, 2010). A determinação instrumental da cor em polpas de frutas congeladas, medida por meio dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , torna-se de grande valia na avaliação de qualidade desses produtos, sendo que variações nos valores destas variáveis podem representar diferenças, sobretudo, na época de colheita e no estágio de maturação da matéria-prima (Pereira et al., 2006).

O incremento no escurecimento apresentou oscilação durante o armazenamento indicando que até os 21 meses de armazenamento o escurecimento da polpa foi aceitável. Ao mesmo tempo, houve correlação positiva muito forte onde o tempo de armazenamento influenciou no escurecimento da polpa (Figura 4). O incremento no escurecimento que corresponde à análise da diferença total de cor é obtido a partir dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em um determinado período de armazenamento e os valores correspondentes a um padrão, que no presente trabalho, referiu-se a polpa no início do armazenamento. A medida do incremento no escurecimento tem o objetivo de verificar o escurecimento do

produto durante o armazenamento. De maneira geral, para produtos vegetais, considera-se que, quando os valores de IE > 10, o grau de escurecimento é elevado. No presente trabalho aos 24 meses o incremento atingiu o valor de 14,16 estando acima do limite aceitável para esta variável em produtos (Figura 4).

O croma apresentou o menor valor (22,59) aos 12 meses de armazenamento correspondendo ao maior valor de a\* (1,35) e menor valor de b\* (22,55), sendo que não houve correlação em função do tempo de armazenamento, a exemplo do a\* e b\* (Figuras 3, 4 e 5). O croma é a relação entre os valores de a\* e b\*, onde se obtém a cor real do objeto analisado. Esta variável está relacionada com a intensidade da cor, onde frutos com maiores valores de croma apresentam cores mais vivas e, conseqüentemente, mais atrativas e aceitáveis pelo consumidor. Para frutos, de maneira geral, independentemente do tratamento, ocorre uma mudança crescente nos valores de croma em função do tempo de armazenamento, sendo considerada normal, ao longo do amadurecimento (Sirqueira, 2012). Este comportamento não foi observado nos valores de croma da polpa estudada no presente trabalho.

O ângulo hue, que é obtido a partir de a\* e b\*, apresentou correlação desprezível (R<sup>2</sup> = 0,3665), com valores de 86,57 aos 12 meses de armazenamento e 90,70 após o processamento da polpa (Figura 5). De maneira geral os valores de ângulo hue estiveram

próximos de 90°, o que indica cor amarelada dos frutos. Quanto à coloração, a coordenada h° (ângulo hue) varia de 0 a 360°, sendo 0° - vermelho, 90° - amarelo, 180° - verde, 270° - azul e 360° - negro (Cremasco et al., 2016). Valores de tonalidade de cor mais próximos de zero indicam produto mais vermelho, ao passo que valores mais próximos de 90° indicam produto com predominância de cor amarela (Cajamarca et al., 2017).

Os valores de polifenóis em função do tempo de armazenamento apresentaram ajuste muito forte (R<sup>2</sup> = 0,9447) na análise de regressão, sendo o valor inicial de 43,15 mg de ácido gálico por 100 g de polpa, não reduzindo significativamente até os seis meses de armazenamento, chegando a 22,48 aos 9 meses de armazenamento, comportamento não desejado. No final do armazenamento (24 meses) os valores de polifenóis na polpa foi de 11,44 mg de ácido gálico por 100 g (Figura 6).

Uma dieta balanceada, rica em polifenóis, diminui o risco de consumi-los em excesso e evita a necessidade de suplementação (Cory et al., 2018). Apesar de não haver uma quantidade recomendada para o consumo de polifenóis, a adoção da recomendação diária de frutas e hortaliças representa um aumento de 16 vezes na disponibilidade nacional de polifenóis (Faller e Fialho, 2009).

A vitamina C também apresentou correlação muito forte em função do tempo de armazenamento, sendo de 24,06 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa no início do experimento, reduzindo para abaixo de 18,38 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa a partir dos seis meses. Ao final do armazenamento (24 meses) o valor de vitamina C foi de 10,59 mg de ácido ascórbico/100 g de polpa (Figura 6). A vitamina C é um antioxidante de muito fácil degradabilidade, sendo reduzida desde o processamento e obtenção das polpas de frutas e também durante todo o armazenamento (Pereira et al., 2006). Vários estudos têm enfatizado o papel significativo dos antioxidantes naturais nas frutas, incluindo

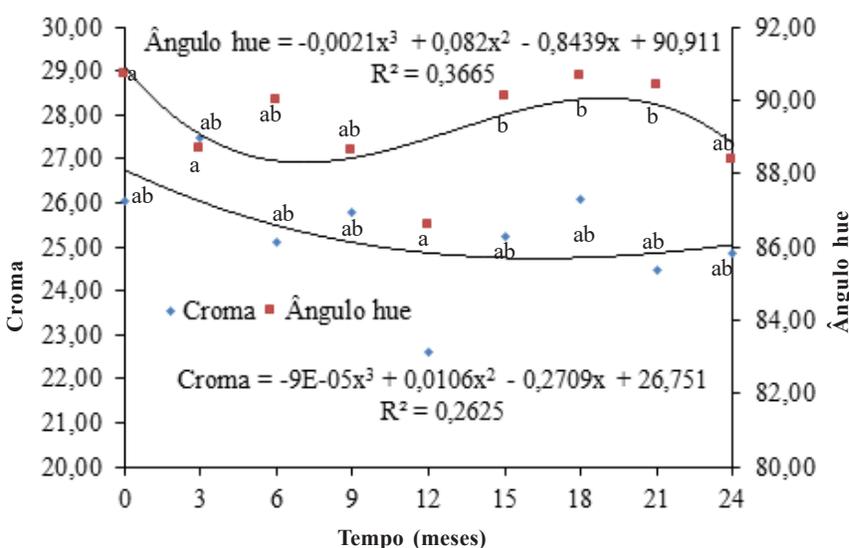


Figura 5. Valores de croma e ângulo hue em polpa de frutos de *P. cincinnata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

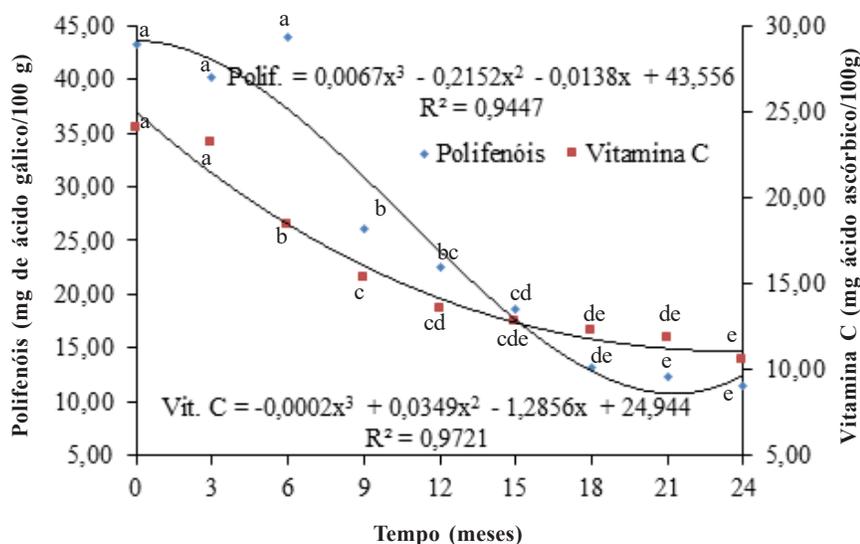


Figura 6. Valores de polifenóis e vitamina C em polpa de frutos de *P. cinnamata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos (Vasconcelos et al., 2021). Geralmente, as polpas são comercializadas em embalagens flexíveis (sacos plásticos de polietileno) ou tetra pak, pela facilidade de manuseio. O tipo de embalagem utilizada no acondicionamento tem influência na vida útil, visto que a vitamina C apresenta baixa estabilidade e está sujeita à degradação pela ação do oxigênio, luz, pH, açúcares e aminoácidos livres (Cid, Asticisaran & Ybellu, 1991). Muitos fatores pré e pós-colheita influenciam a sua concentração, desde a cultivar utilizada até condições climáticas, práticas de plantio, método de colheita e processamento (Lee & Kader, 2000).

A vitamina C é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, sendo rapidamente oxidada quando exposta ao ar. Por esse motivo, ela é usada como índice de qualidade nutricional de produtos derivados de frutas e vegetais. Quando comparado a outros nutrientes, esta vitamina é mais sensível à degradação durante o processamento e subsequente estocagem (Danieli et al., 2009). O ácido ascórbico (vitamina C) tem função muito importante devido a sua ação fortemente redutora. É largamente empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma do alimento. Além do emprego como conservante, o ácido ascórbico é utilizado pelo enriquecimento de alimentos ou restauração a níveis normais, do valor nutricional

perdido durante o processamento (Aldrigue et al., 2002).

De acordo com a legislação brasileira, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para um adulto é de 45 mg (Brasil, 2005). Assim sendo, o conteúdo de vitamina C obtido no presente experimento permite afirmar que a polpa de frutos de *P. cinnamata* é uma boa fonte de vitamina C. A determinação do conteúdo de ácido ascórbico em frutas é muito importante, pois além de seu papel fundamental na nutrição humana, sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático, e causar aparecimento de sabor

estranho (Cardello e Cardello, 1998).

O teor de vitamina C difere com a variação da espécie, tipo de tecido, grau de maturação e procedência (Castro et al., 2015). O ácido ascórbico é também um índice da qualidade dos alimentos (Brasil, 2000) e pode ser influenciado pelas condições de cultivo, processamento e armazenamento de matéria-prima e produto final (Chitarra e Chitarra, 2005). As não conformidades observadas podem ser relacionadas às práticas de processamento, exposição à luz e oxigênio e às condições de armazenamento, uma vez que o ácido ascórbico é altamente reativo (Teixeira e Monteiro, 2006).

Os flavonoides apresentaram diferença significativa durante o armazenamento da polpa e, ao mesmo tempo, apresentou correlação muito forte ( $R^2 = 0,9088$ ) em função do tempo de armazenamento, com valor inicial de 12,71 mg/100 g de amostra, reduzindo significativamente aos três meses de armazenamento, voltando a aumentar a partir do 18 mês de armazenamento, estatisticamente igual aos valores iniciais (Figura 7). Os flavonoides são pigmentos naturais amplamente distribuídos em plantas, frutas e vegetais, que protegem o organismo contra danos produzidos por agentes oxidantes, como os raios ultravioletas, poluição ambiental, substâncias químicas presentes no alimento, entre outros (Martínez-Flórez et al., 2002).

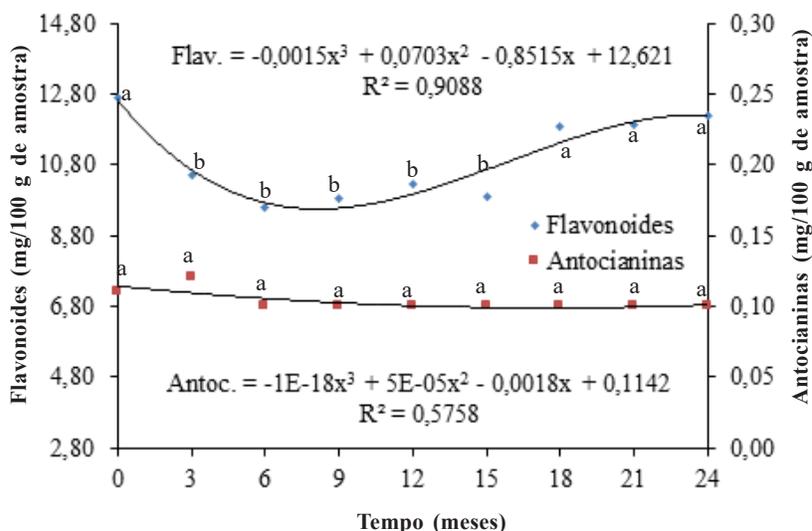


Figura 7. Valores de flavonoides e antocianinas em polpa de frutos de *P. cinninata* mantidas sob congelamento por 24 meses.

Os compostos fenólicos estão associados à atividade antioxidante, que é uma ação que retarda ou impede o dano oxidativo, processo causado por substâncias chamadas radicais livres, que podem levar à disfunção das células e o aparecimento de problemas como doenças cardíacas, diabetes e câncer (Silva et al., 2017). Os compostos bioativos que fazem parte dos alimentos são de natureza variada, e pelas divergências no conhecimento de sua estrutura físico-química e de seus mecanismos de ação fisiológica, investigá-los detalhadamente é essencial sob o ponto de vista nutricional e farmacológico (Campos et al., 2011).

As antocianinas não apresentaram variação significativa durante todo o armazenamento estando entre 0,10 e 0,12 mg/100 g de amostra (Figura 7) não havendo efeito do tempo de armazenamento. As antocianinas são responsáveis pela pigmentação nas frutas. São pigmentos que se encontram dispersos nos vacúolos celulares dos vegetais, responsáveis pelas cores que variam de tonalidades como rosa e vermelho até nuances como roxo e azul. Pertencem à classe dos flavonoides, grupo mais importante de compostos hidrossolúveis (Sampaio, 2015). As antocianinas participam na inibição da peroxidação de lipídeos, na desagregação de plaquetas e ação antitumoral e antimutagênico (Angelo e Jorge, 2011). As antocianinas e flavonoides produzem uma atividade antioxidante e, conseqüentemente, atuam na proteção das células do

organismo contra os danos oxidativos causados pelos radicais livres (Santos et al., 2017). A sensibilidade ao pH é o principal fator limitante no processamento e utilização das antocianinas, afetando a cor e a estabilidade química (Lopes et al., 2007).

## Conclusões

Não ocorre variação significativa da cor da polpa de frutos de *P. cinninata* durante o armazenamento por 24 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Os valores de sólidos solúveis e antocianinas também não variam significativamente. Ocorre oscilação nos valores de pH, acidez titulável, Ratio e flavonoides em polpa

de frutos de *P. cinninata* durante o armazenamento por 24 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Os valores de polifenóis e vitamina C reduzem no decorrer do armazenamento. Polpa de frutos de *P. cinninata* podem ser armazenadas sob congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  por até seis meses, sem nenhuma alteração significativa na sua constituição química. A partir deste período ocorre redução significativa nos valores de polifenóis e vitamina C.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) projeto nº 404847/2012-09 pelo apoio financeiro, e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelo apoio no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

## Literatura Citada

- ABREU, S. P. M. et al. 2009. Caracterização físico-química de genótipos de maracujazeiro-azedo cultivado no distrito federal. Revista Brasileira de Fruticultura 31(2):487-491.
- ALBUQUERQUE, A. P. et al. 2021. Utilização de polpa de frutas em pó carregadoras de probióticos como alimento funcional: aspectos gerais e

- perspectivas. *Brazilian Journal of Food Technology* 24:e2019310.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. 2011. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. *Revista Instituto Adolfo Lutz* 66(1):34-56.
- ALDRIGUE, M. L. et al. 2002. Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos. Editora UFPB, João Pessoa, PB. v.1. 198p.
- AROUCHE, E. M. M. et al. 2010. Acidez em frutas e hortaliças. *Revista Verde (Brasil)* 5(2):01-04.
- AZOUBEL, et al. 2010. Processo agroindustrial: aproveitamento da polpa de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*) para a fabricação de estruturado de frutas. Comunicado Técnico, Petrolina, PE. 3p.
- BATISTA, A. G. et al. 2013. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas: uma abordagem para produção do agronegócio familiar no Alto Vale do Jequitinhonha. *Tecnologia & Ciência Agropecuária* 7(4):49-54.
- BRASIL. 2005. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o “Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais”. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*.
- BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa e sucos de frutas. *Diário Oficial da União, Nº 6, Brasília, DF*.
- CAJAMARCA, S. M. N. et al. 2017. Efeito do ozônio na qualidade pós-colheita de morangos produzidos em sistema orgânico. *Boletim CEPPA* 35(2):1-12.
- CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. 1998. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) variedade Haden, durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 18(2):211-217.
- CASTRO, T. M. N. et al. 2015. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. *Revista Instituto Adolfo Lutz* 74(4):426-36.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. Pós-colheita de frutas e hortaliças. 2 ed. Editora UFLA. Lavras, MG. 783p.
- CID, C.; ASTICISARARAN, I.; YBELLU, J. 1991. Modificaciones en el contenido de vitamina C em zumos naturales desde su elaboración hasta su posible consumo. *Alimentaria* 28:41-43.
- COHEN, K. O. 2006. Método para determinação de ácido ascórbico por espectrofotometria. Embrapa.
- CORY, H. et al. 2018. The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review. *Frontiers in Nutrition* 5(87): Published online, Sep 21.
- CAMPOS, A. F. L. et al. 2011. Identificação e análises dos fatores antinutricionais nas possíveis interações entre medicamentos e alimento/nutrientes em pacientes hospitalizados. *Einstein* 9(3):319-325.
- CARVALHO, C. R. L. et al. 1990. Análises químicas de alimentos. Campinas, SP, ITAL. 121p.
- CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A. de; BECKMAN, J. C. 2017. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. *Brazilian Journal Food Technology* 20:e2016023.
- CHAVES, M. C. V. et al. 2004. Caracterização físico-química de suco de acerola. *Revista de Biologia e Ciências da Terra [en linea]*. 4(2), [fecha de Consulta 14 de Mayo de 2020]. ISSN: 1519-5228. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50040217>
- CREMASCO, J. P. G. et al. 2016. Qualidade pós-colheita de oito variedades de pêssego. *Comunicata Scientiae* 7(3):334-342.
- D’ABADIA, A. C. A. et al. 2020. Determination of the maturation stage and characteristics of the fruits of two populations of *Passiflora cincinnata* Mast. *Revista Caatinga* 33(2):349-360.
- DANIELI, F. et al. 2009. Determinação de vitamina C em amostras de suco de laranja *in natura* e amostras comerciais de suco de laranja pasteurizado e envasado em embalagem Tetra Pak. *Revista do Instituto de Ciência da Saúde* 27(4):361-365.

- FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. 2009. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. *Revista Saúde Pública* 43(2):211-218.
- FONSECA, L. R.; CARVALHO, N. B.; VIANA, P. A. 2021. Caracterizações físico-química e sensorial de estruturados da polpa concentrada de jaboticaba. *Brazilian Journal of Food Technology* 24:e2020115.
- FRANCIS, F. J. 1982. Analysis of anthocyanins. In: Markakis, P. (ed.). *Anthocyanins as food colors*. New York: Academic Press. pp.181-207.
- FLORI, J. E. et al. 2011. Cultivo do maracujá-do-mato. Disponível em: <HTTP://www.maracujado-mato.com.br>. Acesso em: 07 mai. 2020.
- GONÇALVES, A. S. 2017. Estabilidade da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) congelada e armazenada. Tese Doutorado. Lavras, UFL/DCA. 185p.
- GONÇALVES, G. A. S. et al. 2018. Tecnologia de fabricação de polpa de mangaba congelada. Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, MG. 15p.
- HUNTERLAB. 2008. Insight on color: CIE L\* a\* b\* color scale. Reston, VA, USA.
- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURACALIXTO, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal Agriculture Food Chemistry* 45:1390-1393.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. 2000. Pre-harvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20:207-220.
- LOPES, T. J. et al. 2007. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociência* 13(3):291-297.
- MACEDO, J. A. B. 2001. Métodos laboratoriais de análise físico-químico e microbiológicas. Águas e águas. Juiz de Fora, MG. pp.1-52.
- MARTÍNEZ-FLÓREZ, S. et al. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria* 6(17):271-278.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. 2003. Application of tristimulus colorimetry to estimate the carotenoids content in ultrafrozen orange juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(25):7266-7270.
- MONTES, C. et al. 2005. Application of tristimulus colorimetry to optimize the extraction of anthocyanins from jaboticaba (*Myrcia jaboticaba* Berg). *Food Research International* 38(8-9):983-988.
- OBANDA, M.; OWUOR, P. O. 1997. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indicators of Kenyan Black Teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74:209-215.
- PEREIRA, J. M. A. T. K. et al. 2006. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. *Alimentos e Nutrição* 17(4):437-42.
- SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. 1999. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. *Revista Nutrição* 12(3):303-308.
- SAMPAIO, C. R. P. 2015. Caracterização físico-química, capacidade antioxidante e compostos bioativos de frutos de murici vermelho (*Byrsonima ligustrifolia* A. Juss) em cinco estádios de maturação. Tese Doutorado. Curitiba, UFP/DTA. 102p.
- SANTOS, F. A. et al. 2004. Análise qualitativa das polpas congeladas de frutas produzidas pela SUFRUTS, MA. *Revista Higiene Alimentar* 18(119):14-22.
- SANTOS, E. F. et al. 2017. Quantificação de compostos bioativos em frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) nativos de Alagoas. *Ciência Agrícola* 15(1):17-22.
- SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO, S. C. 2008. Microbiological evaluation of frozen fruit pulps. *Ciências e Tecnologia dos Alimentos* 28(4):913-915.
- SANTOS, J. R.; BOÊNO, J. A. 2016. Muffins isentos de glúten e lactose desenvolvidos com resíduo de

- polpa de graviola (*Annona muricata* L.). Revista de Agricultura Neotropical 3(3):42-51.
- SEBASTIANY, E.; REGO, E. R.; VITAL, M. J. S. 2010. Avaliação do processo produtivo de polpas de frutas congeladas. Revista do Instituto Adolfo Lutz 69(3):318-26.
- SINNECKER, P. et al. 2002. Relationship between color (instrumental and visual) and chlorophyll contents in soybean seeds during ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50(14):3961-3966.
- SILVA, M. G. G. et al. 2017. Atividade antioxidante e quantificação de compostos fenólicos bioativos da espécie do semiárido *bauhinia cheilantha* (bong.) steud. (2017). Anais... In: Encontro anual da Biofísica. Recife, PE. pp.96-97.
- SILVA, F. A. S. 2015. Software ASSISTAT. Universidade Federal de Campina Grande. INPI 0004051-2. Versão 7.7 Beta (pt), Campina Grande – PB – Brasil, Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em 08 ag. 2019.
- SIRQUEIRA, A. P. O. 2012. Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo. Dissertação Mestrado. Campo dos Goytacazes, RJ, UENF. 91p.
- TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. 2006. Degradação da vitamina C em suco de frutas. Alimentos e Nutrição 17(2):219-227.
- VASCONCELOS, I. P.; SILVA, R. E. V.; COSTA, P. M. C.; RODRIGUES, L. J. 2021. Nutrition and bioactive potential of the noni fruit cultivated from the Mato Grosso State. Ciência Rural 51(2):e20200372.
- VIANNA-SILVA, T. 2010. Determinação da maturidade fisiológica de frutos de maracujazeiro amarelo colhidos na região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura 32(1):057-066.