

Estabilidade de geleias de cajá durante o armazenamento em condições ambientais

Jorge Jacó Alves Martins, Emanuel Neto Alves de Oliveira,
Ana Paula Trindade Rocha, Dyego da Costa Santos

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil
*Autor correspondente, e-mail: dyego.csantos@gmail.com

Resumo

A produção de geleia é uma alternativa de aproveitamento de frutos da cajazeira, frutos estes que apresentam boas características sensoriais e nutricionais para o processamento. O objetivo da pesquisa foi elaborar e avaliar a estabilidade física e química de geleias de cajá elaboradas com diferentes concentrações de açúcar e pectina durante o armazenamento em condições ambientais. Foi utilizado um planejamento experimental fatorial 2^2 com 3 pontos centrais. Após o processamento as geleias foram armazenadas a temperatura 26 °C e umidade relativa 78% média de Campina Grande, Paraíba, por um período de 150 dias. Após o processamento e durante o armazenamento, as geleias foram avaliadas quanto às características físicas e químicas. Observou-se aumento nos valores de teor de água, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, açúcares totais e ratio e redução nos valores de sólidos totais, açúcares não redutores, pH e acidez das geleias com o armazenamento. Todas as formulações apresentaram redução nos valores de atividade de água com exceção dos experimentos formulados com a maior concentração de pectina. O armazenamento não influenciou significativamente os valores de atividade de água e ratio para todas as geleias de cajá.

Palavras-chave: *Spondia mombim* L., processamento, vida-de-prateleira.

Stability of caja jellies during storage at ambient conditions

Abstract

The jelly production is an alternative use of cajazeira fruits, since they have good nutritional and sensory characteristics for processing. The aim of the research was to develop and evaluate the physical and chemical stability of caja jellies prepared with different concentrations of sugar and pectin during storage at ambient conditions. It was used a 2^2 factorial experimental design with 3 central points. After processing, the jellies were stored at room temperature 26 °C and relative humidity 78% average of Campina Grande, Paraíba, for a period of 150 days. After processing and during storage, the jellies were evaluated as the physical and chemical characteristics. There was an increase in the values of water content, total soluble solids, reducing sugars, total sugars and ratio, and reduction in total solids, non-reducing sugars, pH and acidity of jellies with storage. All formulations showed a reduction in the amounts of water activity, with the exception of the experiments made with the highest concentration of pectin. The stockpiling did not significantly affect the values of water activity and ratio for all caja jelly.

Keywords: *Spondia mombim* L., processing, shelf-life.

Introdução

O Brasil é o país que apresenta a maior biodiversidade do mundo, o que permite acesso a inúmeras espécies frutíferas. Muitas delas são praticamente desconhecidas e, por tal motivo, são muito pouco exploradas comercialmente. As regiões Norte e Nordeste do país abrigam o maior berço dessa biodiversidade e, dentre uma infinidade de frutos tropicais lá encontrados, destaca-se o cajá (*Spondias mombim* L.) (Mattietto et al., 2010). Este é um fruto bastante apreciado em todo o Brasil, sendo mais consumido no Nordeste, na forma *in natura*, e em outras regiões do país na forma de polpa. Embora exista expectativa de desenvolvimento e expansão de seu cultivo, a comercialização do cajá está restrita à época de safra, entretanto os seus frutos são bastante perecíveis, o que gera a necessidade de processamento (Cavalcanti-Mata et al., 2005).

De acordo com Antunes (2002), uma alternativa viável para o aproveitamento econômico de frutos é a industrialização, pois estes podem ser congelados, enlatados, processados na forma de polpa ou na forma de sucos e geleias. Correia et al. (2008) relatam que o processamento industrial de alimentos promove o prolongamento da sua vida útil, tornando-os mais atraentes ao paladar. Entretanto, induz mudanças e interações entre os constituintes de alimentos. Assim, o processamento pode ter um impacto positivo, destruição de inibidores ou formação de complexos desejáveis entre os componentes dos alimentos ou um impacto negativo, com perda de nutrientes.

A produção de geleias é uma boa alternativa para o processamento do fruto da cajazeira. Esse processo, além de conservar as características sensoriais e nutricionais do produto por um período superior de tempo, agrega valor ao preço de comercialização do cajá. Segundo recomendações técnicas da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, Resolução normativa nº 12/78 (Brasil, 1978), a geleia é um produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água, concentrado até consistência gelatinosa (Oliveira et al., 2013).

As geleias convencionais são obtidas

utilizando-se pectinas de alto teor de metoxilação que promovem a gelatinização da mistura em presença de alto teor de sólidos solúveis provenientes da adição de açúcares. Esse tipo de conservação de alimentos baseia-se em técnicas que visam proporcionar aos alimentos a maior estabilidade microbiológica possível, preservando-os assim por mais tempo durante a estocagem. Entretanto, deve-se considerar que armazenamento é um importante fator que influencia nas características físicas e químicas dos produtos processados a base de frutas, principalmente quando ocorre em períodos prolongados e em condições ambientais, por isso torna-se importante o estudo da estabilidade de novos produtos derivados de frutas, como as geleias de cajá, durante a armazenagem.

Ante o exposto, o presente trabalho teve por objetivo elaborar e avaliar a estabilidade física e química de geleias de cajá elaboradas com diferentes concentrações de açúcar e pectina, armazenadas por 150 dias em condições ambientais de Campina Grande, Paraíba.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Para realização dos ensaios foram utilizados frutos maduros de cajá, adquiridos no mercado local da cidade de Campina Grande, Paraíba. Os frutos foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados em solução de água contendo 100 mg.L⁻¹ de cloro ativo por 20 minutos, enxaguados em água corrente e submetidos ao despulpamento em despulpadeira de pás Laboremus®. A polpa obtida foi acondicionada em sacos de polietileno com capacidade de 1 kg e congelada instantaneamente com uso de nitrogênio líquido (aproximadamente -196°C) e estocadas em câmara fria a temperatura de -18 ± 2°C, até o momento de elaboração das geleias.

Para o processamento das geleias de

cajá foi utilizado um planejamento fatorial 2^2 completo com 3 pontos centrais, totalizando em 7 tratamentos. As concentrações de açúcar e pectina de alto teor de metoxilação foram utilizadas como variáveis independentes (Tabela 1).

As formulações foram aquecidas e concentradas em tacho aberto de aço

inoxidável até atingir teor de sólidos solúveis totais de aproximadamente 65 °Brix. Em seguida as geleias foram envasilhadas em recipientes de vidro de tampa metálica com capacidade de 200 mL, sendo posteriormente invertidos por 10 segundos ainda quente. O resfriamento das geleias foi por aspersão com água fria até temperatura de aproximadamente 26 °C.

Tabela 1. Níveis das variáveis codificadas e reais para o planejamento experimental das geleias

Tratamento	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	X ₁	X ₂	Açúcar (%)	Pectina (%)
GC1	-1	-1	50	0,5
GC2	+1	-1	60	0,5
GC3	-1	+1	50	1,5
GC4	+1	+1	60	1,5
GC5	0	0	55	1
GC6	0	0	55	1
GC7	0	0	55	1

GC – Geleia de cajá

Após o processamento (tempo zero) e a cada 30 dias por 150 dias as geleias foram submetidas às análises físicas e químicas, em triplicata, quanto ao teor de água, sólidos totais, sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável em ácido cítrico, de acordo com metodologias da AOAC (2010), açúcares (reduzidos, não reduzidos e totais) segundo Instituto Adolfo Lutz (2008), ratio (relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável) e atividade de água por leitura direta em Aqualab da marca Decagon. Salienta-se que as geleias foram estocadas em local seco e arejado e em temperatura e umidade relativa média ambiente de Campina Grande, Paraíba (26 °C e 78% respectivamente).

Os resultados foram tratados utilizando-se o programa computacional *Assistat* versão 7,5 beta, através de um delineamento disposto em esquema fatorial 7 x 6 x 3, sendo 7 formulações, 6 períodos de armazenamento e três repetições, analisado através de análise de variância (ANOVA) com a comparação de médias feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são apresentados os valores referentes ao teor de água das geleias de cajá armazenadas durante 150 dias em condições ambientais. Verifica-se segundo o teste de Tukey que não houve variação significativa para os

tratamentos GC1, GC4 e GC5 do tempo zero aos 120 dias de armazenamento. Com relação às formulações (Tabela 1), verifica-se que o teor de água foi afetado significativamente com a variação da concentração de açúcar e pectina. Os experimentos formulados com as maiores concentrações de açúcar e pectina apresentaram os menores teores de água para a maioria dos períodos de armazenamento, com exceção dos períodos de 60 e 90 dias. Segundo Lopes (2007), a pectina se precipita como um colóide hidratado formando uma rede de fibrilas não solúveis com capacidade de reter líquido e aglutinar o açúcar sob a forma de um gel. Ainda o mesmo autor afirma que a rigidez do gel ou a continuidade e a densidade das suas fibras depende da concentração da pectina. Assim, uma mistura pobre neste ingrediente formará uma rede menos densa e, portanto, um gel mais fraco com forte tendência de líquido.

Verifica-se que os teores de água apresentaram oscilações significativas a 5% de significância ao longo dos 150 dias de armazenamento. Nota-se que os valores de teor de água se elevam ao longo do armazenamento em todas as formulações de geleia de cajá, em que todas as formulações adquiriram mais de 10% de água ao final da estocagem. Resultado semelhante foi constatado por Mota (2006) e Zambiasi et al. (2006) em estudo da estabilidade de geleias de amora-preta e morango,

respectivamente, logo fica claro que o tempo de estocagem pode ser um forte contribuinte para a quebra da estrutura da geleia, ou seja, com o prosseguimento do armazenamento, o conjunto formado por pectina, açúcar e água poderá se desarranjar, aumentando assim os teores de água das geleias.

São apresentados na Tabela 3 os valores dos sólidos totais obtidos para geleias de cajá durante armazenamento em condições ambientais. Observa-se mediante o teste de Tukey que, para os 30 primeiros e últimos dias

de armazenamento, todos os tratamentos não apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade. Como os sólidos totais são um parâmetro dependente da quantidade de água do material, sendo inversamente proporcional ao teor de água, constata-se que à medida que o teor de água tendia a aumentar ao longo do armazenamento o teor de sólidos tendia a diminuir. Comportamento semelhante foi relatado por Zambiasi et al. (2006) em estudo da estabilidade de geleias *light* de morango.

Tabela 2. Valores médios de teor de água (%) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	34,06 ^{aAB}	33,72 ^{abAB}	29,90 ^{abB}	32,93 ^{abAB}	33,58 ^{abcAB}	38,58 ^{abA}
GC2	27,45 ^{abBC}	37,89 ^{abA}	24,02 ^{bC}	24,40 ^{cC}	33,35 ^{abcAB}	34,99 ^{bA}
GC3	30,22 ^{abC}	39,72 ^{aAB}	34,67 ^{abC}	36,87 ^{aBC}	34,30 ^{abcBC}	45,52 ^{aA}
GC4	26,18 ^{bB}	26,28 ^{cB}	25,30 ^{bB}	28,90 ^{bcAB}	31,34 ^{bcAB}	33,50 ^{bA}
GC5	28,67 ^{abBC}	31,08 ^{bcABC}	24,95 ^{bC}	31,80 ^{abABC}	30,58 ^{cABC}	36,12 ^{bA}
GC6	31,70 ^{abBC}	34,32 ^{abABC}	29,77 ^{abC}	37,88 ^{aAB}	37,55 ^{abAB}	39,89 ^{abA}
GC7	25,99 ^{bC}	33,13 ^{abcAB}	28,56 ^{abBC}	34,74 ^{abAB}	38,34 ^{aA}	38,06 ^{bA}

GC - Geleia de cajá; DMS para colunas = 6,96; DMS para linha= 6,73; MG= 32,64; CV= 8,65; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios de teor de sólidos totais (%) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	65,94 ^{abAB}	66,28 ^{bcAB}	70,10 ^{abA}	67,07 ^{bcAB}	66,42 ^{abcAB}	61,42 ^{abB}
GC2	72,55 ^{abAB}	62,11 ^{bcC}	75,98 ^{aA}	75,60 ^{abA}	66,65 ^{abcBC}	65,01 ^{aC}
GC3	69,78 ^{abA}	60,28 ^{cBC}	65,33 ^{bAB}	63,13 ^{cAB}	65,70 ^{abcAB}	54,48 ^{bC}
GC4	73,82 ^{aA}	73,72 ^{aA}	74,70 ^{aA}	71,10 ^{abAB}	68,66 ^{abAB}	66,50 ^{ab}
GC5	73,82 ^{aA}	68,92 ^{abABC}	75,05 ^{aA}	68,20 ^{bcBC}	69,42 ^{aABC}	63,88 ^{aC}
GC6	68,30 ^{abAB}	65,68 ^{bcABC}	70,23 ^{abA}	62,12 ^{cBC}	62,45 ^{bcBC}	60,11 ^{abC}
GC7	74,01 ^{aA}	66,87 ^{abcBC}	71,44 ^{abAB}	65,26 ^{bcBC}	61,66 ^{cC}	61,94 ^{aC}

GC - Geleia de cajá; DMS para colunas = 6,96; DMS para linha= 6,73; MG= 67,36; CV= 4,19; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de atividade de água das geleias de cajá durante armazenamento em condições ambientais. Quanto às diferentes formulações, verifica-se que não houve influência significativa a 5% entre as formulações GC1 e GC2 e entre as formulações GC5, GC6 e GC7 durante todo o período de armazenamento, nem tão pouco ao longo da estocagem para cada geleia individualmente. Os valores de atividade de água das geleias deste trabalho foram próximos aos de Menezes et al. (2009), que estudaram doces de goiaba.

Apesar de não ser significativa estatisticamente, é notável a tendência de redução da atividade de água durante o armazenamento para todos os tratamentos, com exceção das formulações GC3 e GC4 formulados com as maiores concentrações de pectina, corroborando com Assis et al. (2007) que ao pesquisarem a estabilidade de geleia de caju, também reportaram tendência não significativa de redução nos valores de atividade de água. O comportamento estatisticamente estável do parâmetro atividade de água nas geleias de cajá deve-se, principalmente, a

elevada concentração de açúcar e a não interação do produto com o meio ambiente, com absorção de água por parte deste, devido a utilização de embalagens de vidro adequadas para o acondicionamento de geleias e seu eficiente sistema de isolamento. O aumento da atividade de água nas formulações GC3 e GC4 durante o armazenamento, pode ter ocorrido devido a quebra da estrutura gelatinosa, fenômeno esse que compromete a aceitação do produto, promove redução do prazo de validade e potencializa o desenvolvimento de microrganismos que podem comprometer a saúde do consumidor.

Mesquita et al. (2003) e Zambiasi et al. (2006), afirmam que a redução do valor de atividade de água é um importante fator para o controle de microrganismos indesejáveis em doces e geleias como os bolores e leveduras. Segundo Godoy (2010), valores de atividade

de água inferiores a 0,80 inibem o crescimento de fungos, logo as geleias de cajá estavam microbiologicamente seguras, quanto a esse aspecto.

No que diz respeito à acidez total em ácido cítrico (Tabela 5), os resultados apresentaram variação significativa entre as formulações das geleias, tendo a formulação GC1 apresentado acidez superior às demais geleias para todos os períodos de armazenamento ($\geq 0,90\%$). Estes resultados são próximos aos encontrados por Chim (2008), que reportaram acidez de 0,99% em geleia de amora-preta. Granada (2005) relatou acidez em geleia de abacaxi correspondendo a 0,85 e 0,95%, sendo valores bem próximos ao encontrados nas geleias de cajá. Lago et al. (2006) recomendam que, de modo geral, as geleias devam conter de 0,30 a 0,80% de acidez, logo os tratamentos GC2, GC3 e GC4 estão dentro desta faixa.

Tabela 4. Valores médios de atividade de água (Aw) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	0,791 ^{aA}	0,757 ^{abA}	0,748 ^{abA}	0,730 ^{abA}	0,740 ^{abA}	0,737 ^{abA}
GC2	0,764 ^{aA}	0,748 ^{abA}	0,728 ^{abA}	0,730 ^{abA}	0,714 ^{bA}	0,721 ^{abA}
GC3	0,764 ^{aA}	0,818 ^{aA}	0,804 ^{aA}	0,805 ^{aA}	0,793 ^{aA}	0,788 ^{aA}
GC4	0,621 ^{bA}	0,716 ^{bA}	0,704 ^{bA}	0,707 ^{bA}	0,693 ^{bAB}	0,695 ^{bA}
GC5	0,729 ^{aA}	0,707 ^{bA}	0,706 ^{bA}	0,714 ^{bA}	0,688 ^{bA}	0,686 ^{bA}
GC6	0,756 ^{aA}	0,753 ^{abA}	0,752 ^{abA}	0,754 ^{abA}	0,747 ^{abA}	0,722 ^{abA}
GC7	0,745 ^{aA}	0,739 ^{bA}	0,739 ^{abA}	0,735 ^{abA}	0,726 ^{abA}	0,698 ^{bA}

GC – Geleia de cajá; DMS para colunas= 0,076; DMS para linha= 0,073 MG= 0,736; CV= 4,173; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Valores médios da acidez total titulável em ácido cítrico (%) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	0,97 ^{aA}	0,92 ^{aAB}	0,90 ^{aB}	0,90 ^{aB}	0,90 ^{aB}	0,90 ^{aB}
GC2	0,61 ^{eA}	0,56 ^{eA}	0,58 ^{dA}	0,60 ^{dA}	0,58 ^{dA}	0,48 ^{dB}
GC3	0,76 ^{cdA}	0,71 ^{cdA}	0,70 ^{cA}	0,74 ^{bcA}	0,75 ^{bA}	0,73 ^{bA}
GC4	0,71 ^{dA}	0,68 ^{bA}	0,69 ^{cA}	0,71 ^{cA}	0,68 ^{cA}	0,66 ^{cA}
GC5	0,83 ^{bcA}	0,77 ^{bA}	0,78 ^{bA}	0,80 ^{bA}	0,81 ^{bA}	0,78 ^{bA}
GC6	0,85 ^{bA}	0,75 ^{bcB}	0,77 ^{bB}	0,77 ^{bcB}	0,76 ^{bB}	0,77 ^{bB}
GC7	0,85 ^{bA}	0,74 ^{bcB}	0,78 ^{bB}	0,79 ^{bB}	0,78 ^{bB}	0,78 ^{bAB}

GC – Geleia de cajá; DMS para colunas = 0,07; DMS para linha= 0,06; MG= 0,75; CV= 3,53; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que não houve diferença significativa entre os 30 e 150 dias de armazenamento para os valores de acidez das geleias GC1, GC6 e GC7 e entre o tempo zero e 120 dias para as demais formulações. Durante os

150 dias de armazenamento as geleias de cajá apresentaram tendência de redução do seu teor de acidez total titulável, fato esse também reportado com Mota (2006) e Yuyama et al. (2008) para geleias de amora-preta e cubiu,

respectivamente. Isso pode estar relacionado a reações de degradação de ácidos orgânicos ao reagirem com pigmentos (Oliveira et al., 2014).

É verificado, na Tabela 6, que houve variação significativa a 5% de probabilidade nos valores de pH, tanto para os diferentes tratamentos quanto para todo o armazenamento. Nota-se que, para o tempo inicial, os valores de pH estão dentro de um curto intervalo compreendido entre 3,15 a 3,36, para todas as formulações, ou seja, observou-se pouca variação. Na elaboração de geleias de frutas, o pH é uma variável dependente que sofre grande influência da espécie utilizada. De maneira mais sucinta a espécie utilizada para elaboração de geleia é um parâmetro crucial.

De uma maneira geral, o pH apresentou uma tendência de queda durante o período de armazenamento o que também foi reportado por Nachtigall (2004) em estudo da estabilidade de geleia *light* de amora-preta, e por Freitas et al. (2008), em pesquisa de geleias de gabioba armazenadas por 180 dias. De acordo com

Mesquita et al. (2003), a utilização de métodos combinados, tais como redução de atividade de água, redução do pH, embalagem adequada, entre outros, são mais eficientes no controle do crescimento microbiológico.

Verifica-se que os sólidos solúveis totais (Tabela 7) apresentaram oscilações estatisticamente significativas a 5% de significância entre as formulações e ao longo de 150 dias de armazenamento, com variação entre os valores de 63,00 e 74,03 °Brix. Foi verificado no final da estocagem um aumento significativo no teor de sólidos solúveis totais de todas as formulações, o que pode ser decorrente da concentração dos açúcares e/ou redução do teor de água das geleias ao longo do armazenamento. Assis et al. (2007) analisaram o teor de sólidos solúveis de geleia de cajá armazenada por 120 dias e verificaram aumento significativo nesses valores no primeiro mês de estocagem. Aslanova et al. (2010) também verificaram aumento nos sólidos solúveis totais em geleias de morango durante 180 dias.

Tabela 6. Valores médios de pH das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	3,15 ^{eA}	3,00 ^{eD}	3,07 ^{cdC}	3,01 ^{eD}	3,09 ^{eB}	3,08 ^{eBC}
GC2	3,30 ^{bA}	3,19 ^{bd}	3,21 ^{bc}	3,20 ^{bcD}	3,26 ^{bb}	3,26 ^{bb}
GC3	3,36 ^{aA}	3,29 ^{ab}	3,29 ^{ab}	3,26 ^{aC}	3,29 ^{ab}	3,29 ^{ab}
GC4	3,20 ^{cA}	3,06 ^{cC}	3,07 ^{cdC}	3,06 ^{cC}	3,14 ^{cB}	3,13 ^{cB}
GC5	3,18 ^{dA}	3,07 ^{cC}	3,06 ^{cdC}	3,04 ^{cdD}	3,10 ^{deB}	3,10 ^{dB}
GC6	3,18 ^{cdA}	3,03 ^{dD}	3,09 ^{cC}	3,02 ^{deD}	3,11 ^{dB}	3,10 ^{dB}
GC7	3,19 ^{cdA}	3,03 ^{dD}	3,04 ^{dCD}	3,05 ^{cC}	3,11 ^{deB}	3,10 ^{deB}

GC – Geleia de cajá; DMS para colunas= 0,02; DMS para linha= 0,02; MG= 3,14; CV= 0,27; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	68,00 ^{cD}	69,33 ^{eC}	70,00 ^{eB}	72,03 ^{dA}	69,40 ^{eC}	69,67 ^{eBC}
GC2	70,00 ^{bC}	72,08 ^{cB}	72,33 ^{cB}	73,03 ^{bA}	72,07 ^{cB}	72,00 ^{cB}
GC3	63,00 ^{dE}	63,83 ^{dD}	64,00 ^{gCD}	65,03 ^{gB}	66,00 ^{fA}	64,33 ^{gC}
GC4	72,00 ^{aC}	74,00 ^{aA}	74,00 ^{aA}	74,03 ^{aA}	73,50 ^{aB}	73,73 ^{aAB}
GC5	72,00 ^{dD}	73,50 ^{bA}	73,00 ^{bB}	72,53 ^{cC}	73,00 ^{bB}	72,57 ^{bC}
GC6	68,00 ^{cD}	68,98 ^{eC}	69,00 ^{fC}	70,03 ^{fA}	69,43 ^{eB}	69,00 ^{fC}
GC7	70,00 ^{bC}	71,42 ^{dB}	71,50 ^{dA}	71,53 ^{eA}	71,00 ^{dB}	71,00 ^{dB}

GC – Geleia de cajá; DMS para colunas= 0,43; DMS para linha= 0,42; MG= 70,36; CV= 0,25; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A relação entre o teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável (Tabela 8) fornece um indicativo do sabor da geleia e seu balanço entre açúcares e ácidos. Para tal parâmetro houve variação significativa a 5% de significância entre as formulações, com exceção do ponto central. Nota-se que esses valores tendem a aumentar à medida que a concentração de açúcar foi aumentada de acordo com as respectivas formulações. Isso já era esperado, uma vez que, à medida que se aumenta o teor de açúcar, eleva-se o teor de sólidos solúveis totais e, conseqüentemente, o ratio. Por ser um produto elaborado a partir da cocção de grande concentração de açúcar (mais de 50%), além de polpa e pectina, a geleia de cajá possui uma acentuada percentagem de sólidos solúveis o que contribui para obtenção de valores de ratio superiores a 69.

Com relação ao armazenamento, não foi constatada variação significativa a 5% de probabilidade nos valores de ratio, com exceção da geleia GC2, no entanto observa-

se que todas as formulações apresentaram tendência de elevação desses valores durante o armazenamento. Isso ocorre por consequência da concentração de sólidos solúveis totais e redução do parâmetro acidez ao longo do armazenamento. Segundo Jadoski et al. (2011), quanto maior o valor de ratio mais agradável é o sabor do produto.

Na Tabela 9 estão dispostos os valores de açúcares redutores das geleias de cajá durante o armazenamento em condições ambientais. É perceptível que o teste de Tukey não identificou diferença significativa a 5% de probabilidade entre as geleias GC2 e GC3 e entre as demais geleias no tempo zero. Verifica-se ainda que os valores de açúcares redutores apresentaram crescimento significativo a partir do trigésimo dia de estocagem. Barcia et al. (2010) também verificaram aumento significativo nos teores de açúcares redutores de geleias de jambolão, armazenadas durante 60 dias em condições ambientais.

Tabela 8. Valores médios da relação SST/ATT das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	69,80 ^{ca}	75,44 ^{ca}	77,52 ^{ca}	79,98 ^{ba}	76,80 ^{ca}	77,16 ^{ca}
GC2	114,62 ^{ab}	128,89 ^{ab}	125,27 ^{ab}	121,45 ^{ab}	123,91 ^{ab}	165,54 ^{aa}
GC3	82,57 ^{bcA}	90,43 ^{bcA}	90,92 ^{bcA}	87,95 ^{ba}	88,36 ^{bcA}	87,82 ^{bcA}
GC4	101,49 ^{abA}	109,30 ^{abA}	107,26 ^{abA}	103,86 ^{abA}	108,11 ^{abA}	111,15 ^{ba}
GC5	87,25 ^{bcA}	95,05 ^{bcA}	93,37 ^{bcA}	90,42 ^{ba}	90,25 ^{bcA}	93,41 ^{bcA}
GC6	80,37 ^{bcA}	91,75 ^{bcA}	89,62 ^{bcA}	91,35 ^{ba}	91,76 ^{bcA}	89,70 ^{bcA}
GC7	82,81 ^{bcA}	96,37 ^{bcA}	91,73 ^{bcA}	90,36 ^{ba}	90,46 ^{bcA}	90,73 ^{bcA}

GC – Geleia de cajá; SST – Sólidos solúveis totais; ATT – Acidez total em ácido cítrico; DMS para colunas= 26,74; DMS para linha= 25,84; MG= 96,01; CV= 11,30. DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios de açúcares redutores em glicose (%) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	43,04 ^{ad}	45,00 ^{ad}	49,27 ^{ac}	49,65 ^{bc}	54,50 ^{ab}	61,44 ^{aa}
GC2	37,96 ^{bc}	38,44 ^{cc}	36,58 ^{cc}	38,28 ^{dc}	47,92 ^{bb}	54,24 ^{ca}
GC3	35,95 ^{be}	37,21 ^{cde}	39,56 ^{bd}	42,83 ^{cc}	47,27 ^{bb}	52,58 ^{ca}
GC4	40,88 ^{ad}	41,38 ^{bd}	40,40 ^{bd}	45,18 ^{cc}	53,70 ^{ab}	58,16 ^{ba}
GC5	40,96 ^{ac}	41,83 ^{bc}	51,87 ^{ab}	51,79 ^{abb}	53,73 ^{ab}	60,82 ^{aa}
GC6	42,55 ^{ad}	43,34 ^{abd}	51,12 ^{cc}	50,89 ^{abc}	54,55 ^{ab}	61,65 ^{aa}
GC7	41,64 ^{ae}	42,21 ^{be}	50,65 ^{ad}	53,49 ^{ac}	56,18 ^{ab}	61,33 ^{aa}

GC – Geleia de cajá; DMS para colunas= 2,63; DMS para linha= 2,55; MG= 47,67; CV= 2,24; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que os açúcares não redutores (Tabela 10) comportaram-se diferentemente dos açúcares redutores durante o período de armazenamento. Enquanto os açúcares redutores aumentaram, os açúcares não redutores diminuíram. Todas as amostras apresentaram reduções significativas nos conteúdos de açúcares não redutores até 120 dias de estocagem, com exceção da amostra GC6, que apresentou queda significativa até 150 dias de armazenagem. Assis et al. (2007) também verificaram redução nos açúcares não redutores em geleia de caju armazenada em condições ambientais. Segundo os autores, esse fato pode ser explicado pela inversão da sacarose em meio ácido. Yuyama et al. (2008) relata que a hidrólise da sacarose pode ser atribuída a reações químicas ocasionadas pela presença de ácidos orgânicos, uma vez que açúcares não redutores, como a sacarose, são hidrolisados em meio ácido.

Os valores de açúcares totais (Tabela

11) das geleias de cajá apresentaram diferença significativa a 5% de probabilidade entre as formulações e também durante o armazenamento, no entanto não se verificou diferença estatística entre o período compreendido do tempo zero aos 60 dias de estocagem para as amostras GC1, GC2, GC3, GC6 e GC7.

Verifica-se que o aumento da concentração de açúcar utilizado nas formulações proporcionou elevação nos teores de açúcares totais. Foi observado ainda que ocorreu elevação nesses teores em todas as formulações durante o armazenamento, sendo mais acentuado nas formulações dos pontos centrais (GC5 a GC7) e nas amostras elaboradas com a menor concentração de açúcar (GC1 e GC3). Yuyama et al. (2008) verificaram comportamento oposto nos valores de açúcares totais durante o armazenamento de geleias de cubiu, com tendência à estabilidade para os últimos 60 dias de estocagem.

Tabela 10. Valores médios de açúcares não redutores em sacarose (%) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	19,37 ^{caB}	21,80 ^{ba}	13,49 ^{cBCD}	16,03 ^{baBC}	8,18 ^{cd}	10,30 ^{bcd}
GC2	33,01 ^{aA}	35,76 ^{aA}	36,41 ^{aA}	30,59 ^{aA}	18,91 ^{aB}	20,73 ^{aB}
GC3	27,29 ^{abA}	29,38 ^{abA}	23,52 ^{ba}	15,18 ^{bb}	12,93 ^{abcB}	14,56 ^{abB}
GC4	24,97 ^{bcB}	25,45 ^{bcdAB}	31,60 ^{aA}	25,97 ^{aAB}	17,37 ^{abC}	14,51 ^{abC}
GC5	19,87 ^{baB}	22,37 ^{cdA}	17,07 ^{bcABC}	17,18 ^{baBC}	11,15 ^{bcC}	13,69 ^{bBC}
GC6	24,19 ^{bcA}	25,97 ^{bcdA}	15,97 ^{cb}	14,74 ^{bb}	7,18 ^{cc}	15,70 ^{abB}
GC7	27,60 ^{abA}	28,99 ^{cdA}	15,62 ^{cb}	16,18 ^{bb}	13,57 ^{abcB}	15,16 ^{abB}

GC - Geleia de cajá; DMS para colunas= 6,62; DMS para linha= 6,40; MG= 20,23; CV= 13,28. DMS=Diferença mínima significativa; MG=Média Geral; CV= Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11. Valores médios de açúcares totais em glicose (%) das geleias de cajá durante armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
GC1	63,43 ^{cdB}	67,95 ^{bcAB}	63,47 ^{dB}	66,52 ^{aAB}	63,11 ^{cdB}	72,28 ^{abA}
GC2	72,71 ^{aAB}	76,08 ^{aA}	74,91 ^{aA}	70,48 ^{aAB}	67,83 ^{abcB}	76,07 ^{aA}
GC3	64,68 ^{bcdAB}	68,13 ^{bcA}	64,32 ^{cdAB}	58,81 ^{dB}	60,88 ^{dB}	67,91 ^{ba}
GC4	67,16 ^{abcdB}	68,17 ^{bcAB}	73,66 ^{abA}	72,51 ^{aAB}	71,99 ^{aAB}	73,43 ^{abA}
GC5	61,88 ^{bc}	65,38 ^{bcB}	69,84 ^{abcAB}	69,87 ^{aAB}	65,47 ^{bcdBC}	75,23 ^{aA}
GC6	68,02 ^{abcBC}	70,67 ^{abcB}	67,94 ^{bcdBC}	66,40 ^{aBC}	62,11 ^{cdC}	78,17 ^{aA}
GC7	70,69 ^{abB}	72,73 ^{abAB}	67,09 ^{bcB}	70,51 ^{aB}	70,46 ^{abB}	77,30 ^{aA}

GC - Geleia de cajá; DMS para colunas= 6,13; DMS para linha= 5,93; MG= 68,96; CV= 3,61; DMS - Diferença mínima significativa; MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação. Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Conclusão

A maior concentração de açúcar utilizada na elaboração das geleias influenciou significativamente nos valores de teor de água, sólidos totais, açúcares totais, sólidos solúveis totais e atividade de água das geleias de cajá.

A menor concentração de açúcar e pectina proporcionou maiores valores de acidez e menores de pH nas geleias elaboradas.

O armazenamento não influenciou significativamente os valores de atividade de água e ratio para todas as geleias para todos os períodos estudados, com exceção apenas para a amostra elaborada com a maior concentração de açúcar e menor de pectina para o ratio.

Referências

- Antunes, L.E.C. 2002. Amora-preta: Nova opção de cultivo no Brasil. *Ciência Rural* 32: 151-158.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 2010. *Official Methods of Analysis*. 18 ed., 3 review, Washington, USA. 1094p.
- Aslanova, D., Bakkalbasi, E., Artik, N. 2010. Effect of storage on 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formation and color change in jams. *International Journal of Food Properties* 13: 904-912.
- Assis, M.M.M., Maia, G.A., Figueiredo, E.A.T., Figueiredo, R.W., Monteiro, J.C.S. 2007. Processamento e estabilidade de geleia de cajú. *Revista Ciência Agronômica* 38: 46-51.
- Barcia, M.T., Medina, A.L., Zambiazzi, R.C. 2010. Características físico-químicas e sensoriais de geleias de jambolão. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos* 28: 25-36.
- Brasil - Ministério da Saúde. 1978. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada nº12, de 24 de Julho de 1978. *Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas*. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF.
- Cavalcanti-Mata, M.E.R.M., Duarte, M.E.M., Zanini, H.L.H.T. 2005. Calor específico e densidade da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. *Engenharia Agrícola* 25: 488-498.
- Chim, J.F. 2008. *Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (Rubus sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geleias convencional e light*. 86f. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.
- Correia, L.F.M., Faraoni, A.S., Pinheiro-Sant'ana, H.M. 2008. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. *Alimentos e Nutrição* 19: 83-95.
- Freitas, J.B., Cândido, T.L.N., Silva, M.R. 2008. Geleia de gabioba: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 38: 87-94.
- Godoy, R.C.B. 2010. *Estudo das variáveis de processo em doce de banana de corte elaborado com variedade resistente à sigatoka-negra*. 181f. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Granada, G.G., Zambiazzi, R.C., Mendonça, C.R.B., Silva, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias light de abacaxi. 2005. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 25: 629-635.
- Instituto Adolfo Lutz. 2008. *Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 4 ed. 1ed. Digital, São Paulo, Brasil. 1020p.
- Jadoski, C.J., Santos, C.M., Rodrigues, J.D., Ono, E.O. 2011. Ação de reguladores vegetais, controle ambiental e armazenamento sobre parâmetros de conservação do pimentão em pós-colheita. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias* 4: 99-121.
- Lago, E.S., Gomes, E., Silva, R. 2006. Produção de geleia de jambolão (*syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26: 847-852.
- Lopes, R.L.T. 2007. *Fabricação de geleias*. CETEC, Minas Gerais, Brasil. 30p
- Mattietto, R.A., Lopes, A.S., Menezes, H.C. 2010. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. *Brazilian Journal of Food Technology* 13: 156-164.
- Menezes, C.C., Borges, S.V., Cirillo, M.A., Ferrua, F.Q., Oliveira, L.F., Mesquita, K.S. 2009. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 29: 618-625.
- Mesquita, P.C. 2003. Estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de pedúnculos de cajú (*Anacardium occidentale* L.) processados por métodos combinados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 23: 366-369.

Mota, R.V. 2006. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26: 539-543.

Nachtigall, A.M., Souza, E.L., Malgarim, M.B., Zambiasi, R.C. 2004. Geleias *light* de amora-preta. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos* 22: 337-354.

Oliveira, E.N.A., Rocha, A.P.T., Gomes, J.P., Santos, D.C., Araújo, G.T. 2013. Perfil sensorial de geleias tradicionais de umbu-cajá. *Bioscience Journal* 29: 1566-1575.

Oliveira, E.N.A., Santos, D.C., Rocha, A.P.T., Gomes, J.P., Silva, W.P. 2014. Estabilidade de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18: 329-337.

Yuyama, L.K. O., Pantoja, L., Maeda, R.N., Aguiar, J.P.L., Silva, S.B. 2008. Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28: 929-934.

Zambiasi, R.C., Chim, J.F., Bruscatto, M. 2006. Avaliação das características e estabilidade de geleias *light* de morango. *Alimentos e Nutrição* 17: 165-170.