

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE GELEIAS DE UMBU-CAJÁ

INFLUENCE OF PROCESS VARIABLES IN PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF UMBU-CAJÁ JELLIES

Emanuel Neto Alves de OLIVEIRA¹; Ana Paula Trindade ROCHA²;
Josivanda Palmeira GOMES²; Dyego da Costa SANTOS³

1. Professor, Mestre, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN, Pau dos Ferros, RN, Brasil. emanuel.oliveira16@gmail.com; 2. Professora, Doutora, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB, Brasil; 3. Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB, Brasil.

RESUMO: A indústria de alimentos busca alternativas para agregar valor econômico e nutricional a produtos relativamente conhecidos como as geleias. Uma alternativa é a utilização de frutos exóticos, a exemplo do umbu-cajá. Objetivou-se com o estudo avaliar os efeitos de diferentes concentrações de açúcar e pectina nas características físicas e químicas de geleias de umbu-cajá. As geleias foram elaboradas com polpa diluída com água na proporção de 6:4. Foi utilizado o planejamento fatorial 2² com 2 experimentos no ponto central, resultando em 6 experimentos com variação das porcentagens de açúcar (50, 55 e 60%) e pectina (0,5; 1,0 e 1,5%). As formulações foram aquecidas e concentradas em tacho aberto até atingir teor de sólidos solúveis totais de aproximadamente 63 °Brix. As geleias apresentaram elevadas porcentagens de rendimento (81,13 a 96,17%), sendo que as amostras formuladas com a 60% de açúcar apresentaram os maiores valores. O açúcar foi o fator que mais influenciou nos parâmetros físicos e químicos analisados, principalmente nos parâmetros de teor de umidade, cinzas, carboidratos, açúcares redutores, açúcares não redutores, acidez, pH e intensidade de vermelho. Já a pectina apresentou maior efeito nos parâmetros de cor (luminosidade e intensidade de amarelo) e textura (firmeza, adesividade e extrusão). Apenas os modelos ajustados aos dados experimentais de rendimento, açúcares não redutores, acidez, *ratio*, intensidade de vermelho e extrusão foram significativos, sendo que, os ajustados aos dados de açúcares não redutores e *ratio* além de serem significativos também foram preditivos revelando os maiores valores de coeficiente de determinação. As geleias de umbu-cajá apresentam-se como uma alternativa para o excedente de produção no pico da safra no nordeste do Brasil, além de ser um produto que apresentara uma composição física, química e nutricional bem variada.

PALAVRAS-CHAVE: *Spondias* spp. Processamento. Composição nutricional. Textura.

INTRODUÇÃO

A umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) é uma planta arbórea, pertence à família Anacardiaceae e ao gênero *Spondias* considerado um híbrido natural entre o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) e a cajazeira (*Spondias mombim* L.). Possui origem desconhecida, apresentando características de planta xerófila encontrada em plantios desorganizados disseminado em Estados do Nordeste (SANTOS et al., 2013; GONDIM et al., 2013). Seu fruto, o umbu-cajá, reúne características favoráveis do umbu, como espessura da polpa e árvore de porte baixo, e do cajá, como aroma e sabor agradáveis (FERNANDES et al., 2008), sendo bastante apreciado e utilizado pela agroindústria para o processamento de derivados, como polpas, sucos e doces.

As geleias constituem-se numa importante alternativa para o processamento, aproveitamento e consumo de frutas (OLIVEIRA et al., 2014). Segundo

a Resolução CNNPA nº12, de 1978 (BRASIL, 1978), geleia de frutas é o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e concentrado até consistência gelatinosa. Pode ser adicionado glicose ou açúcar invertido para conferir brilho ao produto, sendo tolerada a adição de acidulantes e pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta. Besbes et al. (2009) afirmaram que as geleias constituem-se em uma importante alternativa para o processamento, aproveitamento e consumo de frutas.

Nas geleias convencionais, quando a fruta não possui quantidades suficientes de pectina para obter a consistência desejada, pode ser utilizada pectina comercial de alto teor de grupos metoxilas (ATM), que geleificam em presença de alto teor de sólidos solúveis provenientes da adição de açúcar.

Para um produto como geleia de fruta, é importante compreender as relações entre a percepção

da textura e da estrutura gelatinizada (RENARD et al., 2006). Variações de ingredientes podem levar a mudanças na estrutura do gel em geleias que são percebidas pelos consumidores através da textura ou paladar (BASU; SHIVHARE, 2010).

A preocupação mundial com a saúde tem promovido mudanças nos hábitos alimentares da população, aumentando seu interesse pelo valor nutritivo e compostos bioativos presentes nos alimentos processados e exigindo das indústrias produtos de boa qualidade (MACIEL et al., 2009). Neste sentido, faz-se necessário buscar novas alternativas de matérias-primas ricas em nutrientes para o processamento de alimentos relativamente conhecidos, como é o caso de geleias de frutas. Como são escassos estudos que visam utilizar o umbu-cajá no desenvolvimento de geleia, sugere-se, neste trabalho, o aproveitamento agroindustrial dos frutos da umbu-cajazeira para elaboração desse tipo de conserva de fruta, uma vez que poderá se construir em mais uma opção de produto no mercado de alimentos.

Basu e Shivhare (2010) relataram que o desenvolvimento de produtos ou formulações é uma atividade extremamente importante para a indústria de geleia de frutas. Como existe uma grande variedade desses produtos disponíveis a venda em prateleiras de supermercados, o principal determinante da escolha do consumidor em potencial é a qualidade da geleia.

Ante o exposto, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos de diferentes concentrações de açúcar e de pectina nas características físicas e químicas de geleias de umbu-cajá.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração das geleias, foram utilizados frutos maduros de umbu-cajá, provenientes do município de Patos-PB, açúcar cristal e pectina de alto teor de metoxilação (ATM). Os frutos de umbu-

cajá foram transportados ao laboratório, onde foram selecionados, lavados em água corrente e sanitizados em solução clorada a 100 ppm por 15 minutos. Em seguida, procedeu-se a despolpa em despolpadeira horizontal (Laboremus, modelo DF-200), utilizando-se peneira de malha 2,5 mm, onde se separou a polpa das sementes e fibras, sendo a polpa de umbu-cajá envasada em sacos de polietileno com capacidade para 500 g. As polpas foram submetidas a um congelamento rápido com imersão em nitrogênio líquido (-196 °C) em botijões criogênicos para melhor preservação de suas características nutricionais e sensoriais e estocadas em freezer (-18 ± 2 °C) até a elaboração das geleias convencionais.

Para o processamento das geleias, as polpas de umbu-cajá foram previamente descongeladas em geladeira doméstica (aproximadamente 4 °C), em seguida corrigiu-se o pH de 2,9 para 3,2 utilizando-se bicarbonato de sódio de uso culinário, com o objetivo de se atingir o pH ideal para geleificação. Após a correção do pH, a polpa foi diluída com água potável na proporção de 6:4 (seis partes de polpa para 4 partes de água).

As geleias de umbu-cajá foram processadas utilizando-se o método de planejamento fatorial 2², com 2 repetições no ponto central, resultando em uma matriz com 6 experimentos (Tabela 1), com o objetivo de obter um melhor estudo sobre a otimização do processo de fabricação e analisar a influência das variáveis independentes (concentrações de açúcar e de pectina ATM) sobre as variáveis respostas (características físicas e químicas, assim como também as interações entre elas). O efeito das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes foi avaliado mediante análise estatística, utilizando-se o programa computacional Statistica® versão 6.0.

Tabela 1. Matriz de planejamento para elaboração das geleias de umbu-cajá com suas respectivas variáveis independentes e seus níveis reais e codificados.

Experimento	Variáveis independentes	
	Açúcar (%)	Pectina (%)
G ₁	-1 (50)	-1 (0,5)
G ₂	+1 (60)	-1 (0,5)
G ₃	-1 (50)	+1 (1,5)
G ₄	+1 (60)	+1 (1,5)
G ₅	0 (55)	0 (1,0)
G ₆	0 (55)	0 (1,0)

G₁, G₂ ...G₆ - Geleia de umbu cajá.

Os valores estabelecidos para as variáveis independentes foram definidos com base nas legislações vigentes, que estabelecem variação de 50 a 60% de açúcar (BRASIL, 1978) e quantidades suficientes de pectina (BRASIL, 2009) visando obter o efeito desejado em geleias de fruta. Neste trabalho, optou-se por variar as concentrações de pectina de acordo com Krolow (2005), que estabelecem concentração de 0,5 a 1,5% de pectina em geleias de frutas. A polpa de umbu-cajá diluída foi utilizada para balanço total de 100% de formulação.

As geleias foram formuladas para 3 Kg de produto, conforme planejamento experimental (Tabela 1). As formulações (polpa diluída, açúcar e pectina) foram aquecidas e concentradas em tacho aberto de aço inoxidável até atingir teor de sólidos solúveis totais de aproximadamente 63 °Brix. Posteriormente, as geleias foram envasadas em recipientes de vidro com tampa metálica (capacidade de 185 mL) e invertidas por 10 segundos, ainda quentes, com o intuito de esterilizar a tampa e evitar contaminação do produto. Salienta-se que os vidros utilizados para o acondicionamento das geleias foram previamente lavados com detergente neutro e esterilizados em água quente (aproximadamente 100 °C) por 15 minutos. Após envase, as geleias foram resfriadas por imersão em água fria até temperatura de cerca de 20 °C e submetidas às análises físicas e químicas em triplicata.

As diferentes geleias foram analisadas quanto aos teores de umidade, cinzas, proteínas (método Micro-Kjeldahl), acidez total em ácido cítrico, açúcares totais em glicose, açúcares redutores em glicose e açúcares não redutores em sacarose segundo AOAC (2010); carboidratos totais por diferença (100 - % de água - % de lipídeos - % de proteínas - % de cinzas) e valor energético segundo a RDC n°360 de 2003 (BRASIL, 2003); sólidos solúveis totais, pH e lipídeos (método de Soxhlet) de acordo com as normas de análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008); *ratio* pela relação sólidos solúveis totais/acidez total (BRASIL, 1986), atividade de água realizada a 25 °C, em higrômetro Aqua-Lab, modelo 4TE, fabricado pela Decagon e rendimento segundo Equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{MG} \times 100}{\text{MI}} \quad (1)$$

em que:

MI - Massa inicial dos ingredientes;

MG - Massa da geleia obtida.

Os parâmetros de cor foram determinados utilizando-se um espectrofotômetro portátil MiniScan HunterLab XE Plus, iluminante D65/10° no sistema de leitura CIELab utilizando-se, como padrões de calibração, uma placa preta e outra branca com obtenção dos seguintes parâmetros: luminosidade (L*), em que L* = 0 corresponde a preto e L* = 100 a branco; cromaticidade a* - transição da cor verde (-a*) para o vermelho (+a*); cromaticidade b* - transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*).

A textura (firmeza, adesividade e extrusão) foi analisada em texturômetro universal modelo TA-XT plus - Textura Analyzer do fabricante Stable Micro Systems equipado com o software Exponent Stable Micro Systems. Utilizou-se o probe HDP-FE5 com auxílio do acessório HDP/CAT que possui formato cilíndrico e altura de 7,5 cm e diâmetro de 4,5 cm com orifício de 5 mm na parte inferior para extrusão com velocidade de pré-teste de 5 mm/s; velocidade de teste de 5 mm/s; velocidade de pós-teste de 5 mm/s e distância de 15 mm. Para firmeza e adesividade, empregou-se o probe P-36R com velocidade de pré-teste de 5 mm/s; velocidade de teste de 5 mm/s; velocidade de pós-teste de 5 mm/s e tensão de 99%. Para padronizar o tamanho das amostras (1 cm de altura por 0,8 de diâmetro) adaptou-se uma seringa hospitalar, para obtenção de amostras com o mesmo tamanho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização física e química das geleias de umbu-cajá

A Tabela 2 apresenta os valores médios das variáveis respostas para as características físicas e químicas das geleias de umbu-cajá. A concentração de açúcar influenciou de forma direta no rendimento das geleias (Tabela 2), em que os experimentos formulados com as maiores porcentagens de açúcar (G₂ e G₄) apresentaram os maiores rendimentos. Esses resultados estão relacionados ao menor tempo de cocção requerido para essas formulações até atingirem o teor de sólidos solúveis determinado. Caetano et al. (2011) elaboraram geleias de acerola com 50% de açúcar e observaram rendimentos inferiores ao deste trabalho (51,9 a 59,9%), o que pode estar relacionado à maior concentração das amostras, uma vez que os teores de sólidos solúveis totais foram superiores a 67 °Brix, sendo mais elevadas que as encontradas nas geleias de umbu-cajá.

Tabela 2. Resultados das variáveis respostas para as características físicas e químicas das geleias de umbu-cajá

Respostas										
Ensaio	Rendimento (%)	Teor de umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	CT (%)	Valor energético (kcal/100 g)	SST (°Brix)	AT (%)	AR (%)	ANR (%)
G ₁	87,64	42,42	0,18	0,30	57,09	229,57	62,65	66,98	36,40	29,05
G ₂	94,00	37,61	0,44	0,20	61,75	247,80	65,64	63,69	20,30	41,23
G ₃	81,13	40,14	0,16	0,24	59,46	238,79	64,64	60,13	33,84	24,98
G ₄	96,17	37,87	0,55	0,23	61,36	246,35	65,97	61,00	19,23	48,48
G ₅	90,39	38,43	0,23	0,26	61,08	245,37	65,97	64,60	27,37	35,37
G ₆	88,22	38,16	0,24	0,26	61,34	246,43	64,80	61,00	24,06	35,09

Respostas										
Ensaio	ATT (%)	Ratio	pH	A _w	L*	+a*	+b*	Firmeza (N)	Adesividade (N)	Extrusão (N)
G ₁	0,50	125,22	3,07	0,845	19,96	11,04	28,21	3,12	-1,85	20,64
G ₂	0,39	170,46	3,15	0,842	23,75	7,63	29,89	2,42	-1,69	7,05
G ₃	0,55	117,90	3,07	0,828	14,47	10,42	22,35	21,21	-5,99	23,43
G ₄	0,41	159,74	3,15	0,850	15,43	8,04	22,62	19,93	-5,93	10,68
G ₅	0,45	145,98	3,08	0,838	16,51	9,72	25,47	3,28	-1,57	13,82
G ₆	0,45	145,14	3,07	0,846	18,81	9,03	27,50	3,13	-1,74	13,37

OBS.: Não foi encontrado lipídeos na composição das amostras; G₁, G₂...G₆ – Geleia; CT – Carboidratos totais; SST – Sólidos solúveis totais; AT - Açúcares totais em glicose; AR - Açúcares redutores em glicose; ANR - Açúcares não redutores em sacarose; ATT - Acidez total titulável em ácido cítrico; Ratio – Relação SST/ ATT; A_w - Atividade de água; L* – Luminosidade; +a* – Intensidade de vermelho; +b* – Intensidade de amarelo.

O teor de umidade das geleias de umbu-cajá variou de 37,61 (G₂) a 42,42% (G₁), com apenas as geleias G₂ (37,61%) e G₄ (37,87%), formuladas com a maior porcentagem de açúcar (60%), apresentando teor de umidade dentro da faixa recomendada pela legislação (BRASIL, 1978) para geleias de frutas, que é de 35 a 38% (Tabela 2). Com o aumento da concentração de açúcar e consequente redução do teor de polpa de umbu-cajá, houve aumento de sólidos e redução do teor de umidade. Nota-se ainda que a o experimento formulado com a menor concentração de açúcar e maior quantidade de pectina (G₃) apresentou o maior teor de umidade, devido ao menor teor de sólidos, somados à capacidade da pectina de reter água ao formar gel. Polesi et al. (2011) reportam valores de 37,70% de água em geleias de manga. Já Lago-Vanzela et al. (2011) encontraram valores de 34,20% e 29,50% para geleias de polpa e casca, respectivamente, de cajá-manga (*Spondias cytherea* Sonn.).

No tocante ao teor de cinzas (Tabela 2), as geleias formuladas com as maiores porcentagens de açúcar (G₂ e G₄) foram as que apresentaram os maiores teores de minerais, seguidas das geleias formuladas com porcentagens intermediárias de açúcar (G₅ e G₆). O açúcar cristal é pobre em componentes minerais, logo sua redução em alguns experimentos promoveu, consequentemente, aumento de utilização de polpa, favorecendo desse modo para obtenção de geleias com maior teor de cinzas. Miguel et al. (2009) ao estudarem a cinética da degradação de geleia de morango em função da temperatura, encontraram 0,19; 0,16 e 0,15% de cinzas para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C, respectivamente, estando semelhantes aos teores detectados neste trabalho. Já Dessimoni-Pinto et al. (2011) estudando geleias com diferentes concentrações de casca de jabuticaba encontraram valores médios de 0,09%, inferiores às das geleias de umbu-cajá.

Para proteínas (Tabela 2) observa-se variação de 0,20% (G₂) a 0,30% (G₁). Os baixos teores encontrados estão relacionados diretamente com a porcentagem de proteína do fruto utilizado como matéria-prima, que é pobre neste nutriente. Na literatura, são encontrados alguns trabalhos nos quais foi determinada a porcentagem de proteínas em geleias de frutas. Em todos os trabalhos, foram encontradas baixas porcentagens desse macronutriente, dentre os quais são citados: geleias de pera housui e pera d'água, com teores de 0,17% para ambas as amostras (FOPPA et al., 2009) e geleias de jambolão, com 0,20% de proteína (BARCIA et al., 2010).

No tocante aos carboidratos totais (Tabela 2), verifica-se variação de 57,09 (GT₁) a 61,75% (G₂). Como previsto, os menores valores de carboidratos foram encontrados nos experimentos formulados com as menores porcentagens de açúcar (G₁ e G₃), uma vez que o açúcar é rico nesse macronutriente. Valores semelhantes de carboidratos foram encontrados por Damiani et al. (2009) em geleias de manga com substituição da polpa por diferentes concentrações de casca, em que obtiveram valores de 60,18 a 63,42%.

O valor energético das geleias de umbu-cajá (Tabela 2) variou de 229,57 (G₁) a 247,86 kcal/100 g (G₂), em que os experimentos formulados com as maiores porcentagens de açúcar (G₂ e G₄) foram os que apresentaram também os maiores teores energéticos, devido aos teores de carboidratos mais elevados. Esses resultados são semelhantes aos reportados por Polesi et al. (2011), que encontraram em geleias de manga valor médio de 244,04 Kcal/100 g.

Os maiores valores de sólidos solúveis totais foram revelados nas geleias G₄ e G₅ (Tabela 2). O teor de sólidos solúveis totais de uma geleia é dependente não só da quantidade de açúcar nela adicionada, mas também do tempo de concentração. Não foi possível detectar, de maneira visual, a influência das variáveis "açúcar" e "pectina" nesses resultados, o que pode estar relacionado ao processo de cocção que não foi controlado. A legislação brasileira (BRASIL, 1978) estabelece variação de 62 a 65 °Brix para sólidos solúveis totais de geleias de fruta. Os valores revelados para sólidos solúveis totais de geleias se assemelham aos estudados por Licodiedoff et al. (2010), que obtiveram valores entre 65,00 e 69,67 °Brix em geleias de abacaxi. Já Ferreira et al. (2010) reportam valores variando de 68,00 a 70,50 °Brix em geleias mistas de melancia e tamarindo.

Como esperado, as geleias apresentaram elevadas concentrações de açúcares totais (Tabela 2), uma vez que foram formulados com mais de 50% de açúcar. Esses teores variaram de 60,13 (G₃) a 66,98 (G₁), estando dentro da faixa reportada por Lago-Vanzela et al. (2011) em geleias de cajá-manga que foi de 65,50%.

De acordo com a Tabela 2, os valores de açúcares redutores variaram de 19,23 (G₄) a 36,40% (G₁). Os experimentos formulados com as menores concentrações de açúcar (G₁ e G₃) apresentaram os maiores teores de açúcares redutores, o que pode estar relacionados à inversão da sacarose durante o processo de cocção (NACHTIGALL et al., 2004), potencializada pela acidez mais elevada devido à maior concentração de polpa utilizada. Foppa et al.

(2009) e Barcia et al. (2010) ao estudarem geleias de pêra e jambolão, respectivamente, encontraram teores de açúcares redutores variando de 12,47 a 23,14% e de 17,80 a 21,13%, respectivamente, similares aos revelados nesta pesquisa. Para determinação de açúcares não redutores em sacarose (Tabela 2), observa-se variação entre os experimentos de 24,98 (G₃) a 48,48% (G₄). As geleias formuladas com as maiores porcentagens de açúcar (G₂ e G₄) apresentaram as maiores porcentagem de açúcares não redutores, devido à menor inversão da sacarose durante o processo de cocção. Valores inferiores de açúcares não redutores foram encontrados por Lago-Vanzela et al. (2011) em geleia de cajá-manga, com valor médio de 14,6%.

No tocante à acidez total titulável em ácido cítrico (Tabela 2), verifica-se que os experimentos formulados com as menores porcentagens de açúcar (G₁ e G₃) apresentaram os maiores valores de acidez, o que está relacionado com as maiores porcentagens de polpa utilizadas nestas amostras. Valores superiores de acidez (1,67 a 1,98%) foram reportados por Dessimoni-Pinto et al. (2011) em geleias de jabuticaba. As geleias de umbu-cajá formuladas com as maiores concentrações de açúcar (G₂ e G₄) apresentaram os maiores valores de pH (Tabela 2), podendo estar relacionado às menores concentrações de polpa utilizados nesses experimentos. Valores superiores de pH são reportados por Maciel et al. (2009) em geleia mista de manga e acerola, com valor de 3,40. Já Tsuchiya et al. (2009) e Ferreira et al. (2010) mencionam valores de 3,10 a 3,3 e de 1,84 a 3,66, respectivamente, ao estudarem geleias de tomate e geleias mistas de tamarindo e melancia, respectivamente.

Os maiores valores *ratio* (Tabela 2) foram revelados nos experimentos formulados com as maiores concentrações de açúcar (G₂ e G₄), uma vez que foram estas geleias que apresentaram os menores valores de acidez total. Barcia et al. (2010), encontraram em geleias de jambolão valores de *ratio* bem inferiores (6,21 a 6,78), o que está relacionada à elevada acidez encontrada nas geleias pelos autores.

A atividade de água (Tabela 2) variou de 0,828 (G₃) a 0,850 (G₄), estando superior aos resultados reportados por Assis et al. (2007) ao estudarem geleias de caju e Reis et al. (2009) ao pesquisarem geleias de pimenta vermelha. Em ambos os trabalhos foram produzidas geleias com atividade de água inferior a 0,8. Esta diferença pode estar relacionada ao teor de sólidos solúveis totais, visto que esses autores concentraram as geleias, até

atingirem valores de 70 e 74 °Brix, respectivamente, reduzindo assim, a água disponível para o desenvolvimento de micro-organismos.

As geleias formuladas com as menores concentrações de pectina apresentaram-se mais claras, revelando os maiores valores de luminosidade (Tabela 2). Javanmard et al. (2012) ao utilizarem diferentes concentrações de agentes geleificantes no processamento de geleias de manga reportaram comportamento oposto, em que as geleias formuladas com as maiores concentrações de geleificante apresentaram os maiores valores de luminosidade. Os valores de luminosidade variaram de 14,47 a 23,75, estando inferiores aos valores de Wojdyio et al. (2008) em geleias de morango com e sem aditivos (variação de 27,78 a 40,32) e Borges et al. (2011) em geleias de casca de banana (valor médio de 54,75).

Constata-se que a quantidade de açúcar influenciou diretamente a intensidade de vermelho (+a*) das geleias (Tabela 2), sendo que os maiores valores de +a* foram encontrados nos experimentos formulados com as menores quantidades de açúcar (G₁ e G₃). Os dados de +a* variaram de 7,63 a 11,04, estando próximo ao reportado por Lago-Vanzela et al. (2011) em geleias de cajá-manga, que foi de 14,2 e 23,3.

Os valores de intensidade de amarelo (+b*) variaram de 22,35 a 29,89 (Tabela 2), onde os experimentos formulados com as maiores porcentagens de pectina (G₃ e G₄) apresentaram os menores valores de +b*, o que pode ser atribuído à degradação de carotenóides responsáveis pela coloração amarela através de reações com a pectina (MESQUITA et al., 2013). Aslanova et al. (2010) relataram valor de +b* inferior em geleia de damasco, correspondendo a 18,70.

A firmeza das geleias de umbu-cajá variou de 2,42 a 21,21 N (Tabela 2), com os experimentos elaborados com as maiores quantidades de pectina (G₃ e G₄) apresentado as maiores firmezas, uma vez que a pectina forma um tipo de rede na estrutura do produto deixando-o mais rígido. Basu e Shivhare (2010) estudando geleias de manga com diferentes concentrações de açúcar (50, 55, 60, 65 e 70%) e pectina (0,8, 1,0 e 1,2) também observaram que a medida que se aumenta a quantidade de pectina, os valores de firmeza das geleias também se elevavam. Esses autores ainda observaram valores de firmeza de 194,45 a 655,84 N e que o açúcar não teve influência nos resultados.

Assim como ocorrido para o parâmetro firmeza das geleias de umbu-cajá, as maiores forças adesivas (Tabela 2) foram verificadas nos experimentos formulados com as maiores

porcentagens de pectina (G_3 e G_4), o que pode estar relacionado à estrutura mais rígida e firme proporcionado pela gelatinização desse polissacarídeo. Esses dados corroboram com os resultados de Javanmard et al. (2012) que, ao elaboraram geleias de manga utilizando diferentes concentrações de agentes geleificantes, também reportaram aumento da adesividade à medida que se aumentava a concentração de geleificante. No tocante à extrusão, as geleias formuladas com a menor porcentagem de açúcar (G_1 e G_3) foram as que revelaram as maiores forças, com valores de 20,64 e 23,43 N, respectivamente.

A geleia G_3 , formulada com a maior porcentagem de pectina e menor de açúcar, foi o experimento que apresentou os maiores valores para todos os parâmetros de textura analisados (firmeza,

adesividade e extrusão), o que sugere que a concentração de 50% de açúcar auxiliou, neste experimento, a formação de um gel mais denso e firme, através de interação com a pectina.

Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises de regressão para os dados das caracterizações física e química das geleias de umbu-cajá em intervalo de 95% de confiança. Cada resposta foi analisada separadamente e um modelo foi gerado para cada parâmetro. Os resultados forneceram modelos de 1ª ordem, com uma interação e intervalo de confiança de 95%.

Tabela 3. Resultados das análises de regressão para os dados da caracterização física e química das geleias de umbu-cajá em intervalo de 95% de confiança

Resposta	R ²	F _c	F _c /F _{tab}	Equação
RT	0,9815	35,38	1,85	89,59167 + 10,7A - 2,17P + 4,34A/P
Umidade	0,8832	5,04	0,26	73,555 - 0,608A - 14,98P + 0,254A/P
Cinzas	0,8979	5,86	0,31	- 0,8175 + 0,0195A - 0,67P + 0,013A/P
Proteínas	0,9282	8,61	0,45	1,060833 - 0,0145A - 0,51P + 0,009 A/P
CT	0,8574	4,01	0,21	26,13667 + 0,604A + 16,17P - 0,276A/P
Calorias	0,8479	3,72	0,19	108,8925 + 2,3565A + 62,57P - 1,067A/P
SST	0,8412	3,53	0,18	42,775 + 0,382A + 10,29P - 0,166A/P
AT	0,8143	2,92	0,15	97,205 - 0,537A - 27,65P + 0,416A/P
AR	0,9620	16,89	0,88	121,3292 - 1,6845A - 10,01P + 0,149A/P
ANR	0,9980	335,12	17,49	- 1,75 + 0,652A - 60,67P + 1,132A/P
ATT	0,9879	54,64	2,85	0,945833 - 0,0095A + 0,2P - 0,003A/P
Ratio	0,9965	189,02	9,87	-105,077 + 4,694A + 9,68P - 0,34A/P
pH	0,7328	1,83	0,10	2,656667 + 0,008A + 0,00P - 0,00A/P
Aw	0,9807	5,43	0,28	0,93125 - 0,00155A - 0,142P + 0,0025A/P
L*	0,9424	10,91	0,57	- 3,5675 + 0,5205A + 8,66P - 0,283A/P
+a*	0,9720	23,14	1,21	31,00583 - 0,3925A - 5,77P + 0,103A/P
+b*	0,9419	10,81	0,56	19,45417 + 0,2385A + 1,19P - 0,141 A/P
Firmeza	0,7689	2,22	0,12	8,84833 - 0,99A + 17,8P - 0,29A/P
Adesividade	0,7292	1,79	0,09	- 3,12833 + 0,11A - 4,19P - 0,05A/P
Extrusão	0,9751	26,15	1,36	14,8317 - 13,17A + 3,21P + 0,42A/P

R² – Coeficiente de determinação; F_c – F calculado; F_{tab} – F tabelado; F Tabelado 3; 2; 0,05 = 19,16; A – Açúcar; P – Pectina; A/P – Interação açúcar/pectina; RT – Rendimento; CT – Carboidratos totais; SST – Sólidos solúveis totais; AT – Açúcares totais em glicose; AR - Açúcares redutores em glicose; ANR - Açúcares não redutores em sacarose; ATT - Acidez total titulável em ácido cítrico; Ratio – Relação SST/ ATT; A_w - Atividade de água; L* – Luminosidade; +a* – Intensidade de vermelho; +b* – Intensidade de amarelo.

Ao analisar os resultados, observa-se que os modelos ajustados aos dados de rendimento, proteínas, açúcares redutores, açúcares não redutores, acidez, *ratio*, atividade de água, luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo e extrusão apresentaram bom ajuste aos dados experimentais, revelando coeficiente de determinação (R²) superiores a 0,90.

Apenas os parâmetros de rendimento, açúcares não redutores, acidez, *ratio*, intensidade de vermelho e extrusão apresentaram valores acima de 1,0 para a relação entre F_{calculado}/F_{tabelado}, em nível de 95% de confiança, evidenciando que os modelos são significativos. Já os modelos ajustados aos dados de açúcares não redutores e *ratio* além de serem significativos também foram preditivos, uma vez que o valor da relação F_{calculado}/F_{tabelado} foi superior a

4.0. Os efeitos individuais das variáveis independentes (açúcar e pectina) tal como da interação entre elas sobre as variáveis respostas (análises físicas e químicas) que apresentaram modelo estatisticamente significativo ($F_c \geq F_{tab}$)

estão demonstrados através dos diagramas de Pareto gerados para cada resposta (Figura 1). Verificam-se, nos diagramas, os fatores que apresentaram maior influência nas respostas.

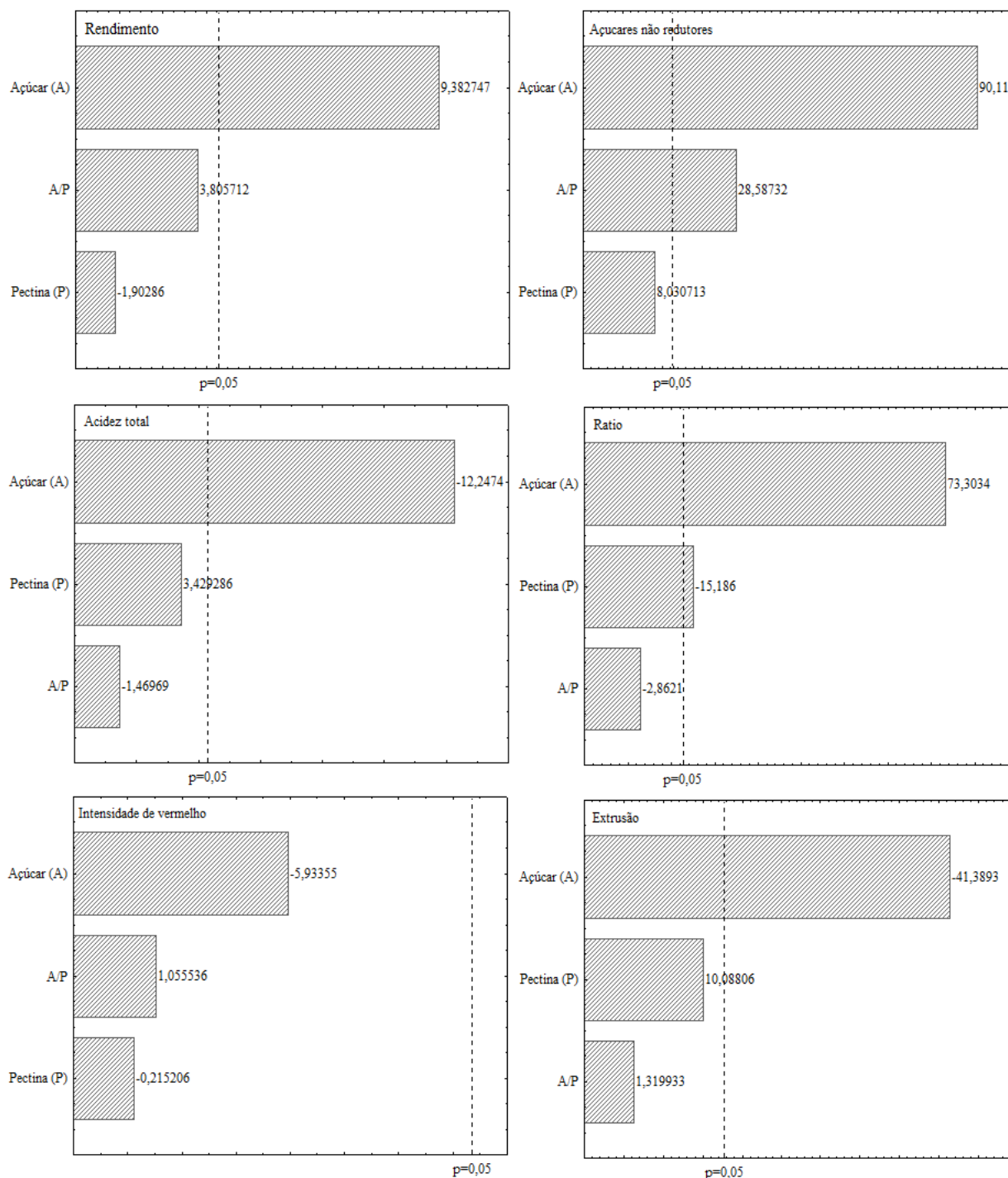


Figura 1. Diagrama de Pareto para influência dos fatores açúcar, pectina e interação açúcar/pectina para rendimento, açúcares não redutores, acidez total, *ratio*, intensidade de vermelho e extrusão das geleias de umbu-cajá

A porcentagem de açúcar foi o fator que mais apresentou efeito significativo nas variáveis

respostas que revelaram modelos estatisticamente significativos (Figura 1), entre elas citam-se o

rendimento, açúcares não redutores, acidez, *ratio* e extrusão, não apresentando efeito significativo apenas para intensidade de vermelho. Verifica-se ainda, que a porcentagem de pectina só apresentou efeito significativo para o *ratio*, já a interação açúcar/pectina influenciou significativamente

apenas nos valores de açúcares não redutores das geleias de umbu-cajá.

Na Figura 2 são apresentadas as superfícies de respostas para as variáveis respostas (análises físicas e químicas) que apresentaram modelos estatisticamente significativos ($F_c \geq F_{tab}$).

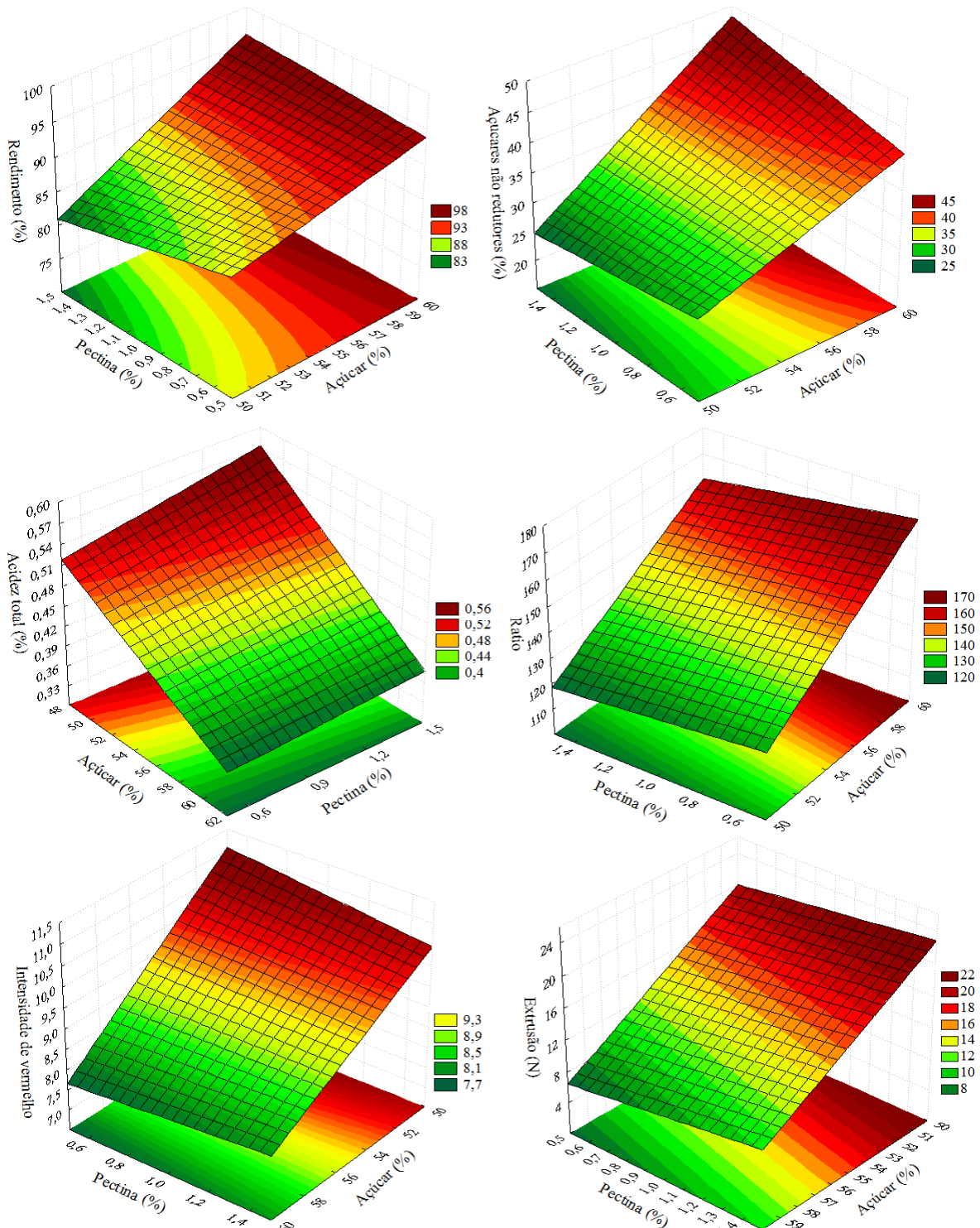


Figura 2. Superfícies de resposta para os parâmetros de rendimento, açúcares não redutores, acidez total, *ratio*, intensidade de vermelho e extrusão das geleias de umbu-cajá, em função das porcentagens de açúcar e pectina.

Com o aumento da porcentagem de açúcar e redução da pectina, há maior rendimento das geleias (Figura 2), uma vez que ocorre o aumento dos sólidos solúveis totais e redução da taxa de evaporação de água durante a cocção, decorrente da redução do tempo necessário de concentração para atingir o teor de sólidos solúveis final desejado.

Observa-se na Figura 2 que a porcentagem de açúcar influenciou significativamente nos resultados de açúcares não redutores, em que à medida que se aumentava a porcentagem dessa variável nas formulações, maiores foram os teores de açúcares não redutores. Já a porcentagem de pectina não influenciou significativamente nos resultados.

Comportamento similar ao verificado para os açúcares não redutores foi evidenciado nos dados de *ratio*, o que já era esperado, uma vez que a adição de açúcar além de favorecer o aumento de sólidos solúveis também contribui para obtenção de produto com menor acidez. Como o *ratio*, ou grau de doçura, é uma relação entre os sólidos solúveis com a acidez das geleias, a doçura aumenta com a elevação da concentração de açúcar (Figura 2).

A porcentagem de pectina não influenciou nos resultados revelados de acidez total titulável. No entanto, a redução da porcentagem de açúcar utilizado na elaboração das geleias proporcionou aumento significativo dos valores de acidez (Figura 2). O mesmo comportamento foi verificado para os valores de intensidade de vermelho que aumentaram com a redução da porcentagem de açúcar. Quanto a extrusão (Figura 2), constata-se que à medida que se aumentava a quantidade de pectina e se diminuía a porcentagem de açúcar dos experimentos, maiores foram as forças necessárias para a extrusão das geleias de umbu-cajá.

A concentração de açúcar foi a variável que mais alterou as características físicas e químicas das geleias de umbu-cajá. Considerando-se o teor de umidade especificado pela legislação (BRASIL, 1978), as amostras processadas com as maiores concentrações (G_2 e G_4) de açúcar seriam as mais adequadas para futura industrialização, pois apresentaram valores dentro da faixa de 35 a 38%. Somados a isso, esses experimentos revelaram ainda os maiores rendimentos e teores de cinzas, apesar de terem sido encontrados os menores conteúdos

protéicos e valores energéticos nas de terminações químicas.

CONCLUSÕES

As geleias formuladas com as maiores porcentagens de açúcar apresentaram os maiores valores de rendimento, cinzas, carboidratos, açúcares não redutores, *ratio* e pH e os menores teores de umidade, proteínas, açúcares redutores, acidez e intensidade de vermelho.

A maior porcentagem de pectina utilizada nas formulações das geleias influenciou apenas nos resultados dos parâmetros de textura e cor, proporcionando maiores valores de firmeza, adesividade e extrusão e menores valores de luminosidade e intensidade de amarelo.

Apenas os modelos ajustados aos dados experimentais de rendimento, açúcares não redutores, acidez, *ratio*, intensidade de vermelho e extrusão foram significativos, sendo que, os ajustados aos dados de açúcares não redutores e *ratio*, além de serem significativos foram também preditivos revelando os maiores valores de coeficiente de determinação.

A porcentagem de açúcar foi o fator que influenciou significativamente um maior número de respostas, entre elas o rendimento, os açúcares não redutores, a acidez, o *ratio* e a extrusão.

Considerando-se os aspectos tecnológicos, os experimentos elaborados com as maiores concentrações de açúcar seriam os mais adequados para futura industrialização. Todavia, essas formulações apresentaram os maiores teores de carboidratos e valores energéticos e menores teores de proteínas, constituindo-se, dessa forma, em formulações mais pobres do ponto de vista nutricional, se comparadas com as formulações elaboradas com as menores concentrações de açúcar. Logo, recomenda-se ajustes de formulações, afim de que se consiga obter geleias dentro das especificações de umidade, utilizando-se a menor concentração de açúcar possível.

As geleias de umbu-cajá apresentam-se como uma alternativa para o excedente de produção no pico da safra no nordeste brasileiro, além de ser um produto que apresentará uma composição física, química e nutricional bem variada.

ABSTRACT: The food industry seeks alternatives to add economic value and nutritional products for the known as jellies. An alternative is to use exotic fruits such as the umbu-cajá. The objective of the study was to evaluate the effects of different concentrations of sugar and pectin in the physical and chemical characteristics of umbu-cajá jellies. The jellies were prepared with pulp diluted with water at a ratio of 6:4. Was utilized factorial planning was used with 2^2 with 2 experiments at the center point, resulting in 6 experiments with varying percentages of sugar (50, 55 and 60%) and pectin

(0.5, 1.0 and 1.5%). The formulations were heated and concentrated in open pan until it reaches total soluble solids content of about 63 °Brix. The jellies showed high percentages of income (from 81.13 to 96.17%), and the samples formulated with 60% sugar had the highest values. Sugar was the factor that most influenced the physical and chemical parameters analyzed mainly on the parameters of moisture content, ash, carbohydrates, reducing sugars, non-reducing sugars, acidity, pH and intensity of red. Already the pectin had more effect on color parameters (luminosity and intensity of yellow) and texture (firmness, adhesiveness and extrusion). Only the experimental data models adjusted to yield, non-reducing sugars, acidity, ratio, intensity for red and extrusion were significant, and the adjusted data for non-reducing sugars and ratio as well as being significant predictors were also revealing the highest values coefficient of determination. The jelly umbucajá present themselves as an alternative to excess production during peak season as well as being a product that presented a physical composition, chemical and nutritional well varied.

KEYWORDS: *Spondias spp.* Processing. Nutritional composition. Texture.

REFERÊNCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18th ed, Washington, USA: AOAC, 2010. 1094 p.

ASLANOVA, D.; BAKKALBASI, E.; ARTIK, N. Effect of storage on 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formation and color change in jams. **International Journal of Food Properties**, New York, v. 13, n. 4, p. 904-912, 2010.

ASSIS, M. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e estabilidade de geleia de caju. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 46-51, 2007.

BARCIA, M. T.; MEDINA, A. L.; ZAMBLIAZI, R. C. Características físico-químicas e sensoriais de geleias de jambolão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 25-36, 2010.

BASU, S.; SHIVHARE, U. S. Rheological, textural, micro-structural and sensory properties of mango jam. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 100, n. 2, p. 357-365, 2010.

BESBES, S.; DRIRA, L.; BLECKER, C.; DEROANNE, C.; ATTIA, H. Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. **Food Chemistry**, Oxford, v. 112, n. 2, p. 406-411, 2009.

BORGES, S. V.; VALENTE, W. A.; FIGUEIREDO, L. P.; DIAS, M. V.; PEREIRA, P. P.; PEREIRA, A. G. T.; CLEMENTE, P. R. Quality evaluation of banana skin extract jellies. **Food Science and Technology International**, London, v. 17, n. 2, p. 177-178, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 76 de 27 de novembro de 1986. Aprova os métodos analíticos que passam a constituir padrões oficiais para análise de Bebidas e Vinagres. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1986.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2003.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução-RDC N°- 28, de 26 de maio de 2009. Atribuição de aditivos alimentares, suas funções e seus limites máximos para geleias (de frutas, de vegetais, de mocotó e com informação nutricional complementar de baixo ou reduzido valor energético). **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2009.
- CAETANO, P. K.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. Caracterização físico-química e avaliação energética de geleia elaborada em diferentes tipos de tachos com polpa e suco de acerola. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 2, p. 103-118, 2011.
- DAMIANI, C.; BOAS, E. V. B. V.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; PAULA, M. L.; ASQUIERI, E. R. Avaliação química de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 177-184, 2009.
- DESSIMONI-PINTO, N. A. V.; MOREIRA, W. A.; CARDOSO, L. M.; PANTOJA, L. A. Jaboticaba peel for jelly preparation: An alternative technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 864-869, 2011.
- FERNANDES, T. K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MELO, K. S.; BEZERRA, M. C. T. Estudo do comportamento reológico da polpa de umbu-cajá em função da concentração de maltodextrina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 171-180, 2008.
- FERREIRA, R. M. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUSA, A. E. D.; MELO, D. R. M.; PONTES FILHO, F. S. T. Processamento e conservação de geleia mista de melancia e tamarindo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 59-62, 2010.
- FOPPA, T.; TSUZUKI, M. M.; SANTOS, C. E. S. Caracterização físico-química da geleia de pêra elaborada através de duas cultivares diferentes: pêra d'água (*Pyrus communis* L.) e housui (*Pyrus pyrifolia* Nakai). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 21-25, 2009.
- GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1217-1221, 2013.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed., 1ª ed. Digital, São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
- KROLOW, A. C. R. **Preparo artesanal de geleias e geleiadas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2005. 29 p.
- JAVANMARD, M.; CHIN, N. L.; MIRHOSSEINI, S. H.; ENDAN, J. Characteristics of gelling agent substituted fruit jam: studies on the textural, optical, physicochemical and sensory properties. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 47, n. 9, p. 1808-1818, 2012.
- LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'cajá-manga' (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2011.
- LICODIEDOFF, S.; AQUINO, A. D.; GODOY, R. C. B.; LEDO, C. A. S. Avaliação da sinerese em geleia de abacaxi por meio de análise uni e multivariada. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 51-56, 2010.
- MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; SILVA, W. S.; MARANHÃO, C. M. C.; SOUZA, K. A. Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 247-256, 2009.

MESQUITA, K. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S.; MENEZES, C. C.; MARQUES, G. R. Quality alterations during storage of sugar-free guava jam with added prebiotics. **Journal of Food Processing and Preservation**, Trumbull, v. 37, n. 5, p. 806-813, 2013.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Cinética da degradação de geleia de morango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 142-147, 2009.

NACHTIGALL, A. M.; ZAMBIAZI, R. C.; CARVALHO, D. S. Geleia *light* de hibisco: características físicas e químicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 155-161, 2004.

OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C.; ROCHA, A.P.T.; GOMES, J.P.; SILVA, W.P. Estabilidade de geleias convencionais de umbu-caja durante o armazenamento em condicoes ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.3, p.329-337, 2014.

POLESI, L. F.; MATTA JUNIOR, M. D.; MATSUOKA, C. R.; CEBALLOS, C. H. M.; ANJOS, C. B. P.; SPOTO, M. H. F.; SARMENTO, S. B. S. Caracterização física e química de geleia de manga de baixo valor calórico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 85-90, 2011.

REIS, F. R.; DEMCZUK JÚNIOR, B.; MACARI, S. M.; MASSON, M. L. The processing and characterization of red chili pepper jam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 137-142, 2009.

RENARD, D.; VAN DE VELDE, F.; VISCHERS, R. W.; The gap between food gel structure, texture and perception. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 20, n. 4, p. 423-431, 2006.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N.; AZEVEDO NETO, A. D. Avaliação físico-química e microbiológica de polpa de frutos de umbu-cajá, por métodos combinados. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2013.

TSUCHIYA, A. C.; SILVA, A. G. M.; SOUZA, M.; SCHMIDT, C. A. P. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de geleia de tomate. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 165-170, 2009.

WOJDYIO, A.; OSZMIAJSKI, J.; BOBER, I. The effect of addition of chokeberry, Xowering quince fruits andbrhubarb juice to strawberry jams on their polyphenol content, antioxidant activity and colour. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 227, n. 4, p. 1043-1051, 2008.