



Influência do processamento no teor de compostos bioativos em frutos de murici e cajá

Influence of processing on the bioactive compound content in murici and hog plum fruits

Adones Sales¹, Tonye Gil Matos Waughon²

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), Campus Universitário, Caixa postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG. E-mail: adonessales@gmail.com

²Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Belém, PA

Recebido em: 29/03/2012

Aceito em: 09/08/2012

Resumo. O consumo de frutas tem sido associado com a baixa incidência de doenças cardiovasculares e câncer, devido à elevada proporção de compostos bioativos. O processamento das frutas pode ocasionar alterações no conteúdo de compostos bioativos. Este trabalho tem como objetivo estudar a influência das etapas de despulpamento e pasteurização sobre o conteúdo de carotenóides, antocianinas e ácido ascórbico em frutos de cajá e murici. O murici e o cajá foram despulpados separadamente, e as polpas receberam tratamento térmico nas temperaturas de 70, 80 e 90°C, e nos tempos de 1, 60 e 300 segundos. Os frutos e os produtos do despulpamento e pasteurização foram analisados com a determinação de pH, sólidos solúveis, acidez, ácido ascórbico (AA), antocianinas e carotenóides totais. Não foram detectadas antocianinas. O teor de AA foi reduzido durante o despulpamento, variando do fruto íntegro para o despulpado de 13,84 a 8,17 mg 100g⁻¹ para o murici e 8,11 a 5,73 mg 100g⁻¹ para o cajá. O fruto de murici apresentou teor de carotenóides totais de 18,60 µg g⁻¹ e teve o teor reduzido para 5,83 µg g⁻¹ no produto despulpado. O fruto de cajá apresentou 35,18 µg g⁻¹ de carotenóides totais que foi reduzido para 23,79 µg g⁻¹ com o despulpamento. A aplicação de tratamento térmico na polpa de cajá variou o teor do pigmento. Dessa forma, o despulpamento foi a operação que promoveu maior redução dos teores de compostos bioativos em frutos de cajá e murici.

Palavras-chave. *Byrsonima crassifolia*, despulpamento, pasteurização, *Spondias mombin*

Abstract. The low incidences of cardiovascular diseases and cancer have associated with the regular diets rich at bioactive compounds found in many fruits. Fruit processing can alter the bioactive compounds content. The objective of this work was to study the influence pulping and pasteurization process on the content of carotenoids, anthocyanins and ascorbic acid in hog plum and murici fruits. The murici and the hog plum were pulped separately, and the pulps received thermal treatment at 70, 80 and 90 °C, during 1, 60 and 300 seconds. The fruits and the products of the pulping and pasteurization were analyzed determining the pH, soluble solids, acidity, ascorbic acid (AA), anthocyanins and total carotenoids. Anthocyanins were not detected. The AA content reduced during the pulping, varying from the complete fruit to the pulped from 13,84 to 8,17 mg/100g for the murici and 8,11 to 5,73 mg/100g for the hog plum. The murici fruit showed a total carotenoid content of 18,60 µg/g and content reduced to 5,83 µg/g in the pulped product. The hog plum fruit presented 35,18 µg/g of total carotenoids that was reduced to 23,79 µg/g with the pulping. The application of thermal treatment in the hog plum pulp varied the pigment content. Thus, pulping causing the higher bioactive compound content reduction in hog plum and murici fruits.

Keywords. *Byrsonima crassifolia*, pasteurization, pulping, *Spondias mombin*

Introdução

O Brasil, e especificamente a Região Amazônica, tem uma grande variedade de alimentos e plantas medicinais com atividade antioxidante, cuja caracterização pode apresentar algum potencial para o desenvolvimento sustentável na Amazônia

(Souza et al., 2008). Diversos estudos epidemiológicos já demonstraram a associação entre a ingestão de frutas e a prevenção do desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, devido à ação de compostos bioativos (Ribeiro et al., 2010). Muitas frutas

amazônicas, como o cajá (*Spondias mombin* L.) e o murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich), têm despertado o interesse da agroindústria regional.

O murici, fruta encontrada em toda a região amazônica, tem um sabor exótico que confere a esta fruta características únicas, sem paralelo dentre as frutas amazônicas. É rica em cálcio e fósforo (Silva & Tassara, 2001). Em seus estudos com diferentes frutas exóticas do Brasil, Almeida et al. (2011) concluíram que o murici é um fruto com altos níveis de atividade antioxidante e ressaltam que os alimentos ricos em antioxidantes desempenham um papel essencial na prevenção de doenças.

De acordo com Corthout et al. (1992), substâncias bioativas, como compostos fenólicos, foram encontradas em espécies de *Spondias* como a cajazeira, planta produtora do fruto de cajá. No fruto, encontra-se elevado teor de carotenóides, que dão a sua polpa, além de uma intensa coloração amarela, um apelo funcional bastante significativo (Mattietto, 2005). A análise fitoquímica dos extratos de partes da cajazeira mostra que é naturalmente rica em sintetizados compostos orgânicos biodegradáveis. O ácido ascórbico (AA) foi identificado como o principal constituinte químico da planta (Njoku & Akumefula, 2007).

As antocianinas pertencem a um dos maiores grupos de pigmentos solúveis em água, pertencente ao reino vegetal. Estes compostos são potentes antioxidantes e apresentam uma forte atividade bioquímica e farmacológica, que inclui efeitos anticarcinogênicos, anti-inflamatórios e antimicrobianos (Castro, 2003).

A pasteurização, ou outro tratamento térmico, de sucos e polpas são utilizados para eliminação de microrganismos e inativação de enzimas, no entanto, podem conduzir a alterações no teor de compostos bioativos nos alimentos (Elez-Martinez et al., 2006). A pasteurização de manga minimamente processada conduziu a uma diminuição dos níveis de vitamina A e fenóis, sendo que os carotenóides totais e ácido ascórbico se degradaram em níveis mais severos de temperatura (Djioua et al., 2009).

Os efeitos da pasteurização na diminuição dos níveis de componentes bioativos tais como antocianina total, ácido ascórbico, e carotenóides têm sido relatados para extrato de amora, suco de abacaxi e suco de caju (Rattanathanalerk et al., 2009; Zepka & Mercadante, 2009; Aramwit et al., 2010). As vitaminas, especialmente a vitamina C, são sensíveis ao processamento. Devido à instabilidade ao calor, esta tem sido empregada como um indicador para medir os efeitos do

processamento na preservação de nutrientes (Howard et al., 1999). O processamento industrial pode tornar os alimentos mais atraentes ao paladar e aumentar sua vida-de-prateleira. No entanto, podem resultar em perdas expressivas, comprometendo a qualidade nutricional do produto final ou da preparação (Juhász et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi a determinação da influência das etapas do processamento sobre os teores de carotenóides, antocianinas e ácido ascórbico nos frutos de murici e cajá.

Material e Métodos

Os frutos de murici foram adquiridos em comércio no município de Castanhal-PA, sendo devidamente acondicionados e transportados para a agroindústria Paragopolpas em Paragominas-PA. Os frutos de cajá foram doados pela citada empresa onde ocorreu o processo de despulpamento de ambos os frutos. Os frutos foram lavados em água corrente, para remoção das sujidades, sendo em seguida despulpados, seguindo o fluxograma apresentado na Figura 1.

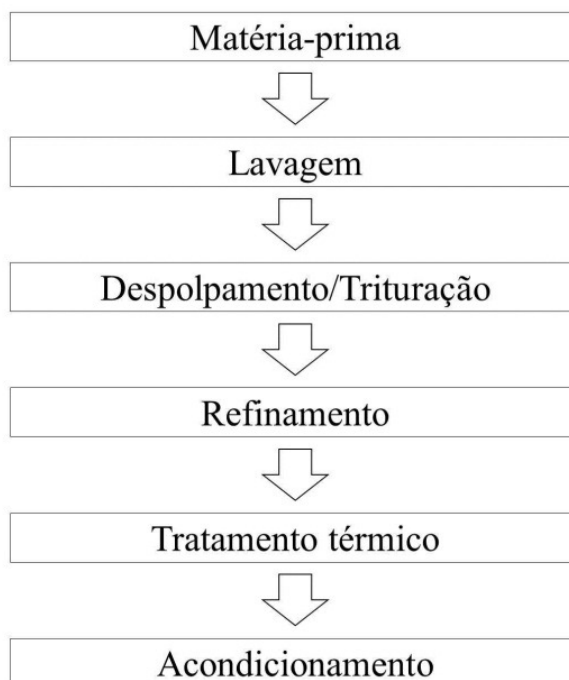


Figura 1. Fluxograma de elaboração de polpa de murici e cajá.



O murici foi triturado em liquidificador industrial marca Light modelo 7000, com adição de água em proporção 1:1 (m/v). O triturado foi submetido à despulpadora horizontal de aço inoxidável marca Bonina modelo 0.5DF com peneira de 0,8 mm de diâmetro.

O cajá foi processado em despulpadora vertical Voges, com adição de água em proporção 1:1 (m/v), para remoção de casca e sementes. Posteriormente, foram submetidos à despulpadora horizontal de aço inoxidável Bonina modelo 0.5DF com malha de 0,8 mm de diâmetro.

As polpas receberam tratamento térmico de acordo com o planejamento experimental apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento experimental com as condições de pasteurização aplicadas à polpa de murici e cajá.

Temperatura (°C)	Tempo (s)
70	1
70	60
70	300
80	1
80	60
80	60
80	60
80	60
80	300
90	1
90	60
90	300

A escolha das temperaturas de pasteurização teve como base os fatores de que em tratamentos a temperaturas superiores a 90°C, as alterações sensoriais das polpas de frutas podem ser altamente significativas, em função do tempo de contato. Estudos efetuados em alimentos vegetais com atividade de peroxidase indicam que 70°C é a temperatura mínima necessária para que ocorra sua desnaturação (Laderoza & Baldini, 1991). Os tempos utilizados no tratamento térmico foram escolhidos baseados no fato de que a eliminação dos microrganismos e a desnaturação enzimática apresentam cinéticas logarítmicas (Bastos et al., 2008).

Os produtos foram acondicionados em embalagens de polietileno de alta densidade de volume de 10 litros em máquina seladora e transportados sob refrigeração para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado do Pará para a etapa de pasteurização.

O experimento foi realizado segundo o princípio da metodologia estatística de superfície de resposta. Utilizou-se um delineamento fatorial incompleto 3², com duas repetições no ponto central (Box & Behnken, 1960). O planejamento de Box-Behnken é indicado para experimentos com fatores de três níveis (baixo, médio e alto) e para apresentação de resultados em superfície de resposta (Camilios Neto et al., 2005; Ferreira et al., 2007).

Os ensaios foram realizados em recipiente inox de 500 ml com aproximadamente 250 g de polpa em cada recipiente. Os recipientes foram levados individualmente a banho-maria Hemoquímica mod. HM1003 nos tempos e temperaturas citados. A agitação foi realizada manualmente com medição de temperatura por imersão de termômetro com coluna de mercúrio Incoterm mod. 153046.

Após atingir a temperatura e tempo desejado as amostras foram resfriadas em banho de gelo a 20°C e armazenadas em garrafas plásticas de 500 ml, previamente esterilizadas sob radiação ultravioleta por 30 minutos em câmara de fluxo laminar Veco mod. 09 (Bastos et al., 2008).

Os frutos íntegros, as polpas sem e com tratamento térmico foram submetidas às análises de pH, acidez, sólidos solúveis, carotenóides totais, antocianinas e ácido ascórbico, que foram realizadas no Laboratório de Química da UEPA em Paragominas.

Para a elaboração das polpas, o exocarpo e mesocarpo do murici foram utilizados, então para as amostras dos frutos íntegros, foram maceradas casca e polpa em mesma quantidade para uniformidade da amostra. Como ocorreu a retirada da casca do cajá no processamento, considerou-se como fruto íntegro apenas a parte do mesocarpo do fruto e foi utilizado nas posteriores determinações.

Determinação de pH, sólidos solúveis e acidez titulável em ácido cítrico

As análises seguiram os métodos propostos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi determinado com o uso de potenciômetro Instrutherm mod. PH-1700. Os sólidos solúveis foram expressos em °Brix e medidos em refratômetro manual PEQ mod. REF103 com escala de 0 a 30 °Brix a 20 °C.

A acidez titulável das amostras, expressas em ácido cítrico por cento, foram determinadas em duplicata por titulação volumétrica com hidróxido de sódio 0,1 N e com indicador fenolftaleína.



Determinação de antocianinas

Para determinação do teor de antocianinas utilizou-se o método espectrofotométrico diferencial de acordo com o descrito por Askar & Treptow (1993), modificado por Rogez (2000).

Determinação de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado, em duplicata, segundo os métodos analíticos de bebidas e vinagre do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005). Este método baseia-se na redução de 2,6-diclorofenolindofenol sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g do fruto ou produto analisado.

Extração e determinação de carotenóides totais

A extração e quantificação dos carotenóides seguiram o método proposto por Godoy & Rodriguez-Amaya (1994) com leitura em espectrofotômetro (UV/VIS Nova mod. 1105) a 450 nm. O valor de absorvidade ($1_{cm}E^{1\%}$) utilizado foi o de 2592 que corresponde a do β -caroteno em éter de petróleo. A determinação foi realizada em duplicata.

Análise estatística

Os resultados obtidos das análises em duplicata dos frutos, produto despulpado e da metodologia proposta para o processo de pasteurização foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para comparação das médias, em nível de significância de 5% foi aplicado o teste de Scott Knott utilizando o software Sisvar (versão 5.3, DEX/UFLA, Lavras, Brasil). As superfícies de resposta foram geradas pelo software Statistica (versão 7.0, StatSoft, Inc., Tulsa, USA) tendo como entradas o tempo e a temperatura de tratamento térmico, e como respostas o teor de carotenóides totais, antocianinas e ácido ascórbico.

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 2 e 3 constam os valores de acidez titulável, pH, sólidos solúveis, ácido ascórbico e carotenóides totais em frutos *in natura*, produto despulpado e polpa pasteurizada de murici e cajá.

Tabela 2. Valores de acidez total (AT), pH, sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), ácido ascórbico (AA) e carotenóides totais em frutos *in natura*, produto despulpado e polpa pasteurizada de murici.

Temperatura ($^{\circ}$ C)	Tempo (s)	AT (% em ác. cítrico)	pH	$^{\circ}$ Brix	AA (mg 100g $^{-1}$)	Carotenóides (μ g g $^{-1}$)
Fruto <i>in natura</i>		1,68 _a	3,0 _c	8,0 _a	13,84 _a	18,60 _a
Despulpado		0,42 _b	3,3 _a	2,0 _e	8,17 _b	5,68 _b
70	1	0,43 _b	3,3 _a	2,0 _e	4,45 _c	5,44 _b
70	60	0,49 _b	3,3 _a	2,0 _e	4,31 _c	5,53 _b
70	300	0,49 _b	3,3 _a	2,0 _e	4,26 _c	5,38 _b
80	1	0,48 _b	3,3 _a	2,1 _d	4,53 _c	5,42 _b
80	60	0,50 _b	3,3 _a	2,1 _d	4,24 _c	5,46 _b
80	300	0,48 _b	3,2 _b	2,2 _c	4,61 _c	5,58 _b
90	1	0,52 _b	3,2 _b	2,2 _c	4,26 _c	5,50 _b
90	60	0,48 _b	3,2 _b	2,2 _c	4,26 _c	5,50 _b
90	300	0,44 _b	3,2 _b	2,5 _b	4,19 _c	5,35 _b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

Os diferentes tratamentos térmicos não causaram significativa ($p \leq 0,05$) mudança de acidez da polpa de murici, enquanto o pH diminuiu a partir do uso de 80 $^{\circ}$ C em 300 segundos (Tabela 2). Segundo McCarthy et al. (1991) a concentração de ácido necessária para alterar o pH de um alimento depende das concentrações de sólidos solúveis, proteínas e sais, da capacidade tamponante desses componentes e do grau de ionização. Maia et al. (2007) em seu estudo com suco de acerola

pasteurizado observou após tratamento térmico o aumento do pH e indicaram uma possível degradação dos ácidos orgânicos presentes no suco. A diminuição dos sólidos solúveis a 20 $^{\circ}$ C de 8,0 para 2,0 $^{\circ}$ Brix durante o despulpamento é ocasionado pela adição de água no processo de trituração/despulpamento do fruto. O aumento dos sólidos solúveis no decorrer do aumento de temperatura do tratamento térmico se explica pela evaporação de água durante o processo de



pasteurização. Tal evaporação ocasionou concentração dos sólidos solúveis na polpa de murici, sendo que a partir de 80°C o teor de sólidos

solúveis foi maior que o do produto despulpado sem tratamento térmico.

Tabela 3. Valores de acidez total (AT), pH, sólidos solúveis (°Brix), ácido ascórbico (AA) e carotenóides totais em frutos *in natura*, produto despulpado e polpa pasteurizada de cajá.

Temperatura (°C)	Tempo (s)	AT (% em ác. cítrico)	pH	°Brix	AA (mg 100g ⁻¹)	Carotenóides (µg g ⁻¹)
Fruto <i>in natura</i>		1,73 _a	2,4 _b	11,5 _a	8,11 _a	35,18 _a
Despulpado		1,22 _d	2,5 _a	6,8 _g	5,73 _b	23,79 _b
70	1	1,18 _d	2,4 _b	6,8 _g	5,49 _b	15,97 _d
70	60	1,17 _d	2,5 _a	7,0 _f	5,66 _b	16,51 _d
70	300	1,29 _c	2,5 _a	7,2 _e	5,80 _b	15,87 _d
80	1	1,26 _c	2,5 _a	7,2 _e	5,20 _b	23,43 _b
80	60	1,29 _c	2,5 _a	7,5 _d	5,50 _b	21,78 _b
80	300	1,35 _b	2,5 _a	8,0 _c	5,51 _b	20,02 _c
90	1	1,29 _c	2,5 _a	8,0 _c	5,62 _b	12,69 _e
90	60	1,31 _c	2,5 _a	8,0 _c	5,26 _b	14,14 _e
90	300	1,40 _b	2,4 _b	8,5 _b	5,51 _b	12,68 _e

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

A acidez e o pH da polpa de cajá estão de acordo com o mínimo exigido pelo Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de cajá (PIQ) que é de 0,90 % e pH com valor mínimo de 2,2 (Brasil, 2000). O valor de sólidos solúveis a 20°C do produto despulpado ficou em desacordo com o permitido pelo PIQ que é de no mínimo 9,00 °Brix. Tiburski et al. (2011) obtiveram valores de sólidos solúveis acima da legislação (14,9 °Brix), tal variação justifica-se pelos diferentes processos tecnológicos e diluição no processamento. O aumento de tempo e temperatura de pasteurização ocasionou evaporação de água e consequente concentração de sólidos solúveis na polpa de cajá. Todos os tratamentos térmicos apresentaram valores de sólidos solúveis iguais ou superiores ao do produto despulpado sem tratamento térmico.

Não foram detectadas antocianinas pelas análises realizadas. Os dois frutos são ricos em compostos fenólicos, mas não os da classe das antocianinas. Silva et al. (2011) caracterizando o fruto de cajá, relataram altos teores de quercetina, sendo que esses teores foram maiores que em todas as frutas investigadas por Huber & Rodriguez-Amaya (2008).

O despulpamento reduziu o teor de ácido ascórbico do fruto de murici de 13,84 para 8,17 mg 100g⁻¹. Tal redução se dá pela adição de água, e consequentemente diluição do alimento, e pela exposição ao oxigênio e consequente ação redutora

do ácido ascórbico (Rawson et al., 2011). Ocorreu diminuição do teor de AA com a aplicação de tratamento térmico (Tabela 2). Segundo Souza et al. (2012), o murici é considerado uma fruta de médio teor de ácido ascórbico. O fruto de cajá apresentou teor de ácido ascórbico (8,11 mg 100g⁻¹) abaixo do descrito por Alves et al. (2000) no valor de 35,9 mg 100g⁻¹ no fruto *in natura*. O produto despulpado obteve valor de ácido ascórbico (5,73 mg 100g⁻¹) (Tabela 3) bem menos expressivo que o valor de 63,00 mg 100g⁻¹, apresentado por Bastos et al. (2008). O teor de ácido ascórbico nos alimentos é variável de acordo com a região de cultivo, clima e época de colheita, mesmo sendo a mesma variedade (Wang et al., 2007). Pela análise de variância a aplicação do tratamento térmico e os diferentes tempos e temperaturas de pasteurização não provocaram influência significativa ($p \leq 0,05$) sobre os teores de AA nas polpas de murici e cajá. A matriz alimentar é muito complexa e sua formação pode funcionar como um mecanismo de proteção térmica em alguns compostos, talvez os diferentes tempos e temperaturas consigam certa degradação térmica e para algo além disso, seja necessário tratamentos mais drásticos

O fruto de murici apresentou 18,60 µg g⁻¹ de carotenóides totais (Tabela 2). O produto despulpado teve uma diminuição do teor de carotenóides totais para 5,83 µg/g⁻¹, uma consequência da adição de água no processamento. A aplicação de tratamento térmico e os diferentes tempos usados no

processamento da polpa de murici não tiveram influência sobre o teor de carotenóides totais ($p > 0,05$). O fruto de murici possui 2,19% de lipídeos (Silva et al., 2008), os carotenóides são lipossolúveis e podem estar associados aos lipídeos do fruto que talvez possuam capacidade de isolamento térmico. O fruto de cajá obteve um teor de carotenóides totais no valor de $35,18 \mu\text{g g}^{-1}$. O produto despolpado apresentou teor semelhante ($23,79 \mu\text{g g}^{-1}$) aos descritos por Carvalho (2007) ($26,46 \mu\text{g g}^{-1}$) e Rodriguez-Amaya (1999) ($25,3 \mu\text{g g}^{-1}$) de carotenóides totais, se mostrando como uma boa fonte desse composto bioativo.

O tratamento térmico influenciou a mudança dos teores de carotenóides da polpa de cajá. A Figura 2 representa a superfície de resposta da influência do tempo e temperatura de pasteurização sobre o teor de carotenóides totais da polpa de cajá. O tempo de pasteurização influenciou mudança dos valores de carotenóides apenas na temperatura de 80°C , onde com 300 segundos o teor foi menor que em 1 e 60 segundos. Porém, a temperatura de 80°C proporcionou maior teor de carotenóides em relação

às demais, entre $20,02$ e $23,43 \mu\text{g g}^{-1}$. Já à temperatura de 70°C os teores mantiveram-se entre $14,33$ e $17,61 \mu\text{g g}^{-1}$ e à 90°C entre $12,68$ e $14,14 \mu\text{g g}^{-1}$.

O processamento de alimentos pode aumentar a biodisponibilidade do licopeno, um tipo de carotenóide, devido à liberação da matriz do alimento (Boileau et al., 2002). De acordo com Damodaran et al. (2010), o rompimento das ligações dos pigmentos carotenóides com as proteínas, devido à atividade de algumas enzimas proteolíticas, ocasiona a liberação do pigmento astaxantina. A astaxantina é um carotenóide de ocorrência natural em várias plantas, algas e frutos do mar e, assim como o licopeno, apresenta atividade antioxidante. Dependendo da origem, a astaxantina pode ser encontrada esterificada com diferentes ácidos graxos, o que confere estabilidade à molécula, uma vez que a astaxantina livre é muito sensível à oxidação. Além disso, a astaxantina pode formar complexos com proteínas e lipoproteínas (Higuera-Ciagara et al., 2006).

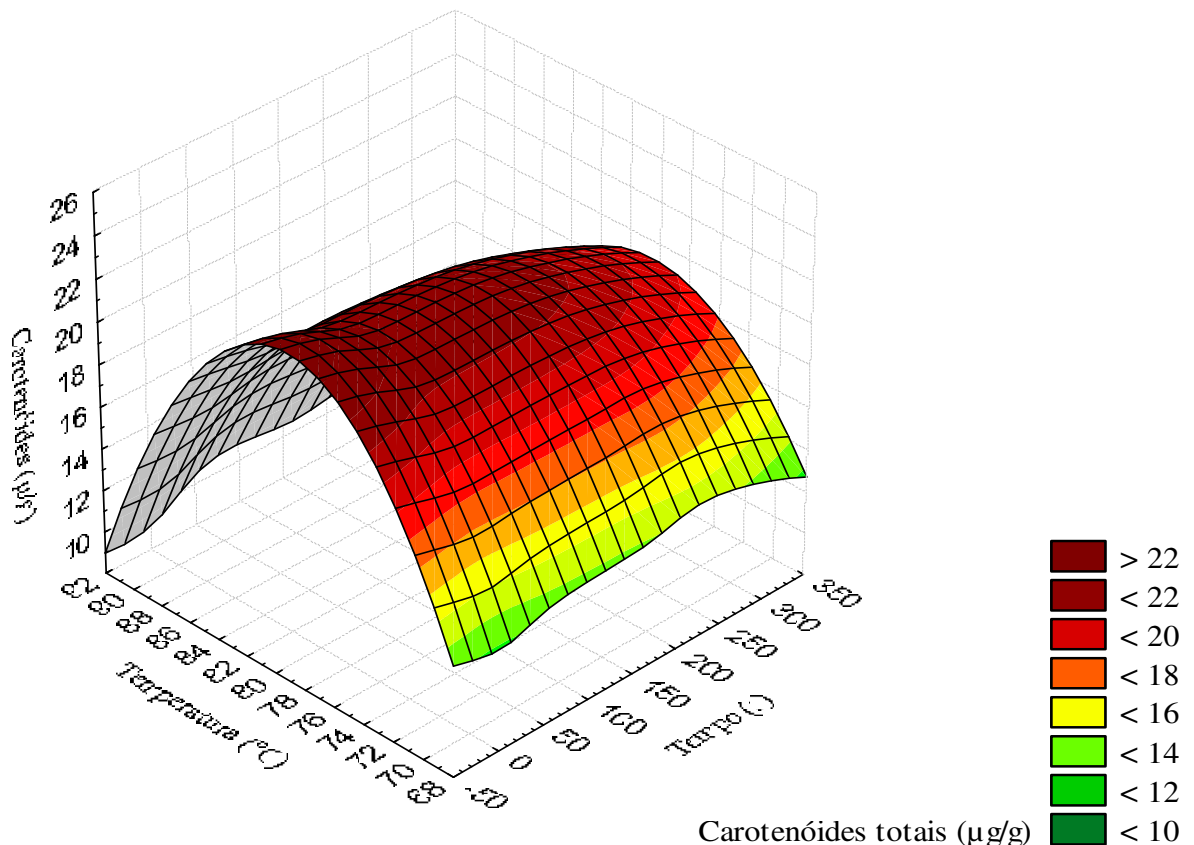


Figura 2. Superfície de resposta da influência do tempo e temperatura de pasteurização sobre o teor de carotenóides totais da polpa de cajá.



Beyers & Thomas (1979) relataram uma diminuição nos níveis de ácido ascórbico e caroteno em manga, mamão e lichia enlatada. A decomposição térmica simples parece ser a causa mais provável para perdas desses compostos bioativos após o tratamento. Além disso, oxigênio dissolvido em alimentos líquidos ou processado pode aumentar a taxa de degradação de compostos bioativos (Rawson et al., 2011).

É importante considerar que na fruta, os carotenóides são parte de um sistema muito mais complexo, e estão em estreita proximidade com os outros componentes, tais como proteínas e lipídeos, frequentemente em estruturas organizadas e ordenadas, tais como membranas e vesículas. No entanto, o tratamento térmico pode facilitar a interação entre os ácidos e carotenóides na polpa (Zepka & Mercadante, 2009).

A aplicação de tratamento térmico a 70°C diminuiu a quantidade de carotenóides totais na polpa de cajá, mas aos 80°C talvez tenha ocorrido a liberação de pigmentos pela quebra da ligação caroteno-proteína e rompimento de matriz alimentar. À temperatura mais elevada em 90°C aconteceu a degradação de alguns pigmentos e consequente redução do teor de carotenóides totais.

Conclusões

O tratamento térmico influenciou os teores de carotenóides da polpa de cajá. O tempo de aplicação do tratamento térmico não se mostrou influente na mudança dos teores de compostos bioativos. O despulpamento ocasionou maior redução dos teores dos compostos bioativos de frutos de murici e cajá evidenciando a necessidade de melhorias nas tecnologias de obtenção da polpa para preservação de tais compostos. A melhor temperatura para tratamento térmico da polpa dos frutos, onde não se comprometem os teores de carotenóides, é a de 80°C. Novos trabalhos podem ser propostos com uso de maiores tempos para possível efetividade na pasteurização.

Referências

ALMEIDA, M.M.B.; SOUZA, P.H.M.; ARRIAGA, A.M.C.; PRADO, G.M.P.; MAGALHÃES, C.E.C.; MAIS, G. A. M. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v.44, p.2155-2159, 2011.

ALVES, R.E.; FILGUIERAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. 1. ed. Jaboticabal: UNESP/SBF, 2000. 66 p.

ARAMWIT, P.; BANG, N.; SRICHANA, T. The properties and stability of anthocyanins in mulberry fruits. **Food Research International**, v.43, p1093-1097, 2010.

ASKAR, A.; TREPTOW, H. **Quality assurance in tropical fruit processing**. New York: Springer-Verlag, 1993. 238 p.

BASTOS, C.T.R.M.; LADEIRA, T.M.S.; ROGEZ, H.; PENA, R.S. Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondias mombin*). **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.2, p.123-131, 2008.

BEYERS, M.; THOMAS, A.C. Irradiation of subtropical fruits. 4. Changes in certain nutrients present in mangoes, papayas, and litchis during canning, freezing, and irradiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.27, p. 48-51, 1979.

BOILEAU, T.W.; BOILEAU, A.M.; ERDMAN, J.W. Bioavailability of all-trans and cis-isomers of lycopene. **Experimental Biology and Medicine**, v.227, n.10, p.914-919, 2002.

BOX, G.E.P.; BEHNKEN, D.W. Some new three level designs for the study of quantitative variables. **Technometrics**, v.2, p.455-475, 1960.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 01 de 07 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p.54-58.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Instrução Normativa nº 24 de 08 de setembro de 2005. Manual operacional de bebidas e vinagre. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 set. 2005. Seção 1, p.11.



- CAMILIOS NETO, D.; BUZATO, J.B.; CELLIGOI, M.A.P.C.; OLIVEIRA, M.R. Otimização da produção de etanol por *Zymomonas mobilis* na fermentação do melão de cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.26, n.1, p.17-22, 2005.
- CARVALHO, A.V. **Otimização dos parâmetros tecnológicos para produção de estruturados de frutas funcionais a partir de polpa de açaí e “mix” de taperebá com mamão**. 1. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 52 p.
- CASTRO, A.G. (Coord.). **A química e a reologia no processamento dos alimentos**. Lisboa: Piaget, 2003. 295 p.
- CORTHOOT, J.; PIETERS, L.A.; CLAEYS, M.; VANDENBERGHE, D.A.; VLIETINCK, A.J. Antiviral caffeoyl esters from *Spondias mombin*. **Phytochemistry**, v.31, n.6, p.1979-1981, 1992.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 899 p.
- ELEZ-MARTINEZ, P.; AGUILÓ-AGUAYO, I.; MARTÍN-BELLOSO, O. Inactivation of orange juice peroxidase by high-intensity pulsed electric fields as influenced by process parameters. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.86, p.71-81, 2006.
- FERREIRA, S.L.C.; BRUNS, R.E.; FERREIRA, H.S.; MATOS, G.D.; DAVID, J.M.; BRANDÃO, G. C.; SILVA, E.G.P.; PORTUGAL, L.A.; REIS, P.S.; SOUZA, A.S.; SANTOS, W.N.L. Box-Behnken design: an alternative for the optimization of analytical methods. **Analytica Chimica Acta**, v.597, n.2, p.179-186, 2007.
- GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Occurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.42, n.6, p.1306-1313, 1994.
- HIGUERA-CIAPARA, L.; VELENZUELA, F.; GOYCOOLEA, F.M. Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.46, p.185-196, 2006.
- HOWARD, L.A.; WONG, A.D.; PERRY, A.K.; KLEIN, B.P. β -carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. **Journal of Food Science**, v.64, n.5, p.929-936, 1999.
- HUBER, L.S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Flavonoids and flavones: the Brazilian sources and factors that influence the composition in food. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p.97-108, 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4 ed. São Paulo: IMESP, 2008. 1020 p.
- JUHÁSZ, M.; KITAHARA, Y.; TAKAHASHI, S.; FUJII, T. Thermal stability of vitamin C: Thermogravimetric analysis and use of total ion monitoring chromatograms. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.59, n.5, p.190-193, 2012.
- LADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S. **Enzimas e a qualidade de vegetais processados**. Campinas: ITAL, 1991. 58p.
- MAIA, A.G.; SOUZA, M.H.P.; SANTOS, M.G.; SILVA, S.D.; FERNANDES, G.A.; PRADO, M.G. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.130-134, 2007.
- MATTIETO, R.A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*)**. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas, 2005. 299 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- MCCARTHY, M.J.; HEIL, J.R.; KRUEGERMANN, C.; DESVIGNES, D. Acid Requirement for pH Modification of Processed Foods. **Journal of Food Science**, v.56, n.4, p.1750-3841, 1991.
- NJOKU, P.C.; AKUMEFULA, M.I. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.6, n.6, p.613-615, 2007.
- RATTANATHANALERK, M.; CHIEWCHAN, N.; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food Engineering**, v.66, p.259-265, 2009.



- RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B.K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N. Effect of thermal and non-thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. **Food Research International**, v.44, n.7, p1875-1887, 2011.
- RIBEIRO, J.C.; ANTUNES, L.M.G.; AISSA, A.F.; DARIN, J.D.C.; DE ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z.; BIANCHI, M.L.P. Evaluation of the genotoxic and antigenotoxic effects after acute and subacute treatments with açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.) on mice using the erythrocytes micronucleus test and the comet assay. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v.695, n.1-2, p.22-28, 2010.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64 p.
- ROGEZ, H., **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: Edufpa, 2000. 295 p.
- SILVA, M.R.; LACERDA, D.B.C.L.; SANTOS, G.G.; MARTINS, D.M.O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.
- SILVA, A.R.A.; MORAIS, S.M.; MARQUES, M.M.M.; LIMA, D.M.; SANTOS, S.C.C.; ALMEIDA, R.R.; VIEIRA, I.G.P.; GUEDES, M.I.F. Antiviral activities of extracts and phenolic components of two *Spondias* species against dengue virus. **The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v.17, n.4, p.406-413, 2011.
- SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 2001. 209 p.
- SOUZA, J.N.S.; SILVA, E.M.; LOIR, A.; REES, J.F.; ROGEZ, H.; LARONDELLE, Y. Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological in vitro assays, **Food Chemistry**, v.106, n.1, p.331-339, 2008.
- SOUZA, V.R.; PEREIRA, P.A.P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S.V.; CARNEIRO, J.D.S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v.134, n.1, p.381-386, 2012.
- TDJIOUA, T.; CHARLES, F.; LOPEZ-LAURI, F.; FILGUEIRAS, H.; COUDRET, A.; FREIRE JR., M. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. **Post-harvest Biology and Technology**, v.52, p.221-226, 2009.
- TIBURSKI, J.H.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; GODOY, R.L.O.; PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, v.44, n.7, p.2326-2331, 2011.
- WANG, Y.; CHUANG, Y.C.; KU, Y.H. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. **Food Chemistry**, v.102, n.4, p.1163-1171, 2007.
- ZEPKA, L.Q.; MERCADANTE A.Z. Degradation compounds of carotenoids formed during heating of a simulated cashew apple juice. **Food Chemistry**, v.117, p.28-34, 2009.