

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE SUCO DE JABUTICABA INTEGRAL EM FUNÇÃO DOS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS

FRANCINE FRICHER BOESSO¹; ELISANGELA MARQUES JERONIMO²; KARINA APARECIDA FURLANETO³; ROGÉRIO LOPES VIEITES⁴

¹ Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, Unesp de Botucatu, Avenida Universitária, n° 3780, Altos do Paraíso, Botucatu-SP, Brasil, 18610-034, franboesso@gmail.com.

² APTA, Polo Regional Centro Oeste, Avenida Rodrigues Alves, 40-40, Bauru-SP, 17030-000, elisangela.torres@sp.gov.br.

³ Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, Unesp de Botucatu, Avenida Universitária, n° 3780, Altos do Paraíso, Botucatu-SP, Brasil, 18610-034, karinafurlaneto1@hotmail.com.

⁴ Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, Unesp de Botucatu, Avenida Universitária, n° 3780, Altos do Paraíso, Botucatu-SP, Brasil, 18610-034, vieites@fca.unesp.br.

RESUMO: A jabuticaba é um fruto tropical muito apreciado sensorialmente e com significativo valor nutricional. Os elevados teores de compostos fenólicos, presentes principalmente na casca, apresentam benefícios à saúde, despertando o interesse do consumidor pelo consumo da fruta, bem como de seus derivados. Diante disso, objetivou-se estudar métodos de extração do suco de jabuticaba integral, para utilizá-lo posteriormente como matéria-prima no desenvolvimento de formulações de geleia, priorizando a valorização em relação aos teores de compostos fenólicos. O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado (DIC), esquema fatorial 2 x 5, com cinco repetições. Foram avaliadas duas formas de utilização das frutas (jabuticaba inteira x jabuticaba esmagada) e cinco tempos de fervura das mesmas (5, 10, 15, 20 e 25 minutos de fervura). As amostras de suco de jabuticaba integral obtidos foram analisadas em relação às variáveis físico-químicas (rendimento, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, açúcares redutores e açúcares redutores totais e cor instrumental) e bioquímicas (compostos fenólicos totais). Os resultados foram avaliados por análise de variância, cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% e regressão polinomial. Verificou-se que o melhor método de extração do suco de jabuticaba foi o tratamento que utilizou jabuticabas inteiras e quinze minutos de fervura.

Palavras-chaves: *Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg; compostos bioativos; rendimento.

EVALUATION OF JABUTICABA INTEGRAL JUICE EXTRACTION METHODS ACCORDING TO PHENOLIC COMPOUND CONTENTS

ABSTRACT: Jabuticaba is a tropical fruit very appreciated sensorially and with high nutritional value. The great amount of phenolic compounds, present mainly in the bark, have a beneficial effect on health, thus arousing the consumer's interest in fruit consumption, as well as its derivatives. Therefore, the objective was to study methods of extraction of whole jabuticaba juice, to use it later as raw material in the development of jelly formulations, prioritizing the valuation in relation to phenolic compounds contents. The experimental design applied was completely randomized (IHD), in a 2 x 5 factorial scheme, with five replications. Two forms of use of fruits (whole jabuticaba x crushed jabuticaba) and five boiling times (5, 10, 15, 20 and 25 minutes of boiling) were evaluated. The samples of whole jabuticaba juice obtained were analyzed in relation to physicochemical variables (yield, soluble solids, titratable acidity, pH, reducing sugars and total reducing sugars and instrumental color) and biochemical variables (total phenolic compounds). The samples of whole jabuticaba juice obtained were analyzed in relation to physicochemical variables (yield, soluble solids, titratable acidity, pH, reducing sugars and total reducing sugars and instrumental color) and biochemical variables (total phenolic compounds). The results were evaluated by analysis of variance, whose means were compared by tukey test at 5% and polynomial regression. It was found

that the best method of extraction of jaboticaba juice was the treatment that used whole jaboticabas and fifteen minutes of boiling.

Keywords: *Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg; bioactive compounds; yield.

1 INTRODUÇÃO

A jaboticabeira (*Myrciaria* sp.) é uma planta nativa brasileira, pertencente à família Myrtaceae. A espécie *Myrciaria jaboticaba* (Vell), conhecida como Sabará é a mais doce e intensamente plantada. Os frutos são pequenos (1,6 até 3,0 cm de diâmetro) e carnosos, de formato arredondado, casca fina, lisa e coloração característica que varia do avermelhado ao quase preto, pois apresenta altos teores de antocianinas, acima da uva e da amora, por exemplo (TERCI, 2004; LIMA et al., 2008). A polpa apresenta um aspecto mucilaginoso, de cor branca e transluzente, com sabor levemente ácido que pode envolver de uma a quatro sementes (GOMES, 1972; WILBANK, CHALFUN & ANDERSEN, 1983; LIMA et al., 2008).

Os frutos da jaboticabeira são não climatéricos, ou seja, não amadurecem após a colheita, portanto, devem ser colhidas maduras (DAIUTO et al., 2009). A alteração de coloração na casca do fruto, do verde para o vermelho escuro, quase preto, é um indicativo do ponto de maturação (PALUDO; KRUGER, 2011).

A produção de jaboticaba é sazonal e o período de safra é curto, os frutos maduros duram poucos dias enquanto ligados à planta. Como ocorre uma acelerada modificação da aparência e do sabor da jaboticaba em apenas dois dias após a colheita do fruto, proveniente da intensa perda de água, deterioração e fermentação da polpa, o período de disponibilidade para consumo ou até mesmo comercialização da fruta, é restrito (BARROS, FINGER, MAGALHÃES, 1996). Assim, o aproveitamento da fruta para a fabricação de produtos derivados da jaboticaba é de grande interesse, pois viabiliza o aproveitamento do fruto agregando sabor e valor nutricional ao mesmo (LIMA et al., 2008).

A jaboticaba é muito apreciada pelos consumidores, tanto na sua forma *in natura*, como os produtos derivados da mesma, tais

como, geleias, bebidas fermentadas, vinagres e licores (MAGALHÃES, BARROS & FINGER, 1996). As indústrias farmacêutica e alimentícia também podem apresentar interesse, devido ao alto teor de compostos antioxidantes contidos na fruta (CITADIN, DANNER & SASSO, 2010). A fruta é considerada de elevado valor nutricional, pois apresenta grande quantidade de água, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e minerais (PALUDO; KRUGER, 2011; BRASIL, 2011).

Os frutos da jaboticabeira são fonte de compostos fenólicos. A ingestão regular de alimentos ricos neste composto pode contribuir para a prevenção de doenças, pois possuem propriedades antioxidantes, sendo capazes de neutralizar radicais livres no organismo (SOARES, 2002).

Os compostos fenólicos fazem parte da classe de metabolitos bioativos das plantas em geral, que compreendem uma variedade de compostos químicos com estruturas variadas, tais como: ácidos fenólicos, carotenóides, flavonóides, esteróis, ácidos graxos ômega 3, alil, dialil sulfidos, indóis, entre outros (PENNINGTON, 2002). No caso da casca da jaboticaba, Lima et al. (2008) verificaram que os teores de polifenóis são cerca de vinte e cinco vezes mais elevados do que na polpa. Segundo estes autores, a polpa da jaboticaba da espécie Sabará apresenta 0,49 e 11,99 g.100g⁻¹ de polifenóis na polpa e na casca, respectivamente, o que justifica a importância da busca por alternativas de uso da jaboticaba de modo integral, a fim de beneficiar-se de suas propriedades nutricionais e funcionais.

Diante disso, objetivou-se estudar métodos de extração do suco integral da jaboticaba e avaliar a composição em relação aos teores de compostos fenólicos para ser utilizado no processamento de geleias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a extração do suco, foram utilizados frutos de jabuticaba ‘Sabará’ colhidos maduros. Em seguida, os mesmos foram lavados em água corrente, selecionados, secos ao ar, acondicionados em sacos plásticos de polietileno e congelados em freezer doméstico à temperatura média de -15 °C, para posterior utilização.

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5 com 5 repetições. Foram avaliadas duas formas de utilização das frutas (jabuticaba inteira x jabuticaba esmagada) e cinco tempos de fervura das mesmas (5, 10, 15, 20 e 25 minutos de fervura), com cinco repetições, totalizando 10 tratamentos e 50 parcelas experimentais.

A operação de extração à quente do suco de jabuticaba foi realizada por aquecimento direto em fogão industrial, a gás, em caldeirão de aço inox aberto, à pressão atmosférica, sem adição de água. Para cada parcela foram utilizados dois quilos de jabuticabas, primeiramente com as frutas inteiras e posteriormente, utilizando-se as frutas esmagadas manualmente antes de serem levadas ao fogo. Nos dois casos, após o início da fervura, realizou-se a contagem do tempo, de forma cronometrada, por cinco tempos diferentes (5, 10, 15, 20 e 25 minutos). Após a conclusão de cada tempo de fervura, o conteúdo presente no caldeirão foi filtrado em tecido sintético de poliéster (voil) de malha fina, para a separação do líquido obtido, em relação ao bagaço. O volume do líquido obtido no processamento, resultante da filtração (suco concentrado de jabuticaba) foi mensurado, acondicionado em garrafas plásticas e congeladas em freezer doméstico à - 15°C para análises posteriores.

A caracterização físico-química e bioquímica da polpa da jabuticaba, bem como do suco de jabuticaba integral extraído a partir dos tratamentos propostos foi realizada por meio das variáveis: sólidos solúveis, acidez titulável, pH, açúcares redutores e açúcares

redutores totais, cor instrumental, teores de compostos fenólicos totais e rendimento. O *ratio* foi calculado apenas para a fruta *in natura*.

Os teores de sólidos solúveis foram determinados por leitura refratométrica direta expressa em graus Brix, utilizando refratômetro digital de bancada, marca Reichert, modelo AR200. A leitura do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada utilizando-se potenciômetro digital, conforme BRASIL (2005). A acidez titulável foi determinada por titulometria, utilizando solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N. Foram adicionados 10 mL de amostra em 100 mL de água destilada em um béquer de 200 mL. Esta solução foi mantida sob agitação, enquanto procedeu-se a titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N até a faixa de pH entre 8,2 a 8,4 (BRASIL, 2005). Os resultados obtidos foram convertidos para gramas de ácido cítrico 100 g-1 de amostra. O *ratio* foi calculado pela razão entre os sólidos solúveis, expressos em graus Brix e acidez titulável. Os teores de açúcares redutores e açúcares totais foram determinados pelo método de Lane – Enyon, utilizando solução de Fehling, seguindo-se metodologia adaptada de COPERSUCAR (2001). Os resultados foram expressos em porcentagem. Os teores dos compostos fenólicos totais foram determinados pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (GEOCZE, 2007).

A avaliação da cor instrumental das amostras de suco de jabuticaba foi realizada utilizando-se o aparelho colorímetro, da marca Konica Minolta (Chroma meter, CR 400/410) com determinação dos valores (L*, a* e b*), onde L*, expresso em porcentagem, indica valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco), a* indica a variação de cor do verde (- a*) até o vermelho (+ a*) e o b* indica a variação de cor do azul (- b*) até o amarelo (+ b*) (MINOLTA, 1998).

O rendimento foi calculado pela Equação (1) descrita a seguir:

$$\text{Rendimento do processo de extração} = \frac{\text{massa (kg) do extrato obtido}}{\text{massa (Kg) de jabuticaba utilizada}} \times 100 \quad (1)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a média dos teores de compostos fenólicos totais na polpa da jabuticaba *in natura* foi de 661,2 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ (Tabela 1), valor esse cerca de 25% acima dos determinados por Lima et al. (2008), de 490 mg 100 g⁻¹ de compostos fenólicos totais em polpa de jabuticabas

‘Sabará’. As demais variáveis analisadas indicam que as frutas processadas estavam maduras, ricas em sólidos solúveis e com equilibrado valor de acidez e pH (Tabela 1), assim como resultados obtidos por outros autores (OLIVEIRA et al., 2003; LIMA et al., 2008), que encontraram teores de sólidos solúveis de 14,13 °Brix na polpa de jabuticabas ‘Sabará’.

Tabela 1. Caracterização físico-química e bioquímica da polpa de jabuticabas ‘Sabará’ *in natura*.

Variável	Polpa de jabuticaba Média ± DP*
Sólidos solúveis (°Brix)	14,6 ± 0,1
pH	3,5 ± 0,1
Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 mL ⁻¹)	1,06 ± 0,01
Ratio	13,86 ± 0,17
Açúcares redutores (%)	8,84 ± 0,03
Açúcares redutores totais (%)	13,99 ± 0,09
Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100 g ⁻¹)	661,2 ± 10,2

*DP: desvio padrão da média.

O tipo de extração (fruta inteira x fruta esmagada), o tempo de fervura e a interação desses dois fatores interferiram

significativamente nas variáveis sólidos solúveis, acidez titulável e pH (Tabela 2).

Tabela 2. Significância estatística obtida pelo teste F para as análises físico-químicas realizadas no suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

	Tipo de extração (inteira x esmagada)	Tempo de fervura	Interação (extração x tempo de fervura)
Sólidos Solúveis (°Brix)	**	**	**
pH	**	**	**
Acidez Titulável (g de ácido cítrico 100 mL ⁻¹)	**	**	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Os teores de sólidos solúveis obtidos para os sucos extraídos com a fruta inteira foram mais elevados em relação aos teores dos sucos obtidos com a fruta esmagada. A média dos valores de sólidos solúveis variou de 17,24 a 26,76 °Brix (Tabela 3). Quanto menor o tempo de fervura, menor o teor de sólidos

solúveis obtidos no suco concentrado. Esses teores aumentaram concomitantemente ao aumento do tempo de fervura. Os teores de sólidos solúveis do suco extraído com as frutas inteiras, em relação às frutas previamente esmagadas, diferiram significativa do ponto de vista estatístico ao nível de 5% (Tabela 3).

Tabela 3. Média da variável sólidos solúveis do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e variação do tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

Tempo de fervura	Sólidos Solúveis (°Brix)		
	Inteira	Esmagada	Média
5 minutos	17,92 aC	17,24 aC	17,58
10 minutos	19,32 aC	20,16 aB	19,74
15 minutos	22,12 aB	19,60 bB	20,86
20 minutos	25,80 aA	22,76 bA	24,28
25 minutos	26,76 aA	24,24 bA	25,50
Média	22,38	20,80	C.V. (%) 3,97

Médias de cinco repetições seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.: coeficiente de variação.

Os teores de acidez titulável dos sucos extraídos variaram de 1,35 a 2,98 g de ácido cítrico 100 mL⁻¹ nos tratamentos avaliados e diferiram entre si ao nível de 5% de significância (Tabela 4). Os teores de acidez

titulável foram maiores para os tratamentos que utilizaram jabuticaba esmagada, assim como também aumentaram juntamente com a elevação do tempo de fervura.

Tabela 4. Média da variável acidez titulável do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e variação do tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

Tempo de fervura	Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 mL ⁻¹)		
	Inteira	Esmagada	Média
5 minutos	1,35 bD	1,53 aE	1,44
10 minutos	1,42 bD	1,96 aD	1,69
15 minutos	1,71 bC	2,55 aC	2,13
20 minutos	1,99 bB	2,72 aB	2,36
25 minutos	2,15 bA	2,98 aA	2,57
Média	1,73	2,35	C.V. (%) 5,72

Médias de cinco repetições seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.: coeficiente de variação.

Boesso et al. (2015) encontraram valores de pH em suco de jabuticaba variando entre 3,70 a 3,80, isto é, acima dos valores de

pH determinados para os sucos de jabuticaba integral utilizando a fruta esmagada, que variaram de 3,31 a 3,53 (Tabela 5).

Tabela 5. Média da variável pH do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e variação do tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

Tempo de fervura	pH		
	Inteira	Esmagada	Média
5 minutos	3,43 ± 0,03 bA	3,53 ± 0,06 aA	3,48 ± 0,07
10 minutos	3,46 ± 0,02 aA	3,43 ± 0,08 aB	3,45 ± 0,06
15 minutos	3,47 ± 0,02 aA	3,38 ± 0,04 bBC	3,42 ± 0,05
20 minutos	3,44 ± 0,01 aA	3,32 ± 0,03 bC	3,38 ± 0,06
25 minutos	3,48 ± 0,06 aA	3,31 ± 0,02 bC	3,39 ± 0,1
Média	3,46 ± 0,03	3,40 ± 0,1	C.V. (%) 1,22

Médias de cinco repetições seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.: coeficiente de variação.

Os valores de Luminosidade dos extratos de jabuticaba variaram de 18,17 a 19,60 (Tabela 6), quantitativamente menores do que o encontrado por Nunes et al. (2014), no qual o valor médio de luminosidade foi de 21,57 em polpa de jabuticaba congelada, indicando assim que as amostras de suco de

jabuticaba integral apresentam uma coloração mais escura que a polpa de jabuticaba congelada. Os sucos extraídos de jabuticabas inteiras apresentaram uma coloração mais escura que os sucos extraídos de jabuticaba esmagadas.

Tabela 6. Média¹ dos resultados dos componentes da cor do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

Luminosidade			
Tempo de fervura	Inteira	Esmagada	Média
5 minutos	19,60 aA	19,10 bB	19,35
10 minutos	19,02 aB	18,44 bC	18,73
15 minutos	18,66 bB	19,35 aAB	19,00
20 minutos	18,27 bC	19,34 aAB	18,80
25 minutos	18,17 bC	19,58 aA	18,88
Média	18,74	19,16	C.V. (%) 1,22

Médias de cinco repetições seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.: coeficiente de variação.

Os valores de Chroma expressam a intensidade da cor, ou seja, a saturação em relação aos pigmentos (MENDONÇA et al., 2003). Os valores de Chroma variaram de 4,07 a 7,63, sendo que os sucos extraídos de jabuticabas esmagadas apresentaram um valor

médio maior que dos sucos extraídos de jabuticabas inteiras (Tabela 7). Portanto, o suco de jabuticabas esmagadas apresentou uma intensidade da cor mais expressiva que o suco de jabuticabas inteiras.

Tabela 7. Média¹ dos resultados dos componentes da cor do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

Chroma			
5 minutos	6,94 aA	5,60 bB	6,27
10 minutos	5,97 aAB	4,57 bB	5,23
15 minutos	5,02 bBC	7,41 aA	6,21
20 minutos	4,17 bC	7,19 aA	5,68
25 minutos	4,07 bC	7,63 aA	5,85

Médias de cinco repetições seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.: coeficiente de variação.

Por meio da avaliação da medida do ângulo da cor dos sucos, expresso como *Hue*, verificou-se que as cores dos sucos variam em

uma faixa quantitativa entre 28,19 e 57,90°, ou seja, apresentam uma coloração avermelhada (Tabela 8).

Tabela 8. Média¹ dos resultados dos componentes da cor do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

•HUE			
5 minutos	39,54 aC	43,00 aB	41,27
10 minutos	42,44 bC	50,66 aA	46,55
15 minutos	48,00 aB	36,79 bC	42,40
20 minutos	57,27 aA	30,36 bD	43,82
25 minutos	57,90 aA	28,19 bD	43,04
Média	49,03	37,80	C.V. (%) 6,47

Médias de cinco repetições seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; C.V.: coeficiente de variação.

Os teores de composto fenólicos totais apresentaram interferência de todas as variáveis analisadas em função dos tratamentos avaliados com as jabuticabas inteiras ou esmagadas, tempo de fervura e a interação desses dois fatores (Tabela 9).

Tabela 9. Significância estatística obtida pelo teste F para as análises de compostos fenólicos totais presentes no suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

	Tipo de extração (inteira x esmagada)	Tempo de fervura	Interação (extração x tempo de fervura)
Compostos Fenólicos (mg de ác. gálico 100 g ⁻¹)	**	**	ns

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); ns = não significativo ($p \geq 0.05$).

Os valores médios dos teores de compostos fenólicos totais presentes nos extratos de jabuticaba variaram de 791,63 a 1649,06 mg de ácido gálico 100 g⁻¹ (Figura 1). São considerados elevados em comparação aos obtidos por Rezende et al. (2012), em estudo realizado para quantificar os teores de compostos fenólicos e a atividade antioxidante em diferentes partes da jabuticaba, no qual a maior concentração de compostos fenólicos foi encontrada na casca da jabuticaba (939,17 mg de ácido gálico 100 g⁻¹), enquanto que o suco de jabuticaba apresentou a menor concentração (270,66 mg de ácido gálico 100 g⁻¹).

A concentração dos teores de compostos fenólicos dos sucos de jabuticaba foi potencializada em função do aumento do tempo de fervura (Figura 1). Lima et al. (2008) encontrou valores de compostos fenólicos para o fruto inteiro de jabuticaba iguais a 851 mg 100 g⁻¹, valor próximo ao teor de compostos fenólicos, obtidos no presente estudo para o suco extraído de jabuticabas esmagadas com 5 minutos de fervura, demonstrando assim que o

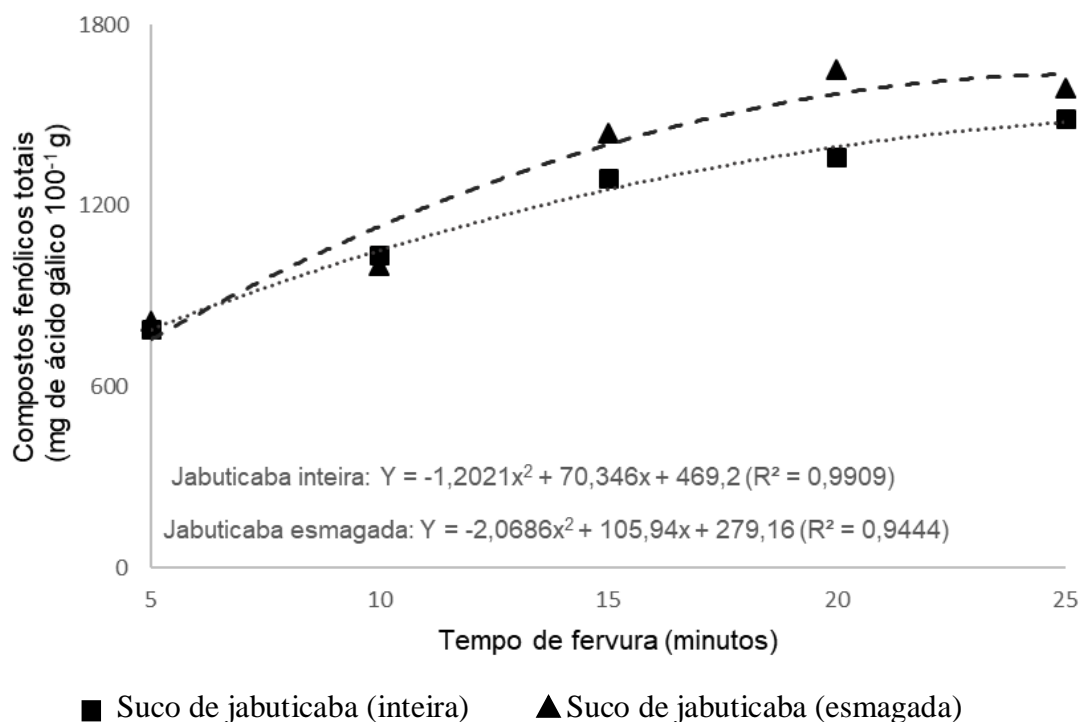
tempo de 5 minutos de fervura é o menos eficiente na extração de compostos bioativos.

Diante dos resultados apresentados, verificou-se que os tratamentos para a extração do suco integral de jabuticabas inteiras e esmagadas, respectivamente, com 5 minutos de fervura, demonstraram ser muito incipientes sendo, portanto, um método de extração insatisfatório. Os tratamentos envolvendo os tempos de fervura das jabuticabas inteiras, bem como a esmagada por 20 e 25 minutos não foram viáveis do ponto de vista tecnológico, bem como em relação à composição físico-química, para a obtenção do suco de jabuticaba integral e conseqüentemente, processamento das diferentes formulações de geleias.

Assim, os resultados obtidos foram avaliados considerando-se os tratamentos viáveis em relação às etapas operacionais *versus* composição do suco, sendo: T2 (jabuticaba inteira x tempo 10 minutos de fervura); T3 (jabuticaba inteira x tempo de 15 minutos de fervura); T7 (jabuticaba esmagada

x 10 minutos de fervura) e T8 (jabuticaba esmagada x 15 minutos de fervura).

Figura 1. Compostos fenólicos totais nos sucos de jabuticaba obtidos em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).



Em relação ao rendimento, os métodos de extração de suco de jabuticaba apresentaram significância estatística quanto aos fatores tipo de extração do suco (inteira ou

esmagada) e tempo de fervura. No entanto, a interação desses dois fatores não foi significativa do ponto de vista estatístico (Tabela 10).

Tabela 10. Resultado da análise de variância referente ao rendimento do suco de jabuticaba integral, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).

	Fator 1 inteira x esmagada	Fator 2 tempo de fervura	Interação fator 1 x fator 2
Rendimento	**	**	ns

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); ns = não significativo ($p \geq 0,05$).

O método de extração a partir das jabuticabas inteiras obteve rendimento médio de 33,51%. A extração com as jabuticabas esmagadas apresentou rendimento médio de 23,65%, isto é, 9,86% a menos em relação aos frutos inteiros.

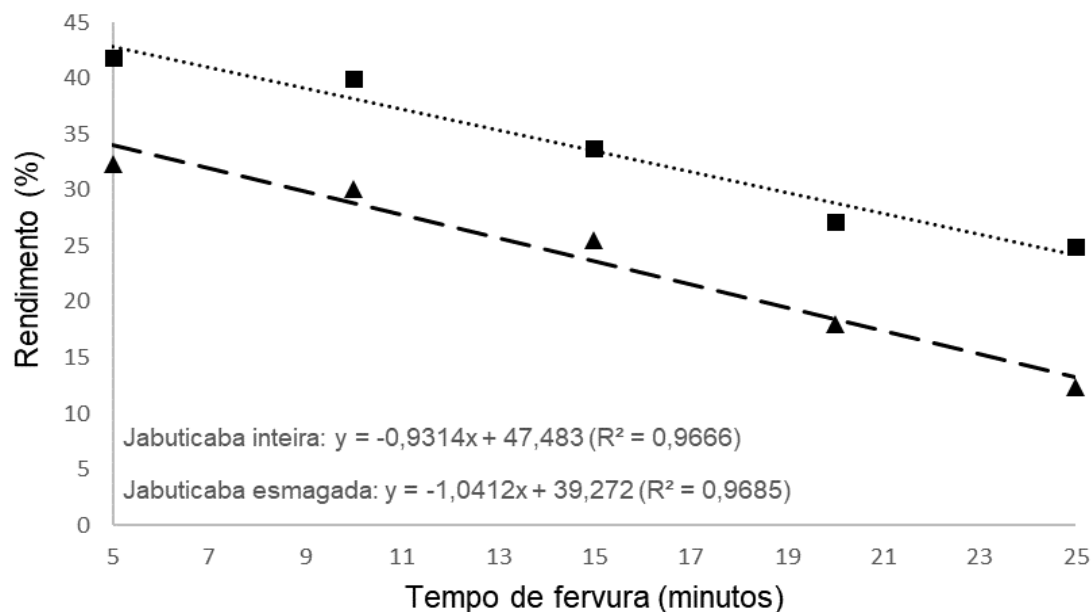
A Figura 2 apresenta os valores de rendimento dos dois processos de extração em função dos cinco tempos de fervura. Tanto para o método de extração utilizando jabuticaba inteira quanto o método de extração utilizando jabuticaba esmagada, os valores de rendimento apresentaram um comportamento

linear com tendência decrescente em relação ao aumento do tempo de fervura. O tempo de fervura foi um fator determinante na definição do método de extração a ser adotado para a obtenção do suco de jabuticaba integral, tanto em função do rendimento em suco (Figura 2), bem como da composição do mesmo.

Verificou-se que o tratamento referente aos tempos de 20 e 25 minutos de fervura em fogo direto não foram viáveis para a extração do suco de jabuticaba, tanto para os frutos inteiros como para os frutos esmagados, pois provocaram danos aos frutos, os mesmos

queimavam e se tornavam inadequados para a obtenção do suco de jabuticaba nestas condições operacionais.

Figura 2. Rendimento de sucos de jabuticaba, obtido em função da fruta inteira ou esmagada e tempo de fervura (5, 10, 15, 20 e 25 minutos).



■ Suco de jabuticaba (inteira)

▲ Suco de jabuticaba (esmagada)

Em termos de viabilidade tecnológica, a extração do suco integral de jabuticaba com os frutos inteiros foi o que apresentou etapas operacionais possíveis de serem implantadas numa agroindústria, tendo em vista deixar de realizar uma etapa operacional no processo

tecnológico, que é o esmagamento dos frutos, podendo gerar economia de processo como um todo. Portanto o tratamento T3 pode ser considerado como o melhor método de extração do suco de jabuticaba.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que o método de extração utilizando jabuticabas inteiras e tempo de fervura de 15 minutos foi o mais indicado para a obtenção do suco de jabuticaba.

5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

6 REFERÊNCIAS

BARROS, R. S.; FINGER, F. L.; MAGALHAES, M. M. Changes in nonstructural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jabuticaba*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, n.1-2, p. 209-215, 1996.

BOESSO, F. F.; BRUNELLI, L. T.; IMAIAZUMI, V. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização Físico-Química, Energética e sensorial de refresco adoçado de jabuticaba. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 4, p. 429-436, out./dez. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. Campinas: Ministério da Saúde, 2011.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 343-656, jun. 2010.

COPERSUCAR. **Amostragens e análise de cana-de-açúcar**. São Paulo: Centro de Tecnologia Copersucar, 2001.

DAIUTO, E.R., VIEITES, R.L., MORAES, M.R., EVANGELISTA, R.M. Conservação pós colheita de frutos de jaboticaba por irradiação. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Hermosillo, v. 10, n. 1, p. 36-44, 2009.

GEOCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba Vell berg*) no teor de compostos fenólicos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GOMES, R. P. A jaboticabeira. In: GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1972. p. 263-267.

MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor**: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Seoul: Konica Minolta, 1998.

LIMA, A. J. B., CORRÊA, A. D., ALVES, A. P. de C., ABREU, C. M. P., DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latino Americanos de Nutricion**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

MAGALHÃES, M. M; BARROS, R. S; FINGER, F. L. Changes in structural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, n.1-2, p. 17-22, 1996.

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A.P.; MELHEM, T.X.; KLUGE, R.A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 179-183, jul./dez. 2003.

NUNES, J. S., CASTRO, D. S., SOUSA, F. C., SILVA, L. M. M., GOUVEIA, J. P. G. Obtenção e caracterização físico-química de polpa de jaboticaba (*Myrciaria Cauliflora* Berg) congelada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 9, n. 1, p. 234-237, abr./jun. 2014.

OLIVEIRA, A. L. de; BRUNINI, M. A.; SALANDINI, C. A. R., BAZZO, F. R. Caracterização tecnológica de jaboticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 397-400, 2003.

PALUDO, M. C.; KRUGER, R. L. Ação da enzima pectinase na extração do suco de jaboticaba. **Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar**, Umuarama, v. 15, n. 3, p. 279-286, set./dez. 2011.

PENNINGTON, J. A. T. Food composition databases for bioactive food components. **Journal of food composition and analysis – Study review**, San Diego, v. 15, n.4, p. 419-434, 2002.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, jan./abr. 2002.

TERCI, D. B. L. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/250181>. Acesso em: 4 ago. 2018.

WILBANK, M. V.; CHALFUN, N. N. J.; ANDERSEN, O. O. The jaboticaba in Brazil. **Proceedings of the Americans Society for Horticatural Science**, Alexandria, v. 27 A, n. 1, p. 57-69, 1983.