

AÇÃO DA ENZIMA PECTINASE NA EXTRAÇÃO DO SUCO DE JABUTICABA

Michelly Cristiane Paludo¹
Roberta Letícia Krüger²

PALUDO, M. C.; KRÜGER, R. L. Ação da enzima pectinase na extração do suco de jabuticaba. *Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR*, Umuarama, v. 15, n. 3, p. 279-286, set./dez. 2011.

RESUMO: A enzima pectinase destaca-se pelo potencial de extração de sólidos solúveis presentes nas cascas de frutas. No caso da casca de jabuticaba, este fator é muito interessante, pois esta é rica em nutrientes e compostos que contribuem para o aumento da doçura e da cor. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo para avaliação da influência da adição da enzima pectinase na extração do suco de jabuticaba (*Myrcia jabuticaba cauliflora* Berg). Os efeitos foram observados por meio de análises físico-químicas (acidez, açúcares redutores e não redutores, anidrido sulfuroso livre e total, sólidos solúveis totais, concentração de polifenóis e antocianinas, pH e cinzas) e sensorial (teste de escala hedônica e escala de atributos) dos sucos elaborados com (T2) e sem a adição da enzima (T1). Os resultados mostraram diferença significativa entre as amostras, principalmente em relação à concentração de antocianinas e cinzas, ambos maiores em T2. Além disso, T2 apresentou maior rendimento ($\pm 5\%$), coloração mais intensa e um suco mais límpido. Os resultados da análise sensorial mostraram diferença significativa no teste de escala hedônica e no atributo sabor, onde ambos apresentaram as médias de 5 em T1 e 6 em T2, o que corresponde respectivamente a “não gostei, nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. Assim, comprovou-se que com a adição da enzima pectinase, melhorou o aspecto visual e sensorial, além da maior extração de composto de grande interesse para a saúde como as antocianinas e os minerais.

PALAVRAS-CHAVE: Jabuticaba. Enzima pectinase. Extração de suco.

PECTINASE ENZYME ACTION IN JABUTICABA'S JUICE EXTRACTION

ABSTRACT: Pectinase enzyme stands out because of its soluble solid extraction potential found in fruit peels. In the case of jabuticaba peel, this factor is really interesting, because it is rich in nutrients and compounds that contribute to increase sweetness and color. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of pectinase enzyme in jabuticaba juice extraction (*Myrcia jabuticaba cauliflora* Berg). The effects were observed through physical and chemical analysis (acidity, reducing and non-reducing sugars, free and total sulfurous anhydride, total soluble solids, concentration of polyphenols and anthocyanins, pH and ashes) and sensory (hedonic scale test and range of attributes) from juices prepared with (T2) and with no enzyme addition (T1). The results have shown a meaningful difference among the samples, mainly in regarding anthocyanin concentration, and ashes, both higher in T2. Besides this, T2 had a bigger yield ($\pm 5\%$), more intense coloring and clearer juice. The sensory analysis results showed meaningful difference in the hedonic scale test and in the flavor attribute where both presented the average of 5 in T1 and 6 in T2, respectively corresponding to “I didn't like it nor dislike it.” and “I slightly liked it.”. Therefore, it was proven that with the addition of pectinase enzyme, the visual and sensory aspect improved, besides the bigger compound extraction which can be of interest for health as well as for anthocyanins and minerals.

KEYWORDS: Jabuticaba. Pectinase enzyme. Juice extraction.

Introdução

A jabuticaba tem origem subtropical (Mata Atlântica) e vegeta em diversos tipos de solos, porém prefere os solos profundos, bem drenados e ricos em matéria orgânica. A jabuticabeira também tem extraordinária capacidade de adaptação a diversos climas, mas seu crescimento é lento e o plantio deve ser feito na época das chuvas, por sementes e enxertia (SILVA³ *apud* CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005).

As jabuticabeiras (*Myrciaria spp.*) são conhecidas há quase cinco séculos. São encontradas desde o Pará até o Rio Grande do Sul. Portanto, é uma planta de clima tropical e subtropical úmido não suportando estiagens prolongadas e geadas fortes (MENDONÇA, 2000).

Há várias espécies de jabuticabeiras, por exemplo, na região Sudoeste do Paraná destaca-se

a espécie *Myrciaria cauliflora* (DC.) Berg, popularmente conhecida como jabuticaba paulista, jabuticaba-açu ou jabuticaba-ponhema. Seu nome científico é *Myrcia jabutic abacauliflora* Berg e pertencente a família *Mirtaceae*, a mesma do camu-camu, jambo e goiaba. As jabuticabas são ricas em micronutrientes, como sais minerais, vitaminas e taninos, além de fibras. Essa espécie é arbórea, de porte médio e apresenta tendência ao engalhamento a menos de um metro do solo. As flores desenvolvem-se nos ramos (cauliflora), são brancas, pequenas, apresentam ovário bicarpelar, ínfero e glabro, o estigma é peltado. As folhas apresentam a nervura central levemente impressa na epiderme adaxial e saliente na epiderme abaxial. O botão floral é glabro, o fruto é uma baga globosa, cujo epicarpo varia de roxo-escuro a preto, possui polpa macia, esbranquiçada e succulenta, de sabor sub-ácido (PEREIRA⁴ *apud* CITADIN et al., 2005).

¹Acadêmica do curso de Nutrição da Universidade Paranaense, Campus Toledo.

²Docente do Curso de Nutrição da Universidade Paranaense, Campus Toledo, Departamento de Ciências Biológicas, Médicas e da Saúde, betakruger@unipar.br

³SILVA, S. P. Frutas no Brasil. São Paulo: Nobel, 2001, p. 144-7.

⁴PEREIRA, M. Propagação via estacas apicais, caracterização morfológica e molecular de jabuticabeiras, (*myrciaria spp.*). Piracicaba, 2003. 83f.

A frutificação leva de 30 a 50 anos, dando uma produção de 80 caixas de 40 litros por planta anualmente. Vale destacar que a jabuticaba apresenta um período curto de maturação, identificado pela mudança de coloração do verde para o preto, o que diminui os riscos de colheita de frutos desuniformes.

Segundo Barros; Finger; Magalhaes (1996), de maneira geral, o período de comercialização pós-colheita da jabuticaba é curto. Estudos indicam que, em apenas dois dias após a colheita, há uma rápida alteração da aparência e do sabor decorrente da intensa perda de água, deterioração e fermentação da polpa. Pelo fato da jabuticaba ser uma fruta extremamente saborosa, porém com curta vida útil no pós-colheita, o suco é uma ótima alternativa para aproveitar esta fruta. Chiarelli; Nogueira; Venturini Filho (2005) revelam que quando for feita alguma preparação com a jabuticaba deve se ter cuidado para não esmagar ou quebrar as sementes, pois estas podem provocar sabor e odor indesejáveis nas preparações.

Para Ascheri; Ascheri; Carvalho (2006) o fruto de jabuticaba é uma baga, subgloboso, negro, quando maduro, liso, com 1,6 a 2,2 cm de diâmetro, contendo de uma a quatro sementes. A casca é fina e muito frágil, a polpa é doce com leve acidez, de ótimo sabor e de cor branca a translúcida.

Contudo, acredita-se que frutos com maior teor de sólidos solúveis (°Brix) e menor peso médio de casca como no caso da jabuticaba tenham uma vida mais curta de prateleira quando comercializados, ou seja, a casca mais fina e a maior concentração de solutos causam maior propensão ao rompimento e contaminações. De acordo com Barros; Finger; Magalhães (1996), o excesso de açúcares no fruto pode estar associado a uma rápida deterioração e fermentação, o que reduz a vida útil. Contudo, frutas mais doces têm melhor aceitação no consumo *in natura* e quando industrializadas apresentam maior rendimento. Com isso, fica claro que é ótimo consumir a jabuticaba ao natural, na forma de geleias, sorvetes, sucos entre outros. Sendo o principal componente da polpa de jabuticaba a água com 86,72% da massa total, em média. Os sólidos totais perfazem 13,28%, sendo que destes, 1,91% correspondem aos sólidos insolúveis e 11,37% correspondem aos sólidos solúveis (CHIARELLI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005).

A casca da jabuticaba é rica em nutrientes como carboidratos, fibras, carotenoides, flavonoides, minerais e alguns monossacarídeos como a xilose, utilizados como adoçante para diabéticos. A casca da jabuticaba também pode ser aproveitada na mistura

para produção de ração animal ou como adubação orgânica para as árvores frutíferas (CITADIN et al., 2005). Mas, na medicina popular o chá das cascas da jabuticaba é sem sombra de dúvida, excelente para combater diarreias e disenterias, devido aos taninos em sua composição. E a película que separa a polpa da casca é muito aproveitada na medicina alternativa para o tratamento de asma e bronquite (FRANCO, 2004).

Quando se utiliza a jabuticaba para fazer suco, o bagaço gerado Nesta preparação pode ser aproveitado para a produção de cachaça em processo idêntico ao da garapa da cana-de-açúcar. E por ter alto teor em fibras, o bagaço de jabuticaba pode ser reaproveitado em ingredientes que possam substituir parte das calorias de alimentos ricos em carboidratos, além de influenciar em vários aspectos da digestão, absorção e metabolismo (ASCHERI; ASCHERI; CARVALHO, 2006).

Concordando com Ascheri; Ascheri; Carvalho (2006), uma das alternativas da utilização do bagaço de jabuticaba pode ser na elaboração de farinhas pré-gelatinizadas obtidas por extrusão, destinadas ao preparo de pudins, purê pré-pronto, bolo, bolacha, macarrão, até mesmo bebidas isotônicas, etc.

As características físicas e químicas dos frutos de jabuticaba podem variar em função do cultivar, condições climáticas, locais de cultivo, manejo e tratamentos fitossanitários (CHITARRA; CHITARRA⁵ *apud* CITADIN et al., 2005). Na literatura encontram-se diversos estudos sobre a composição dos frutos de jabuticaba, nos quais se pode observar quantidades apreciáveis de vitamina C e sais minerais, como por exemplo, no estudo de Oliveira et al. (2003) que pesquisaram a qualidade de jabuticabas “sabará” provenientes de 10 diferentes regiões de cultivos localizadas no Estado de São Paulo e detectaram teores de ácido ascórbico entre 14 a 24 mg por 100 g de polpa e teores de potássio, magnésio e cálcio, entre 0,1 e 1,06 g, 0,07 e 0,6 g e entre 0,02 e 1,11 g por 100 g de polpa, respectivamente. Outro exemplo pode ser observado no estudo de Brunini et al. (2004), em que frutos desta mesma espécie vegetal, nas condições paulistas, o teor de ácido ascórbico encontrado foi em torno de 13,3 mg por 100 g de polpa.

Em geral esse fruto possui as vitaminas: B1 (tiamida), vitamina B2 (riboflavina), e também apresenta em sua composição vitamina C (ácido ascórbico) com valores médios de 23 mg por 100g de polpa e minerais, onde destaca-se o ferro, cálcio, fósforo e potássio (LEUNG; FLORES⁶ *apud* OLIVEIRA et

⁵CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEP, 1990.293P.

al., 2003).

Nos últimos anos tem-se verificado uma clara tendência do consumo de suco de fruta, substituindo por sua vez a fruta e os refrigerantes. O que reforça o valor de aproveitar a jabuticaba para fazer suco. Para Olivier et al. (2008) os sucos possuem substâncias pécticas que são responsáveis pela consistência, turbidez e aparência dos sucos das frutas, e sua presença causa um aumento considerável na viscosidade do suco, dificultando a filtração e a concentração.

Diversos estudos destacam o uso da enzima pectinase, visando uma maior extração de materiais corantes e compostos químicos em geral. Segundo Almeida et al. (2005), as enzimas desempenham papel fundamental no processo de elaboração de sucos, atuando na clarificação, filtração, extração e estabilidade do suco. Os pesquisadores Olivier et al. (2008) salientam que a extração do suco envolve maceração seguida por processamento e decantação, para separar o suco das partes sólidas e que a maceração enzimática pode resultar na extração de 95% ou mais de sólidos solúveis das frutas.

Para Uenojo; Pastore (2007) a adição de enzimas pectinolíticas nos purês de frutas e vegetais resulta na degradação da pectina e outros componentes de alto peso molecular, diminuindo a viscosidade proporcionando uma maior separação entre as fases sólidas e líquidas e aumentando o rendimento dos sucos ocasionando uma aparência cristalina no produto final e reduzindo em até 50% o tempo de filtração assim possibilitando a oferta de um produto nobre.

Nogueira et al (2005) ressaltam que quanto mais esmagada ou triturada for a fruta, maior o rendimento em volume e mais rápido e eficiente torna-se o tratamento enzimático.

O uso de enzimas tem-se revelado muito promissor em termos de rendimento de suco, proporcionando uma melhor utilização da matéria-prima, aumentando a eficiência nas operações unitárias do processo produtivo, no consumo energético e, em termos ambientais, reduzindo os desperdícios. Verificou-se um aumento do rendimento da extração do suco de cenoura pela adição de enzimas, notadamente com a utilização da pectinase. Esta enzima permitiu um aumento de rendimento de 20% relativamente ao caso padrão, sem a utilização de enzimas. Porém, a escolha destas enzimas requer uma elevada precisão, uma vez que a atividade enzimática pode também ser responsável por alterações indesejáveis na cor, sabor, entre outros (FARIÑA et al., 2007).

Contudo, alguns autores afirmam que sem o

uso de enzimas, não é possível tornar a produção de sucos de alguns frutos e vegetais viáveis. Segundo Cerrutti et al. (2006) “isto justifica porque atualmente comercializam-se em todo mundo mais de 1500 toneladas de enzimas por ano, correspondendo a um mercado mundial estimado em mais de US\$ 2 bilhões.”

A enzima pectinase pode ser obtida comercialmente ou produzida por meio de fermentação microbiana. A obtenção de enzimas comerciais pode ser feita a partir de fontes animais, vegetais e microbianas, como bactérias, fungos e leveduras. A literatura cita cepas de *Aspergillus Niger* para produção da enzima pectinase e hemicelulase.

A jabuticaba é uma fruta extremamente nutritiva, mas de curtíssima durabilidade. Assim, o suco é a forma mais viável de prolongar sua vida de prateleira e conseqüentemente ingerir um produto com as mesmas propriedades nutricionais da fruta, pois este suco é sem adição de conservantes ou corantes, o que lhe agrega muito valor mercadológico. Além de tudo, este estudo poderá ser aplicado às frutas da época, visando uma agregação de valor ao produto e uma menor perda das frutas sazonais, uma vez que a sazonalidade da produção cria períodos de falta e outros de sobra de matéria-prima, de acordo com Olivier et al. (2008). A enzima pectinase encontra ampla aplicação na indústria alimentícia, colabora para extração e clarificação do suco, e por ter alta potencialidade de ação são necessárias pequenas quantidades de enzima pectinase, para obtenção de suco de qualidade apreciável.

Este trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade da elaboração de suco da jabuticaba com adição da enzima pectinase, mediante análises físico-químicas e também verificar sua aceitabilidade através da análise sensorial, quando comparado ao suco elaborado sem a ação da enzima.

Material e Método

As jabuticabas foram colhidas, selecionadas, lavadas em água potável corrente, enxugadas e embaladas em sacolas plásticas limpas e novas, após todo este processo foram encaminhadas ao laboratório da UNIPAR onde foram congeladas e permaneceram assim até o dia que foi feito o suco. O pré-congelamento dos tecidos também pode aumentar a eficiência da extração, já que resulta em ruptura de estruturas celulares, facilitando a liberação de seu conteúdo.

¹LEUNG, W. T.; FLORES, M. Food composition table for use in Latin America. Guatemala: INCAP/ICNND, 1961.

Foram preparadas duas amostras de suco cada uma com 7,2 kg da fruta, sendo uma como testemunha sem a adição da enzima pectinase (T1) e a outra com adição de enzima pectinase comercial Ultrazym AFPL – novozymes (T2), na proporção de 50 µL/Kg de jabuticaba, que ficou em maceração por um período de 2 horas, sendo que este tempo foi definido por meio de estudos preliminares, nos quais esse tempo obteve o melhor resultado, em relação a maceração para a obtenção de suco.

Para o processo de extração do suco de jabuticaba foi utilizado um equipamento denominado “panela extratora” ou suqueira, que possibilitou a extração do suco pelo calor e seu engarrafamento a quente, que de acordo com Rizzon; Link (2006) garante a estabilidade biológica sem o uso de conservantes. As amostras foram previamente amassadas e após isso colocadas na suqueira, na qual o suco foi extraído por meio do vapor, e foi retirado da suqueira somente quando atingiu uma temperatura superior que 60°C, porém não ultrapassou a temperatura de 80°C. Sendo que essa temperatura foi estabelecida pelo fato que uma temperatura superior a 60°C elimina a maioria dos microorganismos existentes no suco e uma temperatura superior a 80°C gera um processo de caramelização não desejável para o produto final. O suco foi engarrafado e resfriado assim que foi retirado da suqueira.

A temperatura e o tempo de extração do suco exercem influência marcante na composição química e na tipicidade do produto final, regulando a solubilidade e a intensidade de difusão das substâncias contidas na película para o mosto (RIZZON; MANFROI; MENEGUZZO⁷ *apud* MALACRIDA; MOTTA, 2005).

As análises realizadas foram às seguintes: determinação de sólidos solúveis totais, pelo método de refratometria (NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), determinação da acidez total pelo método de referência por titulação com uso de indicadores (NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), determinação do pH pelo método potenciométrico (NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), determinação de anidrido sulfuroso total pelo método de *Ripper* (iodometria) (AVILA, 2002), determinação de anidrido sulfuroso livre pelo método de *Ripper* (iodometria) (AVILA, 2002), determinação de açúcares redutores, não redutores e totais, pelo método de referência *Lane-Eynon* e pelo método *Fehling Causse Bonnans* (NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), determi-

nação de cinzas (minerais totais) por incineração em mufla à 550°C (NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), determinação do índice de polifenóis totais pelo método de *Folin-Ciocalteu* (AVILA, 2002) e determinação de antocianinas pelo método de descoloração com bissulfito de sódio (AVILA, 2002).

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos, sob o protocolo nº 16659/2009, realizou-se a análise sensorial, com 36 provadores orientados, do suco de jabuticaba com e sem a adição da enzima pectinase, após assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A análise sensorial seguiu metodologia descrita pelas Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando teste de escala hedônica, com a seguinte escala de 1 a 9, sendo 1 = desgostei extremamente, 3 = desgostei regularmente, 5 = não gostei, nem desgostei, 7 = gostei regularmente, 9 = gostei extremamente, e teste de escala de atributos, para avaliação do sabor, aparência, aroma e textura utilizando a mesma escala do teste anterior, de 1 a 9. Os provadores foram universitários convidados ao acaso, de ambos os sexos e com idade entre 19 e 28 anos, os quais receberam as amostras T1 e T2 no mesmo momento, avaliando-as de forma individual e sem saber qual das amostras havia passado pelo tratamento enzimático. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, sem comunicação entre os provadores, no laboratório de Tecnologia de Alimentos da UNIPAR, campus de Toledo.

Resultados e Discussão

Análises físico-químicas

A Tabela 1 contém os resultados das análises físico químicas, realizadas, em ambos os sucos, visando determinar algumas propriedades que a jabuticaba possui e avaliar a viabilidade da utilização da enzima pectinase.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas dos sucos de jabuticabas elaborados. Médias seguidas pelo desvio-padrão entre parênteses.

Análise	T1	T2
Acidez total (mg/100 mL)	57,67a (+- 3,22)	57,67a (+- 5,51)
Açúcares não redutores (g/100 mL)	1,68a (+- 0,40)	1,70a (+- 0,12)

⁷RIZZON, L. A.; MANFROI, V.; MENEGUZZO, J. Elaboração de suco de uva na propriedade vitícola. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. 211 p.

Açúcares redutores (g/100 mL)	0,33a (+- 0,19)	0,38a (+- 0,28)
Açúcares totais (g/100 mL)	2,03a (+- 0,54)	2,09a (+- 0,23)
Anidrido sulfuroso livre (mg/100 mL)	11,95a (+- 1,48)	9,39a (+- 1,48)
Anidrido sulfuroso total (mg/100 mL)	36,69a (+- 1,48)	34,99a (+- 1,48)
Antocianinas (mg/100 mL)	112,27b (+-3,11)	252,29a (+- 9,11)
Grau Brix	12,00a (+- 0,10)	11,50b (+- 0,05)
Cinzas (g/100 mL)	0,80b (+- 0,01)	1,38a (+- 0,09)
pH	2,78b (+- 0,05)	2,90a (+- 0,11)
Polifenóis totais (mg/100 mL)	2,20a (+-0,26)	2,43a (+- 0,06)

Nota: T1= suco de jabuticaba sem a adição da enzima pectinase. T2 = suco de jabuticaba com a adição da enzima pectinase. Letras iguais representam que as amostras não diferem estatisticamente entre si e letras diferentes representam que as amostras diferem entre si, ambas a nível de 95% de confiança, pelo Teste *t* de Student.

Os resultados obtidos para a acidez total mostram que não há diferença significativa entre o suco com e sem a enzima pectinase, lembrando-se da importância do conhecimento sobre a acidez normal, pois esta garante sabor mais agradável e cor mais viva, além de proteção contra microrganismos indesejáveis. Segundo Malacrida; Motta (2006), acidez total do suco esta relacionada com o grau de maturação da fruta. Geralmente, no início da colheita, quando as frutas não atingiram ainda um grau de maturação desejável, os sucos apresentam teor elevado de acidez.

Os teores de açúcares não redutores, açúcares redutores e açúcares totais não diferiram significativamente entre si. O conhecimento destes teores é importante para padronização de sucos industriais. A quantificação dos açúcares totais dá um indício se será ou não necessário acrescentar mais açúcar ao suco industrializado ou se este deve ser mais diluído. Recordando que o excesso de açúcares no suco pode estar associado a uma rápida deterioração e fermentação e por conseqüência, redução na vida útil. De acordo com Malacrida; Motta (2006), os açúcares totais correspondem aos açúcares redutores (glicose e frutose) e aos açúcares não redutores (sacarose) presentes no suco de jabuticaba.

Quanto aos teores de anidrido sulfuroso livre e anidrido sulfuroso total, demonstraram que não houve diferença significativa entre T1 e T2, sendo que o anidrido sulfuroso livre é encontrado no estado de SO_2 e de combinações minerais do tipo H_2SO_3 , HSO_3^- e SO_3^{2-} e o anidrido sulfuroso total é a soma do anidrido sulfuroso livre mais o combinado existente na amostra.

Uma redução dos teores de anidrido sulfuroso livre deixa o suco mais susceptível à contaminação microbiana, uma vez que atua como conservante no suco. Já para o anidrido sulfuroso total, a maceração enzimática provocou uma redução nos seus teores. Isto se deve provavelmente a uma captação do anidrido sulfuroso pela enzima, mostrando que quanto maior for o tempo de contato com a enzima pectinase menor o teor de anidrido sulfuroso total.

Para as antocianinas os resultados mostraram que há diferença significativa entre a concentração obtida no suco com (T2) e sem a adição de enzima pectinase (T1), sendo que T2 teve uma porcentagem bem elevada de antocianinas na sua composição (252,29 mg/100 mL de suco), ficando claro o poder extrator que a enzima exerce sobre a extração do suco, quando comparado a concentração obtida em T1 (112,27 mg/100 mL de suco). As antocianinas são pigmentos responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes de frutas, flores e folhas que variam do vermelho vivo ao violeta e azul, portanto o suco com maior concentração de antocianinas possui uma cor mais intensa que o suco com menor concentração da mesma.

O grau Brix encontrado mostrou diferença significativa entre o suco sem e com a adição da enzima pectinase, sendo que o grau Brix também revela quando o suco requer chaptalização, ou seja, correção do açúcar. Segundo Citadin et al. (2005), frutas mais doces tem melhor aceitação no consumo *in natura* e quando industrializadas apresentam maior rendimento, ou seja, um maior teor de sólidos solúveis totais implica em maior rendimento.

De acordo com Fariña et al. (2007), as transformações verificadas com as pectinas conduzem ao aumento da fração solúvel nos sucos e conseqüentemente o rendimento em suco ser o mais elevado para o caso do uso da enzima pectinase.

Os resultados obtidos para cinzas revelaram diferença significativa entre T1 e T2, sendo que o T2 apresentou quase o dobro de cinzas em relação ao sem a enzima, sabendo que as cinzas mostram a totalidade dos cátions, com exceção do íon amônio, sob a forma de carbonatos e de outros sais minerais anidros. Estes resultados evidenciam uma maior extração de compostos minerais da película da jabuticaba em função da maceração enzimática.

Quanto ao pH os valores obtidos diferiram significativamente entre si, sendo que o pH é de fundamental importância para saber se o produto é ácido ou básico. As amostras analisadas apresentaram valores de pH abaixo de 4,0, o que dificulta o crescimento microbiano.

Segundo Evangelista et al. (2006), cada microrganismo tem um pH mínimo, ótimo e máximo de crescimento, as células microbianas são substancialmente afetadas pelo pH dos alimentos. A maioria dos microrganismos cresce bem em pH próximos a neutralidade (6,6 – 7,5) e poucos tem capacidade de desenvolver – se em valores de pH inferiores a 4,0. Lembrando que a enzima pectinase tem sua ação favorecida em ambiente ácido.

Os teores de polifenóis totais não tiveram diferença significativa entre o suco extraído com a enzima pectinase (T2) e o sem a enzima (T1).

Análise sensorial

O suco de jabuticaba deve apresentar cor arroxeada viva. A presença de cristais no fundo do recipiente, além de fragmentos de película, mesmo que muitas vezes seja considerado um fator de genuinidade, não é favorável a qualidade do suco de jabuticaba.

O suco de jabuticaba deve apresentar um gosto doce predominante, mas não excessivo em relação a sua acidez. Uma das qualidades mais desejadas é o equilíbrio entre o gosto doce e o gosto ácido. Na boca, o suco de jabuticaba não deve apresentar gosto de cozido, gosto de mofo, ou gosto estranho desagradável. A Tabela 2 mostra os resultados obtidos pela análise sensorial em relação à escala hedônica.

Tabela 2: Análise sensorial, resultados do teste de escala hedônica. Médias seguidas pelo desvio-padrão entre parênteses

Análise sensorial	T1	T2
Escala hedônica	5,11b (+ - 1,96)	6,28a (+ - 1,73)

Onde: a escala utilizada variou de: 1 = desgostei extremamente, 3 = desgostei regularmente, 5 = não gostei, nem desgostei 7 = gostei regularmente, 9 = gostei extremamente. T1= suco de jabuticaba sem a adição da enzima pectinase. T2 = suco de jabuticaba com a adição da enzima pectinase. Letras iguais representam que as amostras não diferem estatisticamente entre si e letras diferentes representam que as amostras diferem entre si, ambas a nível de 95% de confiança, pelo Teste *t* de Student.

Os resultados obtidos para a escala hedônica diferiram significativamente entre si. Sendo o suco de jabuticaba com a adição da enzima pectinase melhor aceito pelos provadores, com a média 6,28.

De acordo com Uenojo; Pastore (2007), a pectinase é uma enzima de maceração, com função de hidrólise de pectina solúvel e de componentes de paredes celulares, diminuindo a viscosidade e manu-

tenção de textura de frutas e também faz a hidrólise de polissacarídeos das paredes celulares vegetais. Com isto, ela é aplicada para o melhoramento na extração de sucos de frutas, liberação de aromas, polisacarídeos, proteínas e amido, para o melhoramento da maceração da casca e extração de pigmentos de cor de frutas, qualidade, estabilidade, filtração e clarificação de vinhos e sucos. A Tabela 3 revela os resultados obtidos pela análise sensorial em relação aos atributos aparência, aroma, textura e sabor para ambas as amostras de suco de jabuticaba.

Tabela 3: Análise sensorial, resultados do teste de atributos. Médias seguidas pelo desvio-padrão entre parênteses.

Atributos	T1	T2
Aparência	7,33a (+ - 1,88)	7,83a (+ - 1,61)
Aroma	6,00a (+ - 2,05)	6,28a (+ - 1,98)
Textura	7,00a (+ - 1,85)	7,39a (+ - 1,77)
Sabor	5,05b (+ - 2,21)	6,11a (+ - 2,16)

Onde: a escala utilizada variou de: 1 = desgostei extremamente, 3 = desgostei regularmente, 5 = não gostei, nem desgostei 7 = gostei regularmente, 9 = gostei extremamente. T1= suco de jabuticaba sem a adição da enzima pectinase. T2 = suco de jabuticaba com a adição da enzima pectinase. Letras iguais representam que as amostras não diferem estatisticamente entre si e letras diferentes representam que as amostras diferem entre si, ambas a nível de 95% de confiança, pelo Teste *t* de Student.

Quanto à aparência, os resultados obtidos não apresentaram diferença significativa entre T1 e T2. Sendo que ambos os sucos de jabuticaba obtiveram uma média alta, comprovando a sua boa aparência; possuiu uma cor atrativa e não apresentou resíduos após o engarrafamento, o que agrada os provadores em geral.

Para o aroma, as amostras não diferiram significativamente entre si, verificando que ambos os sucos tiveram uma média regular neste aspecto, talvez pelo fato deste suco possuir um aroma bem característico e por isso os provadores não estavam acostumados com o aroma do mesmo.

A textura também não teve diferença significativa entre o suco com e sem a adição da enzima pectinase, porém ambos obtiveram uma média alta, mostrando que os provadores gostaram da textura do mesmo, o suco em questão apresentou textura semelhante ao suco de uva.

Os resultados obtidos para o sabor obtiveram diferença significativa entre T1 e T2, sendo que T2 (suco extraído com o auxílio da enzima) obteve maior média que T1 (suco extraído sem o uso da enzima). Portanto, adição da enzima pectinase melhora a extração de sucos de frutas e melhora a maceração

da casca e extração de pigmentos de cor, a qualidade nutricional, a estabilidade e clarificação de sucos.

Conclusão

Os resultados do presente estudo mostraram-se satisfatórios, indicando que a jaboticaba é viável para a elaboração de sucos. O uso da enzima pectinase intensificou a coloração arroxeadada do suco, houve uma redução do anidrido sulfuroso total, dobrou a concentração de antocianinas, aumentou a concentração de minerais totais e obteve melhor aceitação pelos provadores na análise sensorial.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Paranaense, Campus Toledo pela estrutura disponibilizada.

Referências

ALMEIDA, C. et al. Use of two different carriers in a packed bed reactor for endopolygalacturonase production by a yeast strain. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 1937- 1942, 2005.

ASCHERI, R. P. D.; ASCHERI, R. L. J.; CARVALHO, P. W. C. Caracterização da farinha de jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 1-21, 2006.

AVILA, D. L. **Metodologias analíticas físico-químicas laboratório de enologia. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Polígrafo Didático)**. Bento Gonçalves: [s. n.], 2002. p. 1-70.

BARROS, R. S.; FINGER, F. L.; MAGALHAES, M. M. Changes in nonstructural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scientia horticulturae**, v. 16, p. 209-215, 1996.

BRUNINI, A. M. et al. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'Sabará' 1. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 378-383, 2004.

CERUTTI, E. C. et al. Efeito de enzima pectinase na elaboração de vinho da uva Niágara Rosada. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

e FÓRUM DE PESQUISA e ENCONTRO CIENTÍFICO DO MESTRADO DE CIÊNCIA ANIMAL e ENCONTRO UNIVERSIDADE E COMUNIDADE, 5., 5., 1., 1., 2006, Umuarama, **Anais...** Umuarama: UNIPAR, 2006. CD-ROM.

CHIARELLI, C. H. R.; NOGUEIRA, P. M. A.; VENTURINI FILHO, W. G. Fermentados de Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): Processos de produção, características e rendimento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 277-282, 2005.

CITADIN, I. et al. Qualidade de frutos de Jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*) sob influencia de duas condições de cultivo: sombreamento natural e pleno sol. **Nota Técnica, CEFET-PR – Unidade do sudoeste – Campus Pato Branco**, v. 11, n. 3, p. 373-375, 2005.

EVANGELISTA, M. R. et al. Avaliação da qualidade físico – química e química de sucos de goiaba e acerola. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 138, p. 108-114, 2006.

FARIÑA, C. S. L. et al. Otimização do rendimento do sumo de cenoura durante o processo produtivo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 64-81, 2007.

FRANCO, L. L. **As incríveis 50 frutas com poderes medicinais**. 4. ed. Curitiba: Lobo Franco, 2004. 191 p.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. D. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25 n. 4, p. 659-664, 2005.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. da. Determinação de parâmetros físico-químicos em sucos de uva comercializados no município de Belo Horizonte, MG. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 111, p. 84-89, 2006.

MENDONÇA, R. M. N. **Maturação, secagem e armazenamento de sementes e propagação vegetativa de jaboticabeiras (*Myrciaria* sp.)**. Viçosa, 2000. 136 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia – Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

NOGUEIRA, A. et al. Avaliação da trituração e

tratamentos enzimáticos na obtenção de suco de maçã por centrifugação. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias**, v. 11, n. 3, p. 7-12, 2005.

NORMAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ.
Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1002 p.

OLIVEIRA, L. A. et al. Caracterização tecnológica de jabuticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, 2003.

OLIVIER, N. M. et al. Efeito da enzima pectinase na extração de suco de uva. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA e FÓRUM DE PESQUISA DA UNIPAR, 7., 7., 2008, Umuarama. **Anais...** Umuarama: UNIPAR, 2008. CD-ROM.

RIZZON, L. A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseira de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 689-692, 2006.

UENOJO, M.; PASTORE, M. G. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

Recebido em: 15/05/2010

Aceito em: 19/10/2011

Received on: 15/05/2010

Accepted on: 19/10/2011