

Análise dos ácidos orgânicos e açúcares no fruto, mosto e vinhos da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*)

Sara Santiago Naves¹, Gilmara Aparecida Corrêa Fortes¹, Rafaela Alvares¹, Ana Paula da Silva², Carolina de Fatima Reis², Suzana da Costa Santos^{1*}

¹*Instituto de Química,* ²*Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO*
74001-970, Brasil

E-mail: saradeescorpiao@yahoo.com.br, suzana@quimica.ufg.br

PALAVRAS-CHAVE: *Myrciaria cauliflora*, jabuticaba, ácidos orgânicos, açúcares.

1 INTRODUÇÃO

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg) é planta nativa brasileira, originária da região centro-sul (Lorenzi, 1998) e seus frutos que podem ser consumidos ao natural ou na forma de sucos, sorvetes, geléias, licores e vinhos (Lorenzi, 1998).

Apesar do seu potencial econômico a jabuticaba é um fruto altamente perecível, apresentado um curto período de aproveitamento após a colheita (Brunini et al., 2004). Com a intenção de diminuir as perdas e agregar valor ao fruto é que a Vinícola Jabuticabal começou no ano de 2000 a produzir vinhos, suco, aguardente e licor a partir da jabuticaba (Vinícola Jabuticabal, 2010). Atualmente a vinícola produz por ano 60 mil litros de vinhos (tinto, branco e rosado) e 5 mil litros das outras bebidas. Após este estágio de consolidação na produção dos vinhos faz-se necessário melhorar ainda mais a qualidade dos mesmos para atingir um público maior e mais exigente no mercado interno e também para aumentar as exportações. O primeiro passo para se atingir esta qualidade é adequar a produção para que as características físico-químicas do produto estejam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para fermentados de frutas (Brasil, 1997 e 1998).

Além de cumprir os requisitos mínimos de qualidade, o vinho precisa cativar o consumidor através da sua aparência, sabor e aroma, fatores estes que dependem de um equilíbrio delicado entre os seus componentes químicos. Estes componentes são constituídos principalmente pelos polifenóis, compostos voláteis, ácidos orgânicos e açúcares.

*Revisado pelo orientador. Sara S. Naves (orientanda), Suzana C. Santos (orientador) e Gilmara A. C. Fortes, Rafaela Alvares, Ana P. Silva, Carolina F. Reis (colaboradores).

O sabor do vinho é influenciado pela quantidade de ácidos orgânicos, que podem ser provenientes da fruta, tais como ácido málico, tartárico, cítrico, oxálico e galacturônico. E podem também ser formados durante as fermentações, tais como ácido acético, láctico, succínico, pirúvico, ceto-glutárico e fórmico. As concentrações destes ácidos varia bastante durante o processo de vinificação (Clark et al, 2006) e é importante que estejam dentro dos limites normais para não alterar o sabor do produto final.

Sendo assim, para obtenção de um produto de alta qualidade faz-se necessário um controle minucioso da matéria prima e do produto acabado. Neste caso é imprescindível uma avaliação dos compostos fenólicos, voláteis e dos ácidos orgânicos do fruto, do mosto em suas diversas etapas e do vinho. Ou seja, um acompanhamento de todas as etapas do processo de vinificação, do fruto ao vinho.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste plano foi avaliar a composição dos ácidos orgânicos e açúcares presentes nos frutos e nos vinhos da jabuticaba, criando assim parâmetros de comparação para a melhoria da qualidade dos vinhos produzidos.

3 METODOLOGIA

As amostras de jabuticabas, mostos e vinhos foram fornecidas pela Vinícola Jabuticabal, localizada no município de Hidrolândia, Goiás.

Amostras de frutos foram coletadas em quatro níveis diferentes de amadurecimento, esta coleta foi realizada em um único pomar. Também foram coletados frutos maduros de cinco pomares diferentes.

O mosto foi preparado com 370 Kg de frutos maduros coletados em um único pomar. Os frutos foram espremidos e colocados em uma tina de inox com capacidade para 200 litros, adicionaram-se 60 g de metabissulfito de potássio, leveduras selvagens (pé de cuba) obtidas previamente a partir das cascas de jabuticabas e adicionou-se sacarose até 22 °Brix. Durante os primeiros quatro dias (96 horas) as cascas e as sementes estiveram em contato com o mosto, esta é a fase de maceração. Após este tempo o mosto foi separado dos sólidos, sendo bombeado para um barril de inox com capacidade para 3.000 litros. Este barril foi completado com mosto de diversas tinas (todas com frutos advindos do mesmo pomar) e a fermentação se prolongou por mais 20 dias.

Três amostras de mosto foram coletadas diariamente durante quatorze dias e armazenadas em freezer até as análises. As amostras descongeladas foram centrifugadas por 10 minutos a 2000 rpm, decantadas e analisadas.

Amostras de vinho tinto seco (Javine) de 2001 a 2010 foram obtidas diretamente das garrafas armazenadas na vinícola.

3.1 Extração de açúcares e ácidos orgânicos dos frutos

Pesou-se 0,200 g do fruto ou de suas partes separadas em tubo de ensaio, adicionou-se 10 mL de água destilada e deixou-se por 30 minutos em banho de ultra-som a 50 °C, em seguida centrifugou-se e decantou-se o extrato para balão volumétrico de 25 mL. Repetiu-se o mesmo procedimento mais duas vezes com 10 e 5 mL de água destilada, deixando-se em cada etapa por 15 minutos no ultra-som, centrifugou-se e decantou-se o extrato para o mesmo balão, o volume foi completado com água. Os extratos foram feitos em duplicatas para todas as amostras.

3.2 pH

O pH foi determinado utilizando-se medidor de pH Ingold pH-206 com ajuste de temperatura para 20 °C e calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0.

3.3 Acidez total

A acidez total dos extratos dos frutos (alíquota de 5,0 mL) foi determinada por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L e indicador azul de bromotimol. O ponto de viragem foi indicado pela mudança de coloração da solução de amarelo para azul. A acidez total (AT) foi expressa em g de ácido cítrico / 100 g de fruto seco, e calculada pela fórmula:

$$AT = V \times M \times 160,1$$

V = volume de NaOH gasto na titulação

M = concentração em mol/L da solução de NaOH

A acidez total dos mostos e vinhos foi determinada por titulometria com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L e indicador azul de bromotimol. A acidez total (AT) foi expressa em g de ácido tartárico / 100 mL de mosto ou vinho, e calculada pela fórmula:

$$AT = V \times M \times 75 \times 100 / 1000 \times V_a$$

V = volume de NaOH gasto na titulação

M = concentração em mol/L da solução de NaOH

V_a = volume de amostra de mosto ou vinho

3.4 Quantificação de ácidos orgânicos e açúcares por RMN H¹

Os ácidos orgânicos, açúcares e alcoóis contidos no mosto foram quantificados seguindo procedimento descrito por Clark et al, 2006. Para isto as amostras centrifugadas de mosto (0,95 mL) foram misturadas com 0,05 mL de D₂O e os espectros foram obtidos em aparelho de Ressonância Magnética Nuclear de 500 MHz Bruker. Para a quantificação dos mesmos compostos nos vinhos utilizou-se procedimento descrito por Berregi et al., 2003. Neste procedimento, amostras centrifugadas de vinho (0,6 mL) são misturadas a 0,1 mL de solução de ácido gálico a 0,1% em D₂O. Ácido gálico foi usado como padrão interno e foi realizada uma curva de calibração com ácido succínico como padrão externo. Uma gota da solução de TMSP-2,2,3,3-D₄ 0,1% (Sodium-3-trimethylsilylpropionate) foi adicionada às amostras e às soluções padrão como referência do $\delta = 0.00$ ppm. Os espectros foram obtidos no aparelho de 500 MHz.

3.5 Quantificação de sólidos dissolvidos (refratometria)

Para quantificar a % de açúcares nos mostos (°BRIX) foi utilizado o refratômetro de Abbe à temperatura ambiente. Após as leituras os resultados foram corrigidos para a temperatura de calibração do refratômetro.

3.6 Quantificação de açúcares redutores (método ADNS)

Os extratos dos frutos são inicialmente diluídos na proporção de 5:100. Uma alíquota (3,0 mL) dessa diluição é transferida para tubo de ensaio contendo 3,0 mL de solução de: ADNS 1%, fenol 0,2%, sulfito de sódio 0,05% e NaOH 1%. A mistura é deixada por 15 minutos em banho de água fervente. Após o desenvolvimento da cor adicionou-se 1,0 mL da solução de tartarato de sódio e potássio a 40%. Retirou-se do banho, resfriou-se a mistura e

mediu-se a absorvância a 540 nm. Uma curva de calibração foi preparada com glicose como padrão (0,1 a 0,6 mg/mL), os resultados foram apresentados como g glicose/ 100 g do fruto ou polpa seca.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Açúcares e ácidos de frutos de jabuticaba de diferentes pomares

No intuito de verificar a variabilidade nos teores de açúcares e acidez de frutos advindos de diferentes pomares, procedeu-se a coleta de jabuticabas maduras de cinco pomares. Os teores de açúcares e acidez das jabuticabas (fruto inteiro) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados dos ensaios de açúcares e acidez dos frutos de jabuticabeiras de cinco pomares diferentes.

Pomares	Açúcar redutor ¹	Acidez Total ²
1	50,38 ± 4,92 B	8,79 ± 0,38 A
2	58,67 ± 2,88 A	8,62 ± 0,44 AB
3	58,96 ± 5,26 A	7,66 ± 0,88 B
4	41,07 ± 5,00 C	8,19 ± 1,27 AB
5	41,60 ± 6,30 C	8,50 ± 0,41 AB

1- g glicose/100g de fruto seco, 2- g ácido cítrico/100g de fruto seco. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tuckey.

Os teores de açúcares variaram bastante entre os cinco pomares, o que pode ser devido a diferentes graus de maturação dos frutos ou ao grau de insolação de cada pomar. Os mais sombreados são os pomares P4 e P5, formado por árvores de cerca de 40 anos, e os mais ensolarados são P2 e P3, onde as árvores têm aproximadamente 12 anos, enquanto P1 é intermediário e possui árvores com cerca de 20 anos. Diferenças na quantidade de sol geram microclimas diversos onde fatores como temperatura e umidade podem variar entre os pomares (Koundouras et al., 2006). Em termos de acidez total não houve grande variação, tendo apenas diferenças significativas entre P1 e P3.

4.2 Desenvolvimento e amadurecimento da jabuticaba

O completo desenvolvimento da jabuticaba pode variar de 45 a 60 dias dependendo da região de cultivo (Barros et al., 1996), porém em condições favoráveis de solo

e irrigação este desenvolvimento pode ser ainda mais rápido. Na Fazenda Jabuticabal os frutos já podem ser colhidos no 30º dia após a antese (DAA). Neste estudo foram coletados frutos em quatro estágios de desenvolvimento e maturação, sendo assim classificados: verdes (16º DAA), de vez (23º DAA), maduros (30º DAA) e muito maduros (37º DAA).

Os pesos médios dos frutos frescos (Tabela 2 e figura 1) mostram que ocorre um aumento acentuado de massa da fase verde até a madura, porém após este estágio o fruto diminuiu seu peso médio. Esta diminuição pode ser devida à perda de água, comportamento semelhante foi observado em outras frutas, tais como: mirtilo, ameixa e uvas (Fadda e Mulas, 2010). Na produção de vinhos são usados os frutos no estágio de muito maduros, estes são escolhidos por apresentarem maior quantidade de sólidos solúveis (ºBrix). Entretanto, outros parâmetros também devem ser considerados além dos teores de açúcares, tais como os ácidos orgânicos.

Tabela 2. Resultados dos ensaios para açúcares redutores e acidez total realizados com os frutos e suas partes separadas em quatro estágios de maturação.

	<i>Açúcar redutor</i> (g glicose/100g*)		<i>ATT</i> (g ac. cítrico/100g*)	<i>Peso médio fresco</i> (g)
	Polpa	Fruto	Fruto	Fruto
V	32,52 ± 0,55 aD	33,51 ± 0,19 aC	15,46 ± 0,22 A	2,51 ± 0,14 C
DV	56,57 ± 2,48 aC	42,24 ± 0,83 bB	13,36 ± 0,11 B	4,77 ± 0,14 B
M	66,21 ± 0,08 aB	43,55 ± 0,80 bB	7,14 ± 0,11 C	7,67 ± 0,09 A
MM	88,92 ± 0,13 aA	48,06 ± 0,07 bA	4,56 ± 0,03 D	5,02 ± 0,35 B

V – verde, DV – de vez, M – madura, MM – muito madura, * peso seco, Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tuckey.

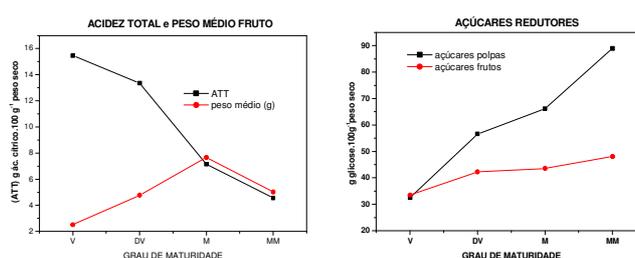


Figura 1. Açúcares, ATT e peso médio em frutos e partes do fruto da jabuticabeira.

Os açúcares e ácidos orgânicos contribuem de forma apreciável para o sabor do fruto. A fração de carboidratos solúveis da jabuticaba é formada principalmente por glicose e frutose, sendo que a sacarose está presente em reduzida quantidade (Corrêa et al., 2007). No período entre o 16º e o 37º DAA a quantidade de açúcares redutores quase triplicou na polpa (Figura 1), devido à degradação do amido que ocorre durante o amadurecimento nas células

da polpa (Barros et al., 1996). No fruto inteiro esta variação foi menos pronunciada, sendo de apenas 43,4%, isto devido à presença de cascas e sementes que não possuem açúcares solúveis e representam aproximadamente 65% do fruto (Lima et al., 2008).

Os principais ácidos orgânicos da jabuticaba são: cítrico, succínico, málico, benzóico, malônico e oxálico (Jham et al., 2007; Guimarães, 2006) e eles se concentram principalmente nas sementes (Lima et al., 2008). A acidez total titulável do fruto apresentou uma diminuição de 70,5% (Tabela 2) quando o fruto passou de verde para muito maduro, comportamento semelhante foi observado na maturação do mirto que perdeu cerca de 70% de sua acidez (Fadda e Mulas, 2010). Normalmente durante o amadurecimento, a acidez e a adstringência diminuem e os açúcares solúveis aumentam tornando os frutos mais palatáveis.

4.3 Análise do mosto da jabuticaba durante a fermentação alcoólica

A produção do vinho de jabuticaba começa com a fermentação, onde as jabuticabas são esmagadas, sem triturar as sementes, e o mosto fica em contato com as cascas e sementes nos primeiros quatro dias, esta etapa é chamada de maceração. Após esta etapa o mosto é transferido para um barril de inox (descuba) onde a fermentação continua, mas sem a presença das cascas e sementes. Os teores de açúcares, acidez e pH foram analisados durante os 14 primeiros dias de fermentação e os resultados estão apresentados na tabela 3:

Tabela 3. Resultados dos ensaios químicos do mosto durante a fermentação das jabuticabas.

<i>Dias (Hs)</i>	<i>Acidez Total¹</i>	<i>Açúcar²</i>	<i>pH</i>
1(24)	1,19 ± 0,05	18,93 ± 0,25	3,41 ± 0,01
2(48)	1,45 ± 0,01	15,89 ± 0,26	3,32 ± 0,02
3(72)	1,47 ± 0,08	12,85 ± 0,21	3,41 ± 0,01
4(96)	1,48 ± 0,09	11,21 ± 0,31	3,51 ± 0,03
5(120)	1,49 ± 0,01	8,68 ± 0,18	3,43 ± 0,06
6(144)	1,61 ± 0,01	6,99 ± 0,03	3,36 ± 0,02
7	1,54 ± 0,10	6,90 ± 0,15	3,50 ± 0,02
8	1,60 ± 0,03	6,88 ± 0,05	3,60 ± 0,05
9	1,60 ± 0,06	6,93 ± 0,00	3,61 ± 0,02
10	1,55 ± 0,02	6,91 ± 0,03	3,48 ± 0,01
11	1,50 ± 0,03	6,85 ± 0,03	3,49 ± 0,01
12	1,44 ± 0,01	6,86 ± 0,03	3,49 ± 0,02
13	1,44 ± 0,01	6,98 ± 0,03	3,49 ± 0,02
14	1,61 ± 0,01	6,76 ± 0,05	3,49 ± 0,02

1- g de ácido tartárico/ 100mL de mosto, 2- °BRIX

Como pode ser observado na Tabela 3 houve 50% de consumo dos açúcares do mosto nas primeiras 96 horas, sendo que a fermentação finalizou no sexto dia (144 horas),

quando a concentração de sólidos solúveis ($^{\circ}$ BRIX) se estabilizou (Figura 2). O tempo de fermentação depende principalmente da linhagem de levedura que é inoculada no mosto. Um estudo de vinificação da jabuticaba com treze isolados de *Saccharomyces* mostrou que a maioria das cepas finalizou a fermentação em cerca de 120 horas (Guimarães, 2006).

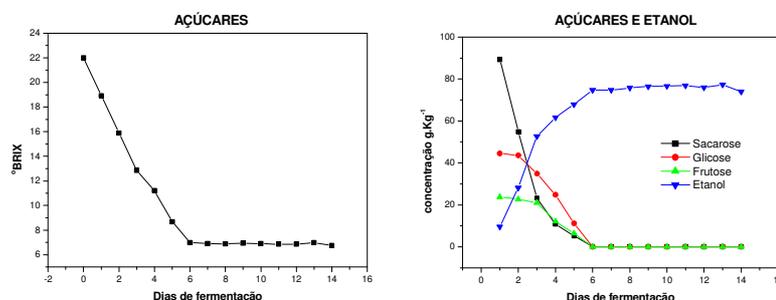


Figura 2. Variação de açúcares e etanol durante a fermentação da jabuticaba.

A acidez do mosto apresentou flutuações (Tabela 3), com variação do pH de 3,32 a 3,61, estes valores concordam com dados obtido anteriormente para a jabuticaba e seu vinho (Oliveira et al., 2003, Guimarães, 2006, Lima et al., 2008, Asquieri et al., 2004). Segundo Dartiguenave (2000) os ácidos orgânicos e seus sais estão em equilíbrio atuando como tampão e mantendo o pH do mosto de 2,9 a 4. A acidez total variou de 11,9 a 16,1 g.L⁻¹ de ácido tartárico, quantidades bem acima do que é encontrado em vinhos de uvas *Vitis vinifera* e *Vitis labrusca* que variam de 5,0 a 8,6 g.L⁻¹ (Lee et al., 2008; Son et al., 2009).

A evolução da fermentação também foi acompanhada por espectroscopia de RMN H¹ (500 MHz), onde os açúcares, ácidos e alcoóis foram quantificados (Tabela 4, Figuras 2 e 3). Através da ressonância de prótons podemos observar que a proporção de glicose:frutose foi de aproximadamente 2:1 no início da fermentação, semelhante a Guimarães (2006) que constatou uma proporção de 2,4:1 no mosto da jabuticaba antes da fermentação. Comparativamente a sacarose adicionada ao mosto foi consumida mais rapidamente do que os monossacarídeos (Figura 2), demonstrando a eficiência das cepas selvagens em hidrolisar a sacarose.

O ácido cítrico foi o ácido orgânico majoritário do mosto (Tabela 4), resultado semelhante ao obtido por Guimarães (2006) e que diferente de Jham e colaboradores (2007), que obtiveram ácido succínico como majoritário em duas variedades de jabuticaba. Entretanto, o ácido succínico também é produzido durante a fermentação e sua concentração atingiu um patamar estável a partir do quinto dia. Por outro lado, o ácido láctico produzido na fermentação malo-láctica não foi detectado até o 14^o dia (Figura 3).

Tabela 4. Evolução dos açúcares, ácidos orgânicos e alcoóis durante a fermentação do mosto da jabuticaba analisado por RMN H^1 (500MHz).

g/kg	Sacarose	Frutose	Glicose	Ácido cítrico	Ácido succ.	Ácido acético	Etanol
1	89,23	23,73	44,55	14,65	0,42	0,72	9,66
2	54,89	22,74	43,61	20,95	0,97	0,84	28,26
3	23,28	20,98	34,85	19,50	0,94	0,60	52,68
4	10,89	12,16	24,77	17,05	0,83	0,75	61,73
5	5,24	6,33	11,16	15,79	1,16	0,79	67,87
6	0,00	0,00	0,00	17,50	1,05	1,05	74,67
7	0,00	0,00	0,00	16,00	1,17	1,00	74,66
8	0,00	0,00	0,00	15,06	1,06	0,99	75,72
9	0,00	0,00	0,00	16,81	1,17	1,05	76,50
10	0,00	0,00	0,00	16,35	1,17	0,99	76,64
11	0,00	0,00	0,00	15,31	1,17	0,99	76,87
12	0,00	0,00	0,00	15,71	1,17	0,99	76,02
13	0,00	0,00	0,00	15,69	1,17	0,99	77,35
14	0,00	0,00	0,00	15,35	1,18	1,00	73,94

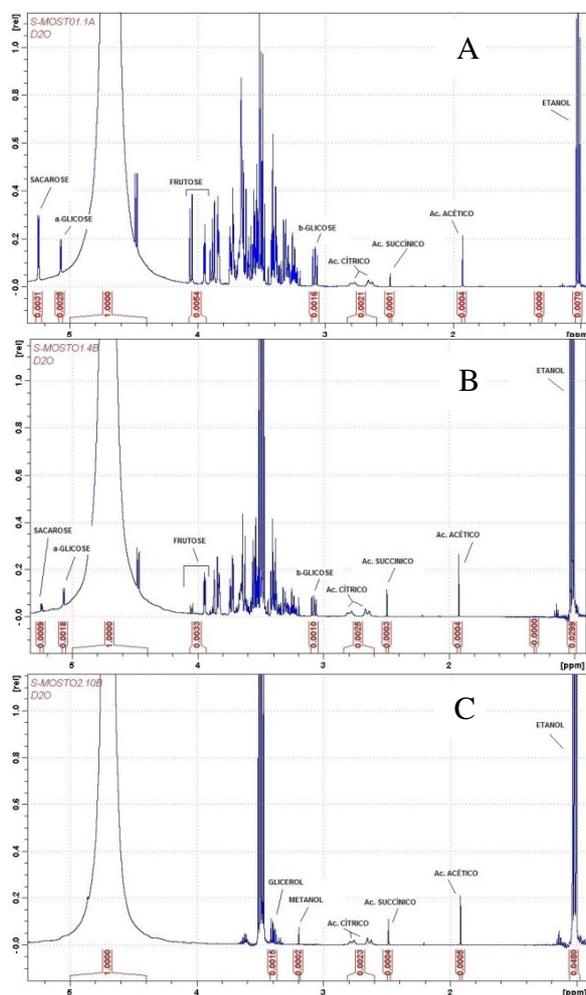


Figura 3. Evolução da fermentação do mosto da jabuticaba através de espectroscopia de RMN H^1 (500 MHz). A- 24 horas, B- 96 horas e C- 14º dia de fermentação.

O ácido tartárico, componente importante das uvas, também não foi detectado na jabuticaba, como observado em estudos anteriores (Guimarães, 2006; Jham et al., 2007;

Duarte et al., 2010). O ácido acético esteve presente desde o início da fermentação, o que indica a presença de leveduras não *Saccharomyces* que normalmente produzem uma quantidade maior desse ácido (Duarte et al., 2010).

4.4 Análise de vinhos tintos de jabuticaba

Amostras de vinhos tintos de jabuticaba produzidos pela Vinícola Jabuticabal e engarrafados no período de 2001 a 2010 foram analisados quanto aos seus ácidos orgânicos. Amostras dos anos 2005, 2009 e 2010 foram compostas por vinhos secos, enquanto as demais eram de vinhos suaves (com adição de açúcar). Não foi possível analisar o ano de 2004 por falta de disponibilidade de amostras.

Vários fatores contribuem para a qualidade dos vinhos, dentre eles está a acidez total que deve estar na faixa de 3,3 a 7,8 g/L (em ácido acético) (Torres Neto et al., 2006). De todos os vinhos analisados apenas as amostras de 2001 se encontraram dentro dos limites permitidos (Tabela 5), todas as demais estão acima. Este fato também foi observado em outros fermentados de jabuticaba (Silva et al., 2008), além de outras frutas tropicais como laranja e caju (Torres Neto et al., 2006). A elevada acidez altera as propriedades organolépticas da bebida e pode ser resultado de um menor controle na fermentação e na produção do vinho (Silva et al., 2008).

Tabela 5. Resultados dos ensaios químicos de acidez total e pH.

	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Acidez Total ¹	9,7	11,9	13,2	11,9	13,4	12,4	11,9	13,0	12,7
Acidez Total ²	7,7	9,5	10,6	9,5	10,7	10,0	9,5	10,4	10,2
pH	3,38	3,31	3,40	3,96	3,60	3,74	3,68	3,85	4,06

1-g de ácido tartárico/L, 2- g de ácido acético/L

Com relação ao pH foram observados valores que variaram de 3,31 a 4,06 (Tabela 5), sendo que para vinhos tintos os valores deveriam estar entre 3,17 e 3,78 (Silva et al., 1999). Fermentados com pH mais elevado possuem menos resistência ao ataque de microorganismos indesejáveis (Torres Neto et al., 2006), como bactérias acéticas. Os maiores teores de ácido acético nas amostras dos vinhos de 2005, 2008, 2009 e 2010 (Tabela 6) podem ser consequência dos valores de pH mais elevados nestes vinhos. É importante ressaltar que os vinhos de 2010 apresentaram concentração de ácido acético acima da permitida pela legislação brasileira que é de no máximo 1,2 g/L (20 meq/L) (Brasil, 1988), este fato pode levar a uma alteração significativa do sabor e aroma da bebida.

Outros ácidos orgânicos também foram quantificados por espectroscopia de RMN H^1 (Tabela 6). Não foi possível quantificar o ácido málico, pois a concentração deste estava abaixo do limite de detecção do RMN H^1 nas condições de análise (Figura 4). Em trabalhos anteriores foram encontradas baixas concentrações deste ácido: 0,5 e 0,62 g/L (Guimarães, 2006; Duarte et al., 2010). O ácido málico não está presente no fruto da jabuticaba e pode ser produzido a partir da glicose durante a fermentação alcoólica (Lopez-Rituerto et al., 2009). A quantidade desejável de ácido málico em vinhos tintos de uva está entre 0,4 e 0,5 g/L (Avenozza et al., 2006), pois o excesso deste ácido altera o sabor do vinho, prejudicando sua qualidade.

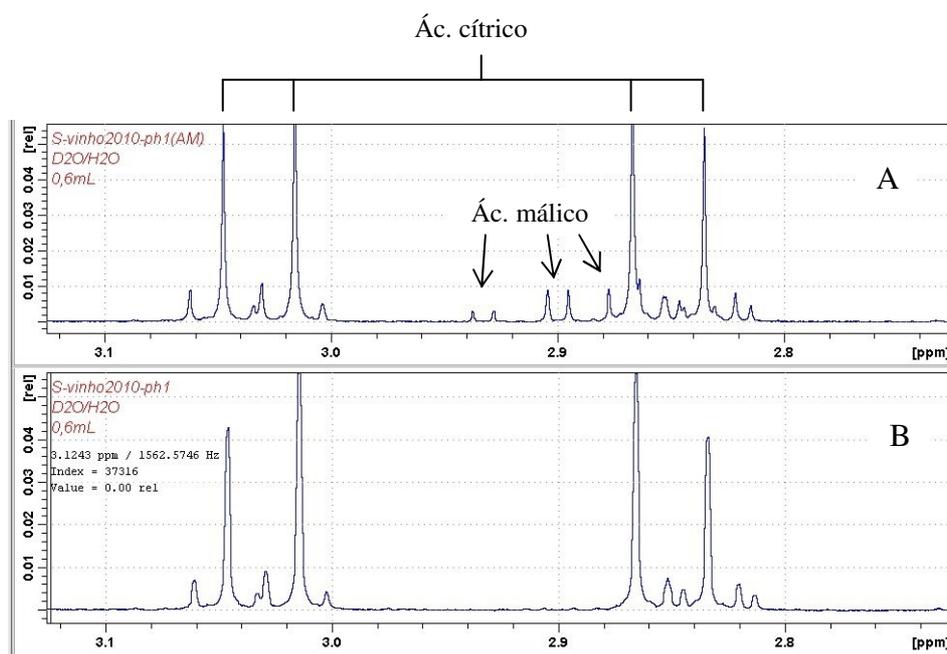


Figura 4. Espectros de RMN H^1 do vinho 2010 puro (B) e com adição de ácido málico (A), ambas as amostras em pH 1,0.

Normalmente se adicionam bactérias lácticas ao mosto para que ocorra a fermentação malo-lática, ou seja, a conversão do ácido málico em ácido lático, o que aumenta a maciez do vinho (Avenozza et al., 2006). Como não houve a adição destas bactérias lácticas durante a fermentação dos vinhos de jabuticaba, as concentrações de ácido lático ficaram abaixo de 0,55 g/L. O ácido lático presente nos vinhos pode ter sido produzido pelas próprias leveduras durante a fermentação alcoólica, já que esta fonte fornece de 0,2 a 0,4 g/L deste ácido (Son et al., 2009).

Tabela 6. Análise de ácidos orgânicos em vinhos de jabuticaba por RMN H^1 (500 MHz)

<i>Constituintes</i>	2001	2002	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ác. cítrico ¹	3,65	4,10	5,03	3,61	4,82	3,60	4,42	5,37	3,64
Ác. succínico ¹	0,50	0,59	0,67	0,60	0,71	0,47	0,57	0,56	0,67
Ác. acético ¹	0,37	0,24	0,32	0,51	0,34	0,25	0,62	0,78	1,69
Ác. láctico ¹	0,07	0,09	0,10	0,10	0,08	0,11	0,11	0,11	0,59

¹ concentrações em g/L

Como pode ser observado na Tabela 6, o ácido cítrico é o principal responsável pela alta acidez total titulável dos vinhos. Este ácido que existe em grande quantidade na jabuticaba (Guimarães, 2006; Jham et al., 2007) foi o que apresentou os maiores teores em todos os anos estudados, principalmente no ano de 2009. Variações climáticas, tais como intensidade de luz, temperatura e chuvas, influenciam a síntese e metabolização deste ácido nos frutos (Son et al., 2009), o que pode explicar a sua variação entre as safras. É recomendado na Europa que em vinhos de uva a sua concentração não ultrapasse 1g/L (Robinson, 2006).

O ácido succínico é também um ácido proveniente da jabuticaba (Guimarães, 2006; Jham et al., 2007), além de ser produzido durante a fermentação. Seus teores dependem da cepa de levedura predominante, sendo que nos vinhos de uva as concentrações desse ácido variam de 0,5 a 1,5 g/L (Guerra e Barnabé, 2005). Nos vinhos de jabuticaba analisados, os teores variaram de 0,36 a 0,64 g/L (Tabela 6). Em um estudo recente (Duarte et al., 2010) foi encontrado em média 5,11 g/L deste ácido em vinhos de jabuticaba, este fato pode ser devido ao uso de diferentes variedades de jabuticabas na elaboração dos vinhos (Jham et al., 2007).

5 CONCLUSÕES

Através dos estudos feitos pode-se observar que um dos problemas do vinho tinto de jabuticaba é sua alta acidez, devido principalmente ao alto teor de ácido cítrico. Quando se compararam frutos de diferentes pomares, observou-se que os frutos do terceiro pomar apresentaram maiores teores de açúcar e menor acidez, o que demonstra que a escolha da origem do fruto é importante para o produto final. Também o nível de maturação do fruto vai determinar a acidez final do produto, posto que o principal ácido orgânico do vinho seja oriundo do fruto, principalmente das sementes.

A etapa de maceração também é um momento crítico onde os ácidos são retirados do fruto. Uma maceração mais curta ou a prévia retirada das sementes poderiam diminuir este conteúdo excessivo de ácido cítrico. Finalizando, se todas estas medidas não resultarem em uma diminuição significativa da acidez só resta adicionar substâncias básicas, como carbonato

de cálcio, para contornar este problema. Entretanto tal medida pode alterar o sabor do produto final o que também não é desejável.

REFERÊNCIAS

ASQUIERI, E.R.; DAMIANI, C.; CANDIDO, M.A.; ASSIS, E.M. Vino de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): estudo de las características físico químicas y sensoriales de los vinos tintos seco y dulce, fabricados con la fruta integral. **Alimentaria** 355: 111-121, 2004.

AVENOZA, A.; BUSTO, J.S.H.; CANAL, N.; PEREGRINA J.S.M. Time course of the evolution of malic and lactic acids in the alcoholic and malolactic fermentation of grape must by quantitative ¹H NMR (qHNMR) spectroscopy. **J. Agric. Food Chem.** 54: 4715-4720, 2006.

BARROS, R.S., FiNGER, F.L., MAGALHAES, M.M. Changes in-non-structural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scientia Horticulturae** 66: 209-215, 1996.

BERREGI, I.; SANTOS, J.I.; CAMPO, G.; MIRANDA, J.I. Quantitative determination of (-)-epicatechin in cider apple juices by ¹H NMR. **Talanta** 61: 139-145, 2003.

BRASIL. Decreto no 2314, 4 set.1997: Regulamenta a lei no 8918 de 14 jul.1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção, e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, p.19549, 05 de set.1997.

BRASIL. Lei no 7678, de 8 out.1998: Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização de vinho e derivados de uva e do vinho, e dá outras providências. Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>

BRASIL; Portaria nº 229, 25 out. 1988, *Diário Oficial da União*, DF, 31/10/1988.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'sabará'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24(3):378-383, 2004.

CLARK, S.; BARNETT, N.W.; ADAMS, M.; COOK, I.B.; DYSON, G.A.; JOHNSTON, G. Monitoring a commercial fermentation with proton nuclear magnetic resonance spectroscopy with the aid of chemometrics **Analytica Chimica Acta** 563: 338-345, 2006.

CORREA, M.O.G.; PINTO, D.D.; ONO, E.O. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Biociências** 5(supl.2): 831-833, 2007.

DARTIGUENAVE, C.; JEANDIT, P.; MAUJEAN, A. Study of the contribution of major organic acids of wine to the buffering capacity of wine in model solutions. **Am. J. Enol. Vitic.** 51(4): 352-356, 2000.

DUARTE, W.F.; DIAS, D.R.; OLIVEIRA, J.M.; TEIXEIRA, J.A.; SILVA, J.B.A.; SCHWAN, R.F. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabioba, jaboticaba and umbu. **LWT - Food Science and Technology** xxx:1-9, 2010.

FADDA, A.; MULAS, M. Chemical changes during myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit development and ripening. **Scientia Horticulturae** 125: 477-485, 2010.

GUERRA, C. C.; BARNABE, D. Vinho. *In*: Venturini Filho, W. G. (Org.) **Tecnologia de bebidas – matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. p 423-451.

GUIMARAES, D.P. Avaliação de estresse e do potencial fermentativo de isolados de *Saccharomyces* na microvinificação da jaboticaba, Dissertação de mestrado, Lavras: UFLA, 2006. 97 p.

JHAM, GN; FERNANDES, SA; GARCIA, CF, PALMQUIST, D. Comparison of GC and HPLC for quantification of organic acids in two jaboticaba (*Myrciaria*) fruit varieties. **Quim. Nova** 30(7): 1529-1534, 2007.

KOUNDOURAS, S.; MARINOS, V.; GKOU LIOT, A.; KOTSERIDS, Y.; VAN LEEUWEN, C. Influence of Vineyard Location and Vine Water Status on Fruit Maturation of Nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on Wine Phenolic and Aroma Components. **J. Agric. Food Chem.** 54: 5077-5086, 2006.

LEE, J.; KENNEDY, J.A.; DEVLIN, C.; REDHEAD, M.; RENNAKER, C. Effect of early seed removal during fermentation on proanthocyanidin extraction in red wine: A commercial production example. **Food Chemistry** 107: 1270–1273, 2008.

LIMA, A.J.B.; CORREA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; DANTAS-BARROS, A.M. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, 58(4), 416-421, 2008.

LOPEZ-RITUERTO, E.; CABREDO, S.; LOPEZ, M.; AVENOZA, A.; BUSTO, J. H.; PEREGRINA, J. M. A thorough study on the use of quantitative ¹H NMR in Rioja red wine fermentation processes. **J. Agric. Food Chem.** 57: 2112–2118, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 2^a ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda., 1998. v 1, p 266.

OLIVEIRA, A.L.; BRUNINI, M.A.; SALANDINI, C.A.R.; BAZZO, F.R. Caracterização tecnológica de jaboticabas ‘sabará’ provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Rev. Bras. Frutic.** 25(3): 397-400, 2003.

ROBINSON, J. **The Oxford Companion to Wine**, 3^o ed., Oxford University Press, 2006, p. 171.

SILVA, P.H.A.; FARIA, F.C.; TONON, B.; MOTA, S.J.D.; PINTO, V.T. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) **Quim. Nova** 31(3): 595-600, 2008.

SILVA, T.G.; REGINA, M.A.; ROSIER, J.P.; RIZZON, L.A.; CHALFUN, N.N.J.; Diagnóstico vinícola do sul de Minas Gerais I. Caracterização físico-química dos vinhos. **Ciênc. Agrotec.** 23(3): p.632-637, 1999.

SON, H-S.; HWANG, G-S.; AHN, H-J.; PARK, W-M.; LEE, C-H.; HONG, Y-S. Characterization of wines from grape varieties through multivariate statistical analysis of ¹H NMR spectroscopic data. **Food Research International** 42: 1483–1491, 2009.

TORRES NETO, A.B.; SILVA, M.E.; SILVA, W.B.; SWARNAKAR, R.; SILVA, F.L.H. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Quim. Nova** 29(3): 489-492, 2006.

VINICOLA JABUTICABAL, Disponível em: <<http://www.vinicolajabuticabal.com.br>> Acesso em: 07 maio 2010.