

Obtenção de vinagre de jabuticaba por fermentação espontânea

^{1, *} Enio Paulo Zoche¹, Odacir de Figueredo, ² Catiussa Maiara Pazuch, ² Eliane Colla, ¹ Rosana Aparecida da Silva-Buzanello

¹ Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Medianeira. Av. Brasil, 4232, CEP 85884-000, C.P. 271, Medianeira-PR, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA), Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Câmpus Medianeira. Av. Brasil, 4232, CEP 85884-000, C.P. 271, Medianeira-PR, Brasil.

* odacyr@hotmail.com

Resumo: O vinagre é um alimento muito popular utilizado como condimento e conservante, entretanto, as indústrias tem produzido vinagre a partir de matérias-primas inferiores, não sendo atribuída a devida importância a este produto. Como a jabuticaba apresenta valores consideráveis de sólidos solúveis totais, vitamina C e compostos fenólicos, a sua utilização na produção de vinagre seria uma alternativa para seu aproveitamento, resultando em um produto de maior valor agregado. O objetivo deste estudo foi produzir vinagre de jabuticaba por fermentação espontânea variando as condições de fermentação: concentração de açúcar e proporção água/jabuticaba no mosto, avaliando a influência destas no fermentado obtido. A fermentação foi acompanhada pela determinação de pH, acidez, sólidos solúveis totais (SST) e açúcares redutores em glicose. Após estabilização de SST foi determinado o teor de etanol. Os teores de etanol obtidos variaram de 2,1 a 10,7%. A adição de açúcar apresentou efeito positivo na produção de etanol e o aumento da proporção/água jabuticaba apresentou efeito negativo, ambos significativos ($p < 0,05$). Os ensaios com maiores concentrações de etanol (7,8 e 10,7%) resultaram em produtos de menor acidez. Já os pontos centrais (5,2 a 5,7% de etanol) apresentaram maiores teores de acidez (~3% ácido acético), sugerindo uma possível inibição das bactérias acéticas naturalmente presentes no mosto, em concentrações superiores a 5% de etanol.

Palavras-chaves: Fermentado Acético; Fermentado Alcoólico; Vinagre de Fruta.

Achievement of Jabuticaba vinegar by spontaneous fermentation: Vinegar is a very popular food used as a condiment and preservative, however, manufacturers have produced vinegar from raw materials of low quality and without economic value, not being given importance to this product. As jabuticaba presents considerable amounts of soluble solids, vitamin C and phenolic compounds, its use in the production of vinegar would be an alternative, resulting in a product with higher added value. The aim of this study was to produce vinegar from jabuticaba by spontaneous fermentation changing evaluating the fermentation conditions: concentration of sugar and ratio water/jabuticaba, their influence on fermented. Product fermentations were monitored by determination of pH, acidity, total soluble solids (TSS) and reducing sugars in glucose. After stabilization of TSS the ethanol content was determined. The ethanol content obtained ranged from 2.1 to 10.7%. The addition of sugar had a positive effect on ethanol production and the increase of ratio water/jabuticaba had negative effect, both significant ($p < 0.05$). Assays with higher ethanol concentrations (7.8 and 10.7%) resulted in products with lower acidity. Nevertheless, the central points (5.2, 5.7% ethanol) presented higher levels of acidity (~ 3% acetic acid), suggesting a possible inhibition of acetic bacteria naturally present in the must, at concentrations of ethanol above 5%.

Keywords: Acetic Fermented; Alcoholic Fermented; Fruit Vinegar.

Recebido: 09 de Dezembro de 2014; aceito: 26 de Novembro de 2015, publicado: 11 de Dezembro de 2015.

DOI: 10.14685/rebrapa.v6i2.3462

INTRODUÇÃO

O vinagre é um produto que apresenta um mercado estabelecido e bem aceito, sendo considerado um produto simples e básico da cultura brasileira.

Dois processos bioquímicos são responsáveis pela produção do vinagre, sendo eles, a fermentação alcoólica por ação de leveduras sobre matérias-primas açucaradas e amiláceas e, a fermentação acética, na qual as soluções alcoólicas produzidas pela fermentação alcoólica sofrem ação de bactérias aeróbias produzindo ácido acético (AQUARONE *et al.*, 2001; PEDROSO, 2003).

O vinagre pode ser obtido a partir de diferentes sistemas de produção. Tradicionalmente, utilizam-se culturas de bactérias acéticas em uma interface entre o líquido e o ar. Os recipientes são preenchidos em até dois terços de sua capacidade, o qual é mantido em contato com o ar exterior mediante diferentes tipos de abertura. Os vinagres produzidos pelas técnicas tradicionais apresentam qualidade superior em função de sua complexidade organoléptica (MAS *et al.*, 2014).

No Brasil, assim como ocorre em outros países com culturas similares, não é atribuída importância à qualidade dos vinagres produzidos, sendo considerado apenas um condimento azedo subestimando-se suas propriedades nutritivas, sanitizantes, sensoriais e medicinais. Esse tipo de comportamento provoca a indução de produções a partir de matérias-primas mais baratas utilizando-se de processos cada vez mais produtivos, sendo assim obtida apenas uma simples substância ácida (AQUARONE *et al.*, 2001). Em contrapartida, vinagres finos são produzidos utilizando-se frutos, cereais, mel, dentre outros, obtendo-se assim vinagres de elevado grau de desenvolvimento e com valor agregado.

Os vinagres de frutas apresentam qualidade sensorial e nutricional superior quando comparados com vinagres obtidos de outras fontes, apresentando sabor e aroma próprios. Em relação ao aspecto nutricional, destacam-se a presença de ácidos orgânicos, vitaminas,

compostos fenólicos, proteínas e aminoácidos, provenientes do fruto e da fermentação alcoólica (AQUARONE *et al.*, 2001; MARQUES *et al.*, 2010; FONTAN *et al.*, 2011).

Segundo Oliveira *et al.* (2003) a jabuticaba é um fruto nativo do Brasil, originária do Centro-Sul, podendo ser encontrada desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul. As maiores produções concentram-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo.

Embora seja muito popular no Brasil, a jabuticaba não apresenta valor comercial muito elevado, por ser muito perecível, contudo sua venda é assegurada. Após sua colheita, a vida útil do fruto é de até três dias, o que prejudica sua comercialização. Portanto, observa-se o consumo de jabuticaba na forma de geleias, doces ou vinhos. No que se refere à fabricação de geleias, geralmente suas cascas e sementes são desprezados (o que representa quase 50% do fruto) e, estas porções, ricas em pigmentos, precisariam ser levadas em consideração no fabrico de produtos derivados (LIMA *et al.*, 2008).

A jabuticaba é um fruto com características relevantes para a fermentação, uma vez que apresenta um elevado conteúdo de sólidos solúveis totais favorecendo o processo fermentativo, com a produção de vinagre de qualidade superior, além de conter quantidades significativas de vitamina C e polifenóis, presentes no fruto como um todo (LIMA *et al.*, 2008). Assim, a utilização da jabuticaba como matéria-prima para a produção de vinagre, possibilitaria a obtenção de um produto com qualidade superior, sendo que, as condições de fermentação deste produto precisam ser verificadas.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi produzir vinagre de jabuticaba através de fermentação espontânea, variando a concentração de açúcar e a proporção de água/jabuticaba do mosto no processo de fermentação.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

As jabuticabas (*Myrciaria cauliflora*) utilizadas como matéria-prima para fabricação do vinagre foram cultivadas em uma propriedade localizada na cidade de São Miguel do Iguaçu-PR e colhidas manualmente com grau de maturação uniforme. Açúcar cristal, da marca Colombo, e água potável previamente fervida e resfriada foram utilizados na etapa de preparação do mosto. Os reagentes utilizados nas determinações apresentaram grau analítico.

Preparo do mosto

As jabuticabas foram lavadas com água potável e mantidas a temperatura de refrigeração até o seu processamento. Os frutos foram utilizados integralmente (casca, polpa e sementes), esmagados manualmente e acondicionados em recipientes de vidro com capacidade de 3 litros e adicionados de água potável e de açúcar, estes utilizados conforme planejamento experimental.

Fermentação alcoólica

Foi realizado o processo de fermentação alcoólica espontânea, ou seja, sem a adição de leveduras, com o intuito de avaliar a fermentação mediante crescimento das leveduras presentes na fruta. Para tanto, os frascos de vidro foram vedados acoplando-se uma mangueira com saída de ar para um recipiente contendo água, denominado de batoque, para evitar a entrada de oxigênio e facilitar a saída de CO₂ e mantidos sob uma bancada a temperatura ambiente (aproximadamente 28°C). A fermentação foi controlada pelo desprendimento de gás do batoque e pela determinação de pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais (SST) e açúcares redutores em glicose, seguindo os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). No término da fermentação foi determinado o conteúdo de etanol obtido com o intuito de avaliar a fermentação alcoólica.

A concentração de açúcar do mosto e a proporção de água/jabuticaba foram variadas com o intuito de avaliar a melhor condição experimental, aplicando-se um Planejamento Fatorial Completo (2², com triplicata no ponto central, totalizando 07 ensaios). Os valores reais e codificados das variáveis estudadas podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis reais e codificados das variáveis: concentração de açúcar e proporção água/jabuticaba.

Fatores		Níveis reais e codificados		
		-1	0	+1
x ₁	Concentração de açúcar (% _{m/m})	0	5	10
x ₂	Proporção água/jabuticaba (m/m)	0,5	1,25	2,0

Ao término da fermentação alcoólica foi calculado o rendimento, a eficiência e a produtividade da reação conforme apresentado

nas Equações 1, 2 e 3. Dentre essas determinações, a primeira relaciona os valores de etanol produzido com os açúcares consumidos, a segunda a relação entre o álcool

produzido e o álcool teórico, este último determinado a partir dos açúcares consumidos $\times 0,5111$ e, a terceira, o etanol produzido em relação ao tempo de fermentação (AQUARONE *et al.* 2001; BORTOLINI *et al.*, 2001).

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{P_{exp}}{C_{con}} \times 100 \quad (1)$$

Em que, P_{exp} : concentração experimental de etanol (%); C_{conc} : concentração de açúcares consumidos (g.L^{-1}).

$$\text{Eficiência (\%)} = \frac{P_{teo}}{P_{exp}} \times 100 \quad (2)$$

Em que, P_{teo} : concentração teórica de etanol (%); P_{exp} : concentração experimental de etanol (%).

$$\text{Produtividade (\%)} = \frac{P_{exp}}{t} \times 100 \quad (3)$$

Em que, P_{exp} : concentração experimental de etanol (%); t : tempo de fermentação (h).

Fermentação acética

A fermentação acética também foi conduzida de forma espontânea, avaliando a acetificação realizada por bactérias presentes naturalmente no mosto. Para tanto, os frascos contendo o fermentado alcoólico foram abertos e cobertos por uma flanela, previamente higienizada e presa ao frasco com elástico, para permitir a entrada de ar para acetificação e, ao mesmo tempo, evitar contaminação por insetos. Os frascos foram mantidos no mesmo local, a temperatura ambiente, e a fermentação foi controlada pela determinação de pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008).

Determinação da concentração de etanol

A concentração de etanol foi determinada em Cromatógrafo Líquido de Ultra-alta pressão (UPLC) (DIONEX, Modelo U3000) equipado com detectores de Índice de Refração e de Arranjo de Diodos, utilizando a metodologia

proposta por Aguiar *et al.* (2005), com algumas modificações. As amostras foram filtradas em membrana Millipore 0,45 μm e injetadas em coluna Rezex ROA-Organic Acid H^+ (8%). A fase móvel foi constituída de H_2SO_4 5M mantida sob fluxo de 0,6 mL.min^{-1} . Manteve-se a temperatura do sistema a 30°C e a detecção foi realizada por índice de refração, sendo o volume de amostra injetado igual a 20 μL . Um padrão de etanol (Sigma) foi utilizado na curva de referência para cálculo da concentração de etanol das amostras. As análises foram realizadas em triplicata para cada uma das formulações e as concentrações de etanol foram determinadas a partir de curva de calibração.

Caracterização do vinagre de jabuticaba

A caracterização dos fermentados acéticos com percentual de acidez próximo a 4% foi realizada com o intuito de comparar os valores com os previstos pelo Padrão de Identidade e Qualidade de Fermentados Acéticos (BRASIL, 2012). Assim, foi realizada do extrato seco reduzido, resíduo mineral fixo e acidez em % ácido acético, seguindo as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e, determinação de etanol por oxidação de dicromato de potássio, seguindo metodologia descrita pela AOAC (1998).

Análise estatística

Os resultados obtidos foram avaliados utilizando o *software* Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fermentação espontânea em todos os ensaios foi conduzida em condições ambientais similares. Mediante observação das condições físicas foi possível determinar o término aproximado da fermentação alcoólica após 15 dias de fermentação, percebido inicialmente pela ausência de desprendimento de gás do batoque dos frascos e, posteriormente, confirmado a partir das determinações de açúcares redutores e sólidos solúveis totais.

Após abertura dos frascos a etapa de fermentação acética foi iniciada. As amostras permaneceram sob fermentação até completar 40 dias de fermentação, contados desde o início dos experimentos.

Fermentação alcoólica

O processo de fermentação alcoólica consiste na oxidação anaeróbia parcial da glicose pela ação

de leveduras, produzindo etanol e gás carbônico, dentre outros produtos secundários (FIORIO e DALPOSSO, 2011). A eficiência de produção de etanol é fundamental para obtenção de um vinagre de qualidade.

A Tabela 2 apresenta a matriz dos ensaios com os valores reais e codificados e a concentração de etanol obtida em cada um dos ensaios.

Tabela 2 – Matriz dos ensaios com valores reais e codificados e percentuais de etanol produzido ao término da fermentação alcoólica.

Ensaio	Concentração de açúcar (%m/m)	de Proporção de água/jaboticaba (m/m)	de Etanol (%)
1	-1 (0)	-1 (0,5)	4,47 ± 0,03
2	+1 (10)	-1 (0,5)	10,74 ± 0,01
3	-1 (0)	+1 (2,0)	2,06 ± 0,01
4	+1 (10)	+1 (2,0)	7,79 ± 0,02
5	0 (5)	0 (1,25)	5,74 ± 0,02
6	0 (5)	0 (1,25)	5,21 ± 0,01
7	0 (5)	0 (1,25)	5,36 ± 0,03

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicaram que maiores concentrações de açúcar possibilitaram maiores teores de etanol. Esses resultados também comprovam que, mesmo em condições em que não houve adição de açúcar houve produção de etanol, indicando a riqueza de compostos fermentáveis presentes na jaboticaba.

Contudo, segundo Rizzon *et al.* (1992) para obtenção de fermentados acéticos com maiores rendimentos recomenda-se o uso de fermentados alcoólicos com 7 a 10% de etanol, pois valores abaixo de 7% ou acima de 10%

resultam, respectivamente, em vinagres fracos e susceptíveis a deterioração ou, inibem o desenvolvimento das bactérias acéticas.

Observou-se que resultados do ponto central (F5, F6 e F7) foram semelhantes, indicando boa repetibilidade dos experimentos.

Os efeitos das variáveis estudadas sobre a resposta de etanol podem ser visualizados na Tabela 3. Pode-se observar que a proporção de água/jaboticaba apresentou efeito negativo na produção de etanol, enquanto que, a adição de açúcar apresentou efeito positivo, sendo ambos significativos a 95% de confiança.

Tabela 3 – Efeitos estimados e p valores para a concentração de etanol.

Fatores	Efeitos	Erro padrão	t _{Calc} (4)	p-valor
Média	5,91	0,22	26,42	<0,0001
(x ₁) Concentração de açúcar (% _{m/m})	5,95	0,59	10,04	0,0005
(x ₂) Proporção água/jabuticaba (m/m)	-2,65	0,59	-4,47	0,0110

Como os efeitos lineares da concentração de açúcar (x₁) e proporção água/jabuticaba (x₂) foram significativos a 95% de confiança, determinou-se a equação do modelo para previsão do percentual de etanol produzido nas condições de fermentação estudadas, sendo apresentada na Equação 4.

$$\text{Etanol (\%)} = 5,91 + 2,97x_1 - 1,32x_2 \quad (4)$$

A análise de variância para a resposta de concentração de etanol é apresentada na Tabela 4. Pode-se perceber que o valor de *F*_{calculado} é superior ao de *F*_{tabelado}, indicando, portanto, que o modelo é válido para prever a resposta de concentração de etanol considerando-se as faixas estudadas para as variáveis.

Tabela 4 – Análise de variância para a concentração de etanol.

Fonte de regressão	SQ	GL	QM	F _{calc}	F _{tab}	p-valor
Regressão	42,42	2	42,42	120,90	6,94	0,0003
Resíduos	1,40	4	0,35			
Total	168,63	6				R ² = 96,80%

SQ: soma dos quadrados, GL: graus de liberdade, QM: quadrados médios, F_{calc}: F calculado, F_{tab}: F tabelado.

A Figura 1 apresenta a superfície de resposta e a curva de contorno para a resposta de concentração de etanol. Os resultados demonstram que a variação da proporção

água/jabuticaba e concentração de açúcar resultaram em teores etanólicos consideráveis para a produção de vinagre, mesmo partindo de uma fermentação espontânea.

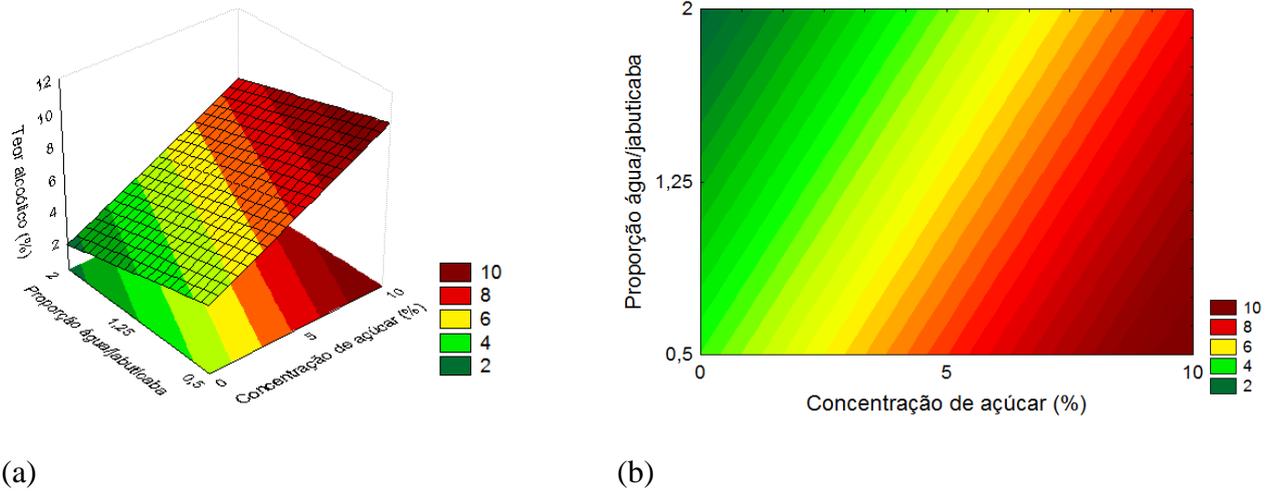


Figura 1 – Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para a concentração de etanol.

Acompanhamento da fermentação

A Figura 2 apresenta o acompanhamento da acidez em % de ácido acético e pH e, a Figura 3

o teor de sólidos solúveis totais e de açúcares redutores, determinados ao longo de toda fermentação espontânea

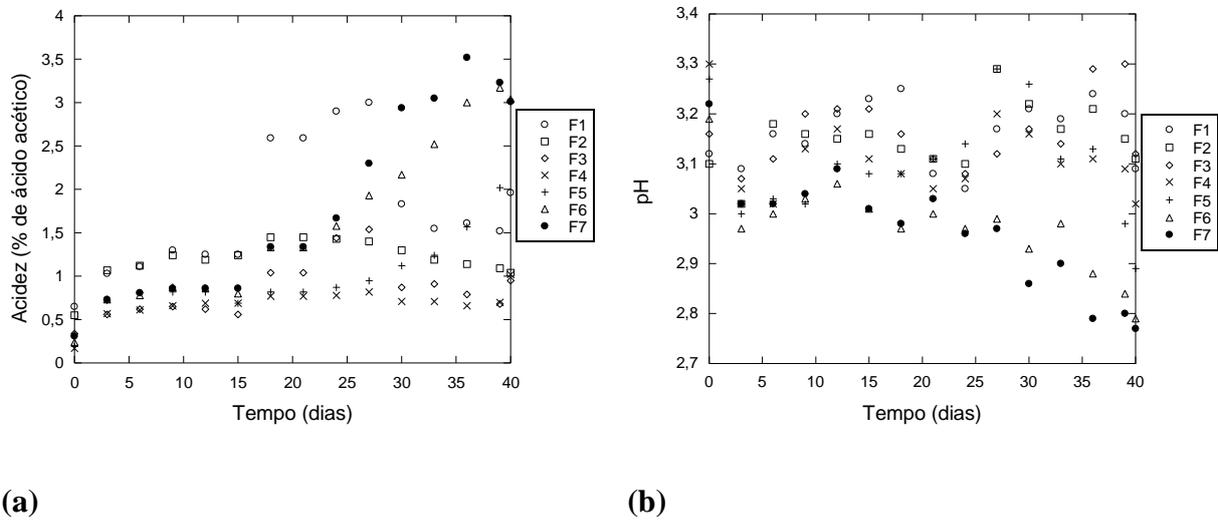


Figura 2 – Acompanhamento do teor de acidez em % de ácido acético (a) e pH (b) durante a fermentação espontânea do mosto de jabuticaba.

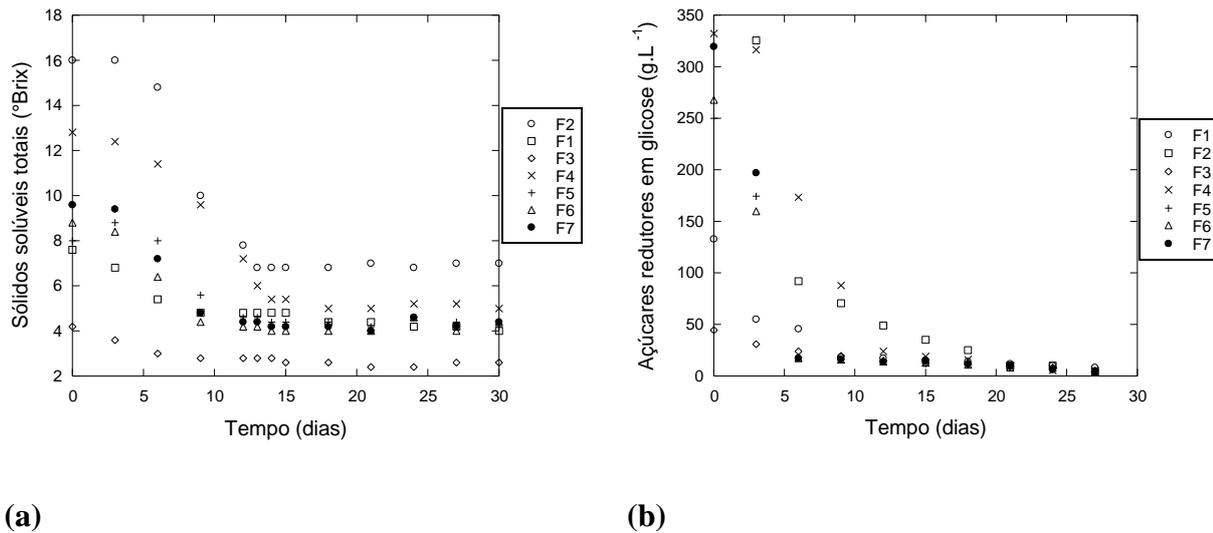


Figura 3 – Acompanhamento da concentração de sólidos solúveis totais em °Brix (a) e de açúcares redutores em glicose em g.L⁻¹ (b) durante a fermentação espontânea do mosto de jaboticaba.

Após 15 dias de fermentação observou-se aumento do teor de acidez da maioria das formulações, o que indicou o início da fermentação acética (Figura 2(a)).

Os valores de pH variaram com maior intensidade durante todo o processo fermentativo. Após cerca de 40 dias de fermentação o pH variou de 2,77 até 3,12 dentre as diferentes formulações. Segundo Mas *et al.* (2014) durante a etapa de fermentação, além da oxidação do etanol, compostos adicionais são formados a partir de outros mecanismos de reação, como a formação de ésteres. Isso pode justificar a oscilação de pH durante toda a fermentação.

As formulações F1 e F3 apresentaram redução da acidez considerável quando se aproximaram os 30 dias de fermentação e aumento do pH. Essas alterações foram acompanhadas de mudanças do aspecto visual do produto, indicando possível contaminação. Isso pode ter ocorrido em virtude da baixa concentração de etanol produzida nas duas formulações, sendo inferior a 5%, não sendo capaz de inibir as bactérias deteriorantes.

As formulações com maiores teores de etanol, F2 e F4, que apresentaram respectivamente 10,7 e 7,8%, apresentaram os menores valores de acidez dentre as formulações estudadas. Isso pode indicar que as bactérias acéticas presentes naturalmente nos frutos não conseguiram tolerar estas concentrações, sugerindo a caracterização e identificação destas bactérias.

Já as formulações F5, F6 e F7 (pontos centrais), com teores de etanol entre 5,2 e 5,7% apresentaram os maiores valores de acidez em % de ácido acético, apesar de ainda estarem abaixo do previsto pela legislação (4%). Isso pode ser atribuído ao crescimento de bactérias acéticas do gênero *Acetobacter* que, segundo Mas *et al.* (2014) são encontradas em fermentados com baixos teores de ácido acético. De acordo com Rizzon e Meneguzzo (2006) a graduação alcoólica de um vinho adequada para posterior fermentação acética não deve ser inferior a 5%, assim, estas condições dos pontos centrais estudadas foram propícias para o desenvolvimento de bactérias acéticas.

Segundo Aquarone *et al.* (2001) a existência de compostos não fermentáveis no meio pode ser visualizada pela consequente estabilização do

teor de açúcares. É o que pode ser observado na Figura 3(a), onde, após 15 dias de fermentação, os sólidos solúveis totais foram estabilizados para todas as formulações, concluindo que esta se tratava da etapa de término da fermentação alcoólica. O mesmo pode ser verificado para a

Figura 3(b) para a concentração de açúcares redutores.

A Tabela 5 apresenta os valores de açúcares consumidos, etanol produzido e etanol teórico, bem como, os resultados de produtividade, rendimento e eficiência de fermentação.

Tabela 5 – Açúcares consumidos, etanol produzido e teórico e resultados de produtividade, rendimento e eficiência de fermentação.

Formulações	Açúcares consumidos (%m/v)	Etanol experimental (%m/v)	Etanol teórico (%m/v)	Produtividade (g/L.h)	Rendimento da fermentação (%)	Eficiência da fermentação (%)
F1	12,5	4,5	6,4	0,01	36,1	70,6
F2	43,7	10,7	22,3	0,03	24,5	47,9
F3	4,0	2,1	2,0	0,01	52,4	102,5
F4	32,7	7,8	16,7	0,02	23,8	46,6
F5	24,4	5,7	12,5	0,02	23,4	45,7
F6	26,4	5,2	13,5	0,01	19,7	38,5
F7	31,6	5,4	16,1	0,02	17,1	33,4

Com exceção da F3, as demais formulações produziram quantidade de etanol inferior aos valores teóricos previstos (Tabela 5). Isso pode ser justificado pela elevada concentração de açúcares apresentados nas demais formulações, superiores a 20%, que apesar de produzir quantidades superiores de etanol, prejudicaram a obtenção de produções eficientes deste composto. Bortolini *et al.* (2001) comenta que teores elevados de açúcares podem interferir no crescimento de leveduras e com isso, prejudicar a eficiência da fermentação.

A produtividade dos fermentados alcoólicos variou de 0,01 a 0,03 g/L.h, sendo esses valores

inferiores aos encontrados na literatura, como era esperado, em virtude do processo ser conduzido em condições espontâneas. Almeida *et al.* (2006) estudaram a fermentação do fruto mandacaru, obtendo uma produtividade de 0,74 g/L.h e Silva (2004) verificou uma produtividade de 0,78 g/L.h na elaboração de fermentado de caju.

Caracterização físico-química dos vinagres obtidos

Como nenhuma das formulações atingiu o teor de acidez mínimo de 4% em ácido acético previsto pela legislação foram analisadas as três formulações com valores mais próximos do

previsto, sendo então selecionadas as formulações 5, 6 e 7.

A Tabela 6 apresenta os resultados da caracterização físico-química realizada. Conforme mencionado anteriormente o teor de acidez apresentou-se abaixo do previsto pela

legislação (BRASIL, 2012). Contudo, os valores obtidos para o teor de etanol, extrato seco reduzido e resíduo mineral fixo encontraram-se dentro dos limites preconizados.

Tabela 6 – Caracterização físico-química dos vinagres com maior acidez produzidos.

Características químicas	físico- F5	F6	F7	Padrões (BRASIL, 2012)
Acidez (% ácido acético)	2,98 ± 0,30	3,02 ± 0,01	3,04 ± 0,02	Mínimo 4
Teor de etanol (% v/v)	0,25 ± 0,00	0,37 ± 0,02	0,12 ± 0,02	Máximo 1
Extrato seco reduzido (g.L ⁻¹)	11,54 ± 0,63	15,14 ± 0,02	16,72 ± 0,23	Mínimo 6
Resíduo mineral fixo (g.L ⁻¹)	2,25 ± 0,51	2,35 ± 0,50	1,99 ± 0,11	Mínimo 1 Máximo 5

CONCLUSÃO

Na avaliação da fermentação espontânea para obtenção de vinagre de jabuticaba constatou-se que as leveduras naturalmente presentes no fruto se mostraram eficientes na fermentação alcoólica espontânea obtendo-se fermentados com até 10,7% de etanol.

A proporção água/jabuticaba apresentou efeito negativo e a concentração de açúcar apresentou efeito positivo para a produção de etanol, indicando que menores proporções de água/jabuticaba e maiores concentrações de açúcar resultaram em fermentados com maiores concentrações de etanol.

Contudo, as bactérias acéticas presentes naturalmente no fruto não se mostraram eficientes para produção de elevados teores de acidez, obtendo-se fermentados com aproximadamente 3% de acidez em ácido acético, estando abaixo do que preconiza a

legislação brasileira, sugerindo a presença predominante de espécies do gênero *Acetobacter*.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.; NASCIMENTO, R. A. A.; FERRETTI, L. P.; GONÇALVES, A. R. Determination of Organic Acids and Ethanol in Commercial Vinegars. **Brazilian Journal of Food Technology**, 5º SIPAL, p. 51-56, 2005.

ALMEIDA, M.M.; TAVARES, D.P.S.A.; ROCHA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H.; MOTA, J.C. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. United States of

America: AOAC International, v. 2, 16 ed., 1998.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Ed. Blucher, v. 4, 1. ed., 2001, 523 p.

BORTOLINI, F.; SANT'ANNA, E. S.; TORRES, R. C. Comportamento das fermentações alcoólica e acética de sucos de kiwi (*Actinidia deliciosa*); composição dos mostos e métodos de fermentação acética. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, p.236-243, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa n.º 6 de abril de 2012. **Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos**. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 de abril de 2012. Disponível em: <<http://anav.com.br/legislacao.php?id=29>> Acesso em: 24 fev. 2014.

FIORIO, J. L.; DALPOSSO, P. V. **Caracterização e fermentação alcoólica de uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* T.) visando produção de vinagre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Química) – Curso de Bacharelado e Licenciatura em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/436/1/PB_COQUI_2011_2_09.pdf> Acesso em: 24 fev. 2014.

FONTAN, R. C. I; VERÍSSIMO, L. A. A. V.; SILVA, W. S.; BONOMO, R. C. F.; VELOSO, C. M. Cinética da fermentação alcoólica na elaboração de vinho de melancia. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 203-210, 2011.

INSTITUTO ADOLF LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4 ed., 1. ed. digital, 2008, 1020 p.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C. A.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-

BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

MARQUES, F. P. P.; SPINOSA, W.; FERNANDES, K. F.; CASTRO, C. F. S.; CALIARI, M. Padrões de identidade e qualidade de fermentados acéticos comerciais de frutas e vegetais. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, p. 119-126, 2010.

MAS, A.; TORIJA, M. J.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Acetic acid bacteria and the production and quality of wine vinegar. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-6, 2014.

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

PEDROSO, P. R. F. **Produção de vinagre de maçã em biorreator airlift**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Bioquímica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Bioquímica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85261/192096.pdf?sequence=1>> Acesso em 24 fev. 2014.

RIZZON, A. L; GUERRA, C. C; SALVADOR, G. L. **Elaboração de vinagre na propriedade agrícola**. Circular Técnica N° 15, EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 1992.

RIZZON, L.; MENEGUZZO, J. **Sistema de produção de vinagre**. **Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves. Dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/acetificacao.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

SILVA, M. E. **Estudos cinéticos da fermentação alcoólica da produção de vinho**

e da fermentação acética de produção de vinagre de vinho de caju. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

STATSOFT. STATISTICA for Windows: computer program manual. Versão 8.0. Tulsa: Software Inc., 2007.