

FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU: PRODUÇÃO, CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

C. E. A. DANTAS*, J. L. A. SILVA

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte – Campus Currais Novos
carlos.eduard@hotmail.com*

Submetido 02/05/2016 - Aceito 17/05/2017

DOI: 10.15628/holos.2017.4506

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a produção, acompanhamento da cinética de fermentação e caracterização físico-química de fermentado alcoólico de umbu (*Spondias tuberosa*), a fim de verificar sua concordância com os padrões exigidos pela legislação brasileira para fermentados de frutas. O mosto foi preparado a partir da diluição da polpa de umbu em água na proporção de 1:1,5; sendo feita a chaptalização do mesmo com adição de açúcar até 20°Brix; adicionou-se, ainda, carbonato de cálcio para corrigir o pH até 4,00, e metabisulfito de potássio ($0,1\text{g.L}^{-1}$). *Saccharomyces cerevisiae* (5g.L^{-1}) foi a levedura utilizada no processo fermentativo, que foi conduzido a 22°C, por 11 dias, em estufa B.O.D., sendo acompanhados diariamente o teor de sólidos solúveis totais, a produção de etanol e o pH. Após a fermentação o mosto foi submetido à refrigeração para decantar as partículas

sólidas, sendo, em seguida, realizada a trasfega do fermentado, que foi filtrado e envasado. Procedeu-se, então, com as análises físico-químicas da bebida, as quais foram: densidade relativa; teor alcoólico; acidez total, volátil e fixa; pH; açúcares redutores, não-redutores e totais; extrato seco total e reduzido; cinzas; sulfatos; e relação álcool/extrato seco reduzido. Os resultados das análises mostraram que a maioria dos parâmetros avaliados está dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira para fermentados de fruta, exceto a acidez total, que ficou abaixo do limite mínimo estabelecido, no entanto, em concordância com o reportado pela literatura. De maneira geral a bebida obtida apresentou boas características, podendo ser uma alternativa econômica para pequenos produtores da região Nordeste do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: *Spondias tuberosa*, fermentado de fruta, análise físico-química.

UMBU WINE: PRODUCTION, FERMENTATIVE KINETICS AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION

ABSTRACT

The aim of this work was the production, monitoring the fermentation kinetics and physicochemical characterization of umbu wine (*Spondias tuberosa*) in order to verify their concordance with the standards required by Brazilian legislation for fruit wines. The must was prepared by diluting umbu pulp with water at a ratio of 1:1.5; It was made chaptalization with added sugar to 20°Brix; it was added, further, calcium carbonate enough to correct pH to 4.00, and potassium metabisulfite ($0,1\text{g.L}^{-1}$). *Saccharomyces cerevisiae* (5g.L^{-1}) was the yeast used in the fermentative process, which was carried out at 22°C for 11 days in a B.O.D incubator, being monitored daily the content of soluble solids, ethanol production and pH. After fermentation, the must was subjected to refrigeration to decant the solid

particles, and then was made the racking wine, which was filtered and bottled. The physico-chemical analysis of the beverage were: relative density; alcohol content; total, volatile and fixed acidity; pH; reducing, non-reducing and total sugars; total and reduced dry extract; ash; sulfates; and ratio alcohol / reduced dry extract. The results showed that the most of the evaluated parameters are in accordance at the limits recommended by the Brazilian legislation for fruit wine, except total acidity, which was below the minimum limit, however, the results are compatible with the literature reported. Overall the beverage obtained showed good characteristics and can be an economical alternative for small farmers in the Northeast region of Brazil.

KEYWORDS: *Spondias tuberosa*, fruit wine, physicochemical analysis

1 INTRODUÇÃO

As frutas são um dos principais recursos da diversidade de formulações de alimentos (Coelho, Vilanova, Genisheva, Oliveira, Teixeira, & Domingues, 2015). No Nordeste do Brasil, muitas frutas têm importância econômica, as quais são vendidas em mercados na forma *in natura* ou congeladas, como polpa, para posterior utilização em sucos ou alimentos processados; devido ao pouco conhecimento dos produtores, perdas na produção de frutas ocorrem, especialmente pela ação deteriorante dos microrganismos. (Trindade, Resende, Silva & Rosa, 2002).

Dentre as frutas nativas da região Nordeste, destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), fruta tropical de sabor e aroma agradáveis, que apresenta importância alimentar e se constitui fonte de renda para as famílias dos agricultores do semiárido, porém é muito perecível e apresenta rápida sazonalidade (Ferreira, Mata & Braga, 2000; Ushikubo, Watanabe & Viotto, 2006).

Segundo o IBGE (2014), no Brasil, foram produzidas 7.466 t de umbu a partir do extrativismo, tendo o estado do Rio Grande do Norte contribuído com 259 t desse valor, sendo caracterizado como o terceiro maior produtor do Nordeste, perdendo apenas para os estados da Bahia e do Pernambuco, que contribuíram com 6.442 t e 382 t do montante total, respectivamente.

Em um estudo de revisão sobre vinhos de outras frutas que não a uva, Jagtap & Bapta (2015) destacam que a produção de vinho a partir de frutas ou seus sucos é considerada uma alternativa para o excedente de frutas podendo gerar renda adicional para os produtores.

De acordo com o Decreto nº 6871, de 4 de junho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas, fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20°C, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura (Brasil, 2009).

Dada a importância do umbu para o semiárido e suas características sensoriais peculiares, o objetivo do presente trabalho foi a produção e caracterização físico-química de fermentado alcoólico de umbu.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração do mosto

Os experimentos de elaboração do mosto foram realizados no primeiro semestre de 2015, no Laboratório de Produtos de Origem Vegetal e no Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Currais Novos.

A matéria-prima utilizada para a produção do fermentado de fruta deste trabalho foi o umbu, na forma de polpa congelada comercial, proveniente de uma associação do município de Currais Novos/RN. Adotou-se a polpa congelada como matéria-prima por uma questão de sazonalidade, já que a época em que o experimento foi conduzido coincidiu com o início do período de safra na região do município de Currais Novos, de modo que a disponibilidade de umbu na forma *in natura* ainda era baixa.

Utilizaram-se aproximadamente 5kg de polpa de umbu, que inicialmente foi descongelada e, em seguida, diluída na proporção de 1:1,5 (polpa/água).

O teor de sólidos solúveis totais verificado no suco (polpa diluída em água) foi de 4,5°Brix. Em seguida foi feita a chaptalização do mosto, adicionando-se açúcar cristal triturado ao suco, sob agitação, em quantidade suficiente para obtenção de um mosto com 20°Brix, a partir do cálculo de balanço de massa.

Após a chaptalização, o pH verificado no mosto foi de 2,58. Procedeu-se, então, com a correção do pH, adicionando-se carbonato de cálcio (CaCO_3) em quantidade suficiente para obtenção de pH 4,00; o pH foi corrigido para 4,00 com a finalidade de se obter valores de acidez total mais altos no fermentado de umbu, haja vista que em experimentos anteriores, Dantas, Medeiros & Silva (2014a) e Dantas, Medeiros & Silva (2014b), que corrigiram o mosto de fermentados de umbu para 4,50 e obtiveram bebidas com valores de acidez total de 35,70 e 21,32 mEq.L^{-1} , respectivamente, estando, ambas, bem abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira vigente.

Subsequente à correção do pH, o mosto foi adicionado metabissulfito de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$), na concentração de 0,1 g.L^{-1} em relação ao volume do mosto. O metabissulfito de potássio fornece ao meio dióxido de enxofre (SO_2), que tem como principal função a inibição do crescimento bacteriano (Duarte, Dias, Oliveira, Teixeira, Almeida e Silva & Schwan, 2010).

2.2 Inóculo da levedura

A levedura utilizada como agente de fermentação foi a *Saccharomyces cerevisiae*, adquirida na forma de fermento biológico seco instantâneo, inoculada diretamente no mosto, na concentração de 5,00 g.L^{-1} em relação ao mesmo. A levedura foi dissolvida em um volume de aproximadamente 150 mL de mosto, e deixada em repouso por um tempo de 30 min, ao término do qual, foi vertida para o restante do mosto, que por sua vez foi homogeneizado.

2.3 Fermentação

A fermentação alcoólica do mosto foi conduzida no Laboratório de Meio Ambiente do IFRN – Campus Currais Novos, em quatro reatores em batelada, de polietileno, com capacidade para 5 L, cada. As tampas dos reatores foram adaptadas com mangueiras, cujas extremidades foram imersas em béqueres com água.

Ao final do preparo do mosto e da inoculação da levedura, o volume obtido de mosto foi de cerca de 14,5 L, que por sua vez foi dividido em 4 volumes aproximadamente iguais e vertidos nos quatro reatores. Em seguida os reatores foram incubados em estufa do tipo B.O.D. (*Biochemistry Oxygen Demand*), regulada para $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Diariamente acompanhou-se o processo de fermentação, fazendo-se análises do teor de sólidos solúveis totais por refratometria, utilizando-se refratômetro ABBE (da marca WYA, modelo 2AW-J) e determinação do pH em pHmetro digital de bolso (marca Ionlab, modelo PH 300), ambas conforme os métodos descritos pelo Instituto Adolf Lutz (2008); além do grau alcoólico, utilizando-se o ebuliômetro (da marca Toscolab), conforme recomendações do fabricante. O final da fermentação foi determinado quando o teor de sólidos solúveis totais permaneceu estável (Duarte *et al.*, 2010; Dias, Schwan & Lima, 2003).

2.4 Etapas pós-fermentação

Concluída a fermentação do mosto, o mesmo foi submetido à refrigeração ($6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) por 15 dias, com a finalidade de cessar completamente a fermentação e facilitar a decantação do mosto, até que a borra (leveduras e sólidos insolúveis) e o vinho (líquido sobrenadante) formassem duas fases distintas bem definidas.

A trasfega do líquido sobrenadante foi feita por meio de sifonagem, sendo o mesmo armazenado em garrafas de vidro devidamente higienizadas, para posteriormente ser filtrado.

Por sua vez, a filtração foi realizada em funis de Büchner – forrados com papéis de filtro, sobre os quais foi espalhada uma camada de terra diatomácea com espessura de cerca de 1 cm – acoplados a kitsatos conectados às bombas de vácuo.

O fermentado de umbu recolhido na filtração, foi, então, envasado em garrafas de vidro de cor verde com capacidade para 1,5 L e tampas rosqueáveis, ambas prévia e adequadamente higienizadas e esterilizadas. A bebida foi armazenada sob refrigeração até a realização das análises físico-químicas.

2.5 Análises físico-químicas

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, exceto o teor de sulfatos por se tratar de uma análise semiquantitativa.

A densidade relativa a 20°C foi obtida por picnometria (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

O teor alcoólico foi determinado em ebuliômetro da marca Toscolab, conforme as instruções do fabricante.

Já a acidez total da amostra foi feita a partir do método potenciométrico, enquanto que a acidez volátil foi obtida por titulação com solução padronizada de NaOH 0,1N, após destilação da amostra por arraste de vapor em aparelho de destilação da marca Moni, modelo MA 036 Plus; e a acidez fixa foi dada pela diferença entre a acidez total e a acidez volátil (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

O pH foi medido de forma direta em pHmetro digital da marca Thermo Scientific, modelo Orion Star A215, previamente calibrado com soluções-tampão de 7 e 4 (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

A determinação dos açúcares redutores e não-redutores foi feita em espectrofotômetro da marca Thermo Scientific, modelo Evolution 60, utilizado-se o método do DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico), que na presença de calor, reage oxidando a carbonila do açúcar redutor, reduzindo-se para ácido 3-amino-5-nitrosalicílico de cor vermelho-alaranjado, que pode ser quantificado em absorbância a 540nm (Miller, 1959). Os açúcares totais foram dados pelo somatório dos açúcares redutores e não-redutores.

Para análise do teor de cinzas, a amostra foi previamente evaporada em chapa aquecedora até secura completa e depois calcinada em mufla a 550°C (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Os sulfatos foram determinados pelo método aproximativo de Marty, em que a partir de uma resposta qualitativa do método, é possível estimar um valor aproximado do teor de sulfatos (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

O extrato seco foi determinado a partir da evaporação da amostra até consistência xaroposa, em que o resíduo foi aquecido em estufa a $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ até peso constante. Já o extrato seco reduzido foi dado pela diferença entre o resultado do extrato seco e o dos açúcares totais e dos sulfatos que excedem 1 g.L^{-1} (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

A determinação da relação álcool em peso/extrato seco reduzido foi obtida pela divisão do valor do teor alcoólico pelo teor de extrato seco reduzido (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de fermentação

No que diz respeito à cinética da fermentação, os dados referentes ao decaimento dos sólidos solúveis, produção de etanol e comportamento do pH, todos em função do tempo, podem ser observados no Figura 01.

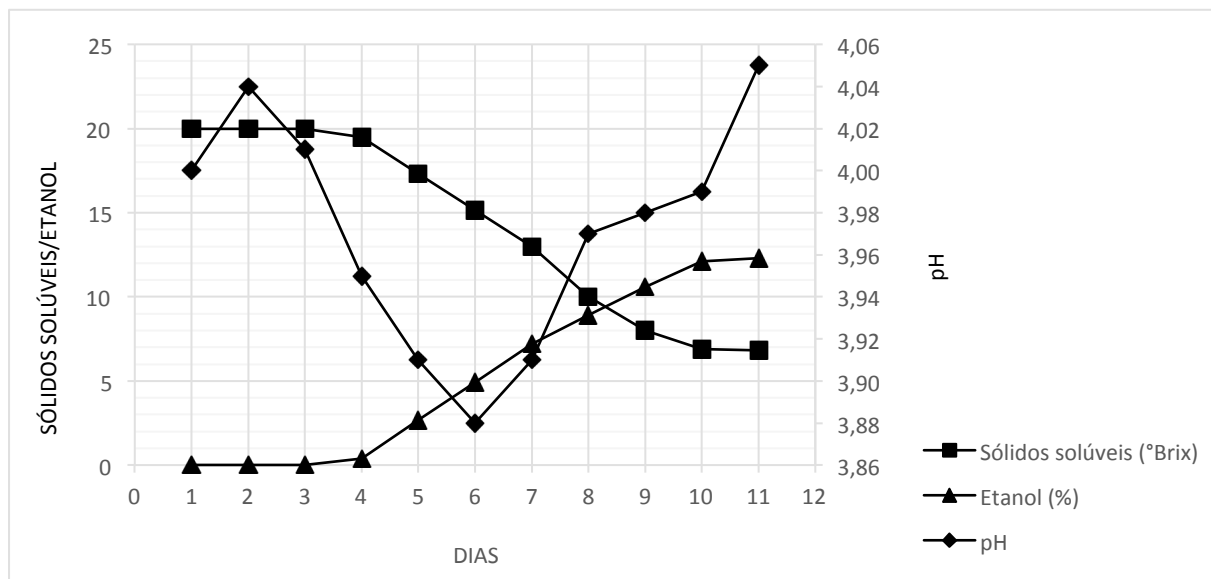


Figura 01 – Gráfico da cinética de fermentação.

Durante os quatro primeiros dias houve um pequeno consumo do substrato por parte das leveduras, já que a levedura ainda estava se adaptando às condições do mosto. Produzindo fermentado de manga, Silva, Silva, Souza, Dantas, Reis & Silva (2011) também verificaram um pequeno consumo do substrato nos primeiros dias de fermentação e sugeriram que isto poderia ser decorrente da sulfitagem do mosto. Outro fator que pode ter influenciado o período de adaptação da levedura foi o estresse osmótico causado pela elevada concentração de açúcares no mosto.

Do quarto ao oitavo dia foi possível observar a alta atividade das leveduras, correspondendo à fase tumultuosa da fermentação, pois as leveduras já haviam se adaptado ao meio e havia açúcar suficiente para ser consumido. Silva, Dantas, Gaspareto & Falcão Filho (2010) utilizando abacaxi para a produção de fermentado alcoólico, também observaram um decréscimo considerável do teor de sólidos solúveis totais (de 21,00 para 9,00°Brix) do mosto a partir do oitavo dia de fermentação. No presente trabalho, entre o quarto e oitavo dias o decréscimo foi de 19,50°Brix para 8,00°Brix.

A partir do oitavo dia o consumo de substrato começou a diminuir gradualmente. Isto se deve, entre outros fatores, à intoxicação da levedura pelo álcool produzido durante a fermentação. No décimo e décimo primeiro dias o teor de sólidos solúveis totais permaneceu constante, indicando o fim da fermentação. A constância no teor de sólidos solúveis totais também foi utilizada como indicativo do fim da fermentação por Carmo, Sá, Almeida & Swarnakar (2012), Silva *et al.* (2011) e Corazza, Rodrigues & Nozaki (2001).

Com relação ao teor alcoólico, a produção de etanol foi lenta nos quatro primeiros dias, não havendo expressiva produção de etanol. Do quarto ao décimo dia de fermentação, a produção de etanol foi mais relevante, haja vista que as leveduras já estavam adaptadas ao meio, passando a consumir regularmente o açúcar, e conseqüentemente convertendo-o a etanol.

Do décimo ao décimo primeiro dias, observou-se uma diminuição na produção de etanol, indicando menor consumo de açúcar por parte das leveduras, e principalmente a ação tóxica do etanol sobre o metabolismo das mesmas. Venturini Filho (2010) destaca que o etanol se torna inibidor em altas concentrações, de modo que o crescimento celular reduz significativamente quando a concentração de etanol no mosto atinge 5,00%, podendo até mesmo cessar quando esta atinge 10,00%. No período de tempo em questão, a concentração de etanol esteve um pouco acima de 12,00%, valor mais do que suficiente para retardar o crescimento das leveduras.

Na condução do processo fermentativo os valores de pH medidos apresentaram pouca variação com o passar do tempo, salvo uma ligeira queda de pH entre o terceiro dia e o nono, período que coincide com a maior atividade da levedura (quanto ao consumo do açúcar e produção de etanol). Tal decréscimo pode ter ocorrido graças à produção de ácidos orgânicos por parte da levedura durante a fermentação, por desvios de rotas metabólicas. Venturini Filho (2010) afirma que outros compostos além do etanol podem ser formados durante a fermentação, como ácidos de cadeia média, e, portanto, contribuem para a redução do pH.

3.2 Caracterização físico-química

Os resultados das análises físico-químicas do fermentado de umbu e os respectivos limites estabelecidos pela legislação brasileira podem ser observados na Tabela 01.

Tabela 01 – Resultados das análises físico-químicas do fermentado de umbu.

Parâmetro físico-químico	Resultado*	Portaria n°64/2008	Portaria n°229/1988
Densidade relativa (g.mL ⁻¹)	0,9930 ± 0,0001	–	–
Teor alcoólico (% v.v ⁻¹)	12,57 ± 0,29	4 – 14	–
Acidez total (mEq.L ⁻¹)	45,50 ± 0,28	50 – 130	–
Acidez volátil (mEq.L ⁻¹)	5,51 ± 0,56	≤ 20	–
Acidez fixa (mEq.L ⁻¹)	39,99 ± 0,74	≥ 30	–
pH	3,43 ± 0,05	–	–
Açúcares redutores (g.L ⁻¹)	1,07 ± 0,03	–	–
Açúcares não-redutores (g.L ⁻¹)	0,69 ± 0,04	–	–
Açúcares totais (g.L ⁻¹)	1,76 ± 0,01	–	≤ 5
Extrato seco total (g.L ⁻¹)	22,49 ± 0,12	–	–
Extrato seco reduzido (g.L ⁻¹)	21,73 ± 0,12	≥ 7	–
Cinzas (g.L ⁻¹)	3,65 ± 0,12	–	≥ 1,3
Sulfatos (g.L ⁻¹)	< 0,7	–	≤ 1
Relação álcool/extrato seco reduzido	4,63 ± 0,09	–	≤ 6,5

*Resultados expressos a partir da média seguida do desvio-padrão.

3.2.1 Densidade relativa

No presente estudo, a densidade relativa verificada no fermentado de umbu foi de $0,9930 \text{ g.mL}^{-1}$, valor próximo aos encontrados por Silva *et al.* (2010) no fermentado de abacaxi e Oliveira, Dantas, Feitosa, Gomes, Oliveira & Machado (2015) no fermentado de umbu-cajá, cujos valores foram $0,9926 \text{ g.mL}^{-1}$ e $0,9902 \text{ g.mL}^{-1}$, respectivamente.

Rizzon & Miele (2002) afirmam que a densidade do vinho é consequência do teor alcoólico e da quantidade de açúcar residual, o que justifica o valor encontrado no presente trabalho, já que foram verificados alto teor alcoólico e baixo teor de açúcares totais. Dantas *et al.* (2014a) obtiveram um fermentado de umbu suave com uma densidade relativa de $1,01878 \text{ g.mL}^{-1}$, este valor elevado é fruto do alto teor de açúcares, que foi de $52,40 \text{ g.L}^{-1}$, que fez com que a densidade aumentasse, mesmo com um teor alcoólico também elevado (14%).

3.2.2 Teor alcoólico

O produto mais relevante da fermentação é o álcool, sendo o etílico o que se apresenta em maior proporção em vinhos, cerca de 95%, enquanto que outros álcoois como o metílico, o isobutílico, o isoamílico, etc. estão presentes em menor proporção, cerca de 0,50% (Moretto, 1988; Aquarone, Borzani, Schmidell & Lima, 2001). O teor alcoólico, aliado ao pH e à acidez, confere à bebida fermentada estabilidade química e microbiológica.

Segundo a Portaria Nº 64/2008 fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de 4,00 a 14,00% em volume à 20°C; o grau alcoólico encontrado no presente trabalho foi de $12,54\% \text{ v.v}^{-1}$, estando, portanto, dentro dos limites exigidos pela referida portaria. A partir deste resultado, pode-se inferir que a levedura comercial utilizada foi capaz de se adaptar às condições do mosto, utilizando de forma satisfatória a matéria-prima para a produção de etanol em concentrações relevantes. Resultado semelhante foi encontrado por Melo, Santos, Barbosa Junior, Santos, Carnellosi & Trindade (2007), que utilizando uma cepa de *Candida sergipensis* isolada da própria polpa de umbu, conseguiram um fermentado alcoólico com 10°GL após 12 dias de fermentação.

O resultado do presente trabalho ($12,57\% \text{ v.v}^{-1}$) é muito superior ao encontrado por Carmo *et al.* (2012) no fermentado de umbu elaborado a partir de sua polpa comercial, que foi de 5,90% de álcool; ao passo que é relativamente próximo ao encontrado por Gomes, Lima, Rabelo, Oliveira & Silva (2010), também para fermentado de umbu, que foi de 11,6% de álcool. A variação dos resultados pode ser fruto das diferentes formas de processamento, que vão desde à chaptalização, correção do pH do mosto, sulfitagem, tipo e concentração do inóculo, bem como a temperatura utilizada nos experimentos, entre outros.

3.2.3 Acidez total

Os principais ácidos orgânicos de vinhos (e também de fermentados) são os provenientes da matéria-prima, como o tartárico, o málico e o cítrico, além dos provenientes da fermentação, como o succínico, o láctico e o acético. Os ácidos orgânicos também são importantes, pois influenciam nas propriedades sensoriais (cor, aroma e sabor) das bebidas alcoólicas, estando ainda relacionados com a estabilidade microbiológica das mesmas (Aquarone *et al.*, 2001; Venturine Filho, 2010).

A acidez total do vinho leva em conta todos os tipos de ácidos, ou seja, tanto os inorgânicos, como o ácido fosfórico, quanto os orgânicos, incluindo os principais citados

anteriormente (Ribéreau-Gayon, Glories, Maujean & Dubourdieu, 2006). A acidez total encontrada no fermentado de umbu deste trabalho foi de 45,50 mEq.L⁻¹, valor abaixo do mínimo exigido pela legislação brasileira, que é de 50mEq/L. O presente resultado é superior aos 29,00 mEq.L⁻¹ verificados por Dias *et al.* (2003) para o fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.), fruta pertencente ao mesmo gênero do umbu, ficando também abaixo do limite mínimo preconizado pela legislação supracitada. Valores semelhantes, ainda, são reportados por Oliveira *et al.* (2011) para fermentados de cagaita produzidos a partir de células livres e imobilizadas da cepa UFLA CAT-1 de *Saccharomyces cerevisiae*, cujos resultados foram 44,93 mEq.L⁻¹ e 47,78 mEq.L⁻¹, respectivamente.

Avaliando-se especificamente o caso do umbu, observa-se que a baixa acidez total reportada pela literatura para esta fruta pode estar associada às correções de pH nas etapas de preparo do mosto. Dantas *et al.* (2014a) e Dantas *et al.* (2014b), que encontraram valores de 35,57 mEq.L⁻¹ e 21,32 mEq.L⁻¹ para acidez total titulável em fermentados suave e seco, respectivamente, corrigiram o pH dos mostos para 4,50. O pH do mosto no presente trabalho foi corrigido para 4,00; o que pode ter resultado em uma acidez total maior do que a verificada pelos autores supracitados, já que uma menor fração de ácidos orgânicos oriundos do próprio umbu pode ter sido neutralizada. Paula *et al.*, (2012), corrigiram o mosto de umbu para 3,70; e ao final obtiveram uma bebida com acidez total de 50,07 mEq.L⁻¹, estando, portanto, dentro do limite mínimo.

Vários fatores podem ter contribuído para o baixo valor de acidez total encontrado no presente trabalho, como: a diluição dos ácidos presentes na polpa de umbu durante a diluição da mesma no preparo do mosto, já que a Dantas *et al.* (2014a) e Dantas *et al.* (2014b) diluíram a polpa na proporção de 1:2 (polpa/água), enquanto que no presente trabalho a diluição foi de 1:1,5; a baixa formação de ácidos voláteis durante a fermentação; assim como a salificação dos ácidos orgânicos pela adição do carbonato de cálcio na etapa de correção do pH do mosto, tendo em vista que Ribéreau-Gayon *et al.* (2006) afirmam que a contribuição de cada tipo de ácido para a acidez total é determinada pela sua força, que define seu estado de dissociação, bem como o grau que cada ácido apresenta de se combinar para formar sais.

3.2.4 Acidez volátil

A acidez volátil é constituída pelos ácidos orgânicos voláteis, sendo o ácido acético o seu principal componente; em excesso a acidez volátil pode transmitir à bebida um gosto avinagrado (Aquarone *et al.*, 2001; Nemeth, González, Pérez, Petit, Motzezak & Granadillo, 2010).

A Portaria Nº 64/2008 estabelece um limite máximo de 20,0 mEq.L⁻¹ para este parâmetro nos fermentados de fruta, o valor obtido no fermentado de umbu foi de 5,51 mEq.L⁻¹, estando, portanto, dentro do padrão. Dias *et al.* (2003) determinaram resultados semelhantes aos do presente trabalho, com o valor médio de 5,50 mEq.L⁻¹ para acidez volátil no fermentado de cajá. Já Segtowick, Brunelli & Venturini Filho (2013) verificaram uma acidez volátil de 4,45 mEq.L⁻¹ em fermentados secos produzidos a partir da polpa e do suco de acerola.

Quanto à literatura, voltando-se para o umbu, especificamente, Dantas *et al.* (2014b) obtiveram valores inferiores aos encontrados no presente trabalho, sendo 4,00 mEq.L⁻¹ o valor médio obtido pelos referidos autores; enquanto Paula *et al.* (2012) encontraram um resultado de 7,27 mEq.L⁻¹ para acidez volátil. O baixo teor de acidez volátil indica a boa sanidade do produto (Aquarone *et al.*, 2001), portanto, o valor de 5,51 mEq.L⁻¹, bem abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, indicando uma boa condução do processo fermentativo e, conseqüentemente, um produto de qualidade.

3.2.5 Acidez fixa

A legislação brasileira estabelece um mínimo de 30,00 mEq.L⁻¹ para a acidez fixa. O resultado encontrado no fermentado de umbu foi de 39,99 mEq.L⁻¹, enquadrando-se dentro do padrão preconizado pela Portaria nº 64/2008, sendo também um valor próximo aos 42,08 mEq.L⁻¹ encontrados em outro fermentado de umbu (Paula *et al.*, 2012).

3.2.6 pH

A Portaria Nº 64/2008 não estabelece limites para pH, no entanto, Aquarone *et al.* (2001) destacam que de maneira geral os vinhos apresentam valores de pH entre 3,00 e 4,00; já Rizzon & Miele (2002) afirmam que valores elevados de pH expõem as bebidas fermentadas a alterações microbiológicas e físico-químicas, prejudiciais a sua estabilidade. O pH do fermentado de umbu foi 3,43; estando, portanto, dentro da faixa esperada para vinhos.

Valores semelhantes de pH são recorrentes na literatura, tanto para fermentados de umbu, quanto para outras frutas: 3,56 para fermentado de umbu (Carmo *et al.*, 2012), 3,50 para fermentados de caju (Silva, Eufrásio, Carmo, Almeida & Pires, 2014), 3,51 para fermentado de acerola (Nemeth *et al.*, 2010), 3,35 para fermentado de romã da variedade Molar del Elche (Andreu-Sevilla, Mena, Marti, Viguera & Carbonell-Barrachina, 2013). A variabilidade do pH nos diferentes tipos de fermentados pode estar atrelada à composição química de cada matéria-prima, em especial aos tipos de ácidos presentes em cada fruta, bem como suas forças, além da espécie e linhagem das leveduras utilizadas no processo fermentativo, dentre outros fatores.

3.2.7 Açúcares redutores, não-redutores e totais

O fermentado de umbu apresentou um teor de açúcares redutores de 1,07g.L⁻¹, indicando o bom desempenho da levedura no processo fermentativo ao metabolizar a sacarose do mosto. Resultado semelhante foi observado por Maeda & Andrade (2003) no fermentado de camu-camu: 1,07g/L. No que diz respeito aos açúcares não-redutores, o resultado de 0,69 g.L⁻¹, a exemplo do teor de açúcares redutores, indica a boa atividade das leveduras durante a fermentação, convertendo praticamente toda a sacarose dissolvida no mosto a açúcares mais simples (glicose e frutose). Segtowitz *et al.* (2013) divulgaram um valor médio de 0,51 g.L⁻¹ de açúcares não-redutores para fermentados de acerola classificados como secos, logo, muito próximo do resultado obtido no fermentado de umbu.

A Portaria nº 64/2008 não estabelece limites mínimo ou máximo para açúcares totais, mas, tomando-se por base a Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988, do MAPA, que complementa os padrões de identidade e qualidade do vinho – produto mais próximo dos fermentados de frutas –, é possível classificar o fermentado de umbu quanto ao teor de açúcares totais, sendo designado como seco (máximo 5,00 g.L⁻¹ de açúcares totais), já que possui 1,76 g.L⁻¹ de açúcares.

3.2.8 Extrato seco total

Entende-se por extrato seco a totalidade das substâncias restantes depois do processo de evaporação ou destilação, como os hidratos de carbono, glicerina, ácidos não voláteis, combinações nitrogenadas, substâncias tânicas, álcoois superiores e minerais (Arruda, Casimiro, Garruti & Abreu, 2007). Segundo Aquarone *et al.* (2001), vinhos que contém menos de 20,00 g.L⁻¹

são considerados como leves. Para tal parâmetro, o fermentado de umbu apresentou um valor de $22,59 \text{ g.L}^{-1}$, sendo considerado encorpado.

A legislação brasileira não estabelece limites de extrato seco total nem para vinhos nem para fermentados de fruta. Comparando-se o resultado obtido com os valores reportados pela literatura, este foi um pouco semelhante ao valor médio encontrado por Segtowick *et al.* (2013) em fermentados secos de acerola ($26,40 \text{ g.L}^{-1}$).

3.2.9 Extrato seco reduzido

O extrato seco reduzido é o extrato seco total descontado do açúcar residual superior a 1 g.L^{-1} (Manfroi, Miele, Rizzon & Barradas, 2006). O valor encontrado no fermentado de umbu foi $21,73 \text{ g.L}^{-1}$, valor próximo ao de extrato seco total ($22,59 \text{ g.L}^{-1}$) devido à baixa concentração de açúcares ($1,76 \text{ g.L}^{-1}$). O limite mínimo para extrato seco reduzido exigido pela Portaria N° 64/2008 é $7,00 \text{ g.L}^{-1}$, sendo assim, o fermentado de umbu se enquadra dentro do estabelecido. Paula *et al.* (2012) também trabalhando com fermentado de umbu, obtiveram um valor de $23,50 \text{ g.L}^{-1}$ para extrato seco reduzido, enquanto Oliveira *et al.* (2015) obtiveram $18,75 \text{ g.L}^{-1}$ para fermentado de umbu-cajá.

3.2.10 Cinzas

As cinzas representam os elementos minerais presentes no vinho e geralmente correspondem a aproximadamente 10% do extrato seco reduzido (Rizzon & Mieli, 2001). A concentração de cinzas encontrada no fermentado umbu foi $3,65 \text{ g.L}^{-1}$, valor relativamente próximo aos $3,48 \text{ g.L}^{-1}$ encontrados por Asquieri, Rabêlo & Silva (2008) no fermentado de jaca, e superior aos valores de $1,70 \text{ g.L}^{-1}$ no fermentado de abacaxi encontrado por Silva *et al.* (2010). A Portaria N°229/1998 determina para vinhos brancos (que seria o produto mais próximo do fermentado de umbu) um mínimo de $1,30 \text{ g.L}^{-1}$ de cinzas, sendo assim, a bebida elaborada se enquadra dentro do limite referido.

3.2.11 Sulfatos

Quanto ao teor de sulfatos, a Portaria N°229/1988 estabelece o máximo de $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ para vinhos; no presente trabalho, o resultado encontrado para esse parâmetro foi menos de $0,70 \text{ g.L}^{-1}$, estando em conformidade com a legislação citada. Em fermentado de acerola o valor encontrado foi $0,14 \text{ g/L}$ de sulfatos (Nemeth *et al.*, 2010), enquanto que no de jaca o valor obtido foi $0,70 \text{ g.L}^{-1}$ (Asquieri *et al.*, 2008).

3.2.12 Relação álcool/extrato seco reduzido

Este parâmetro representa a relação entre os compostos voláteis (representados pelo álcool) e pelos compostos fixos (extrato seco reduzido) do vinho; tal relação contribui para indicar o excesso de chaptalização efetuado no vinho. (Rizzon, 2010).

A legislação brasileira, por meio da Portaria n° 229/1988, estabelece que a relação álcool/extrato seco reduzido nos vinhos brancos (produto mais próximo do fermentado de umbu) deve ser de, no máximo, 6,50. O resultado obtido no presente estudo foi de 4,64, estando, assim, dentro do limite máximo estabelecido, indicando que não houve excesso de chaptalização.

Valor inferior ao deste trabalho – 2,99; foi reportado por Oliveira et al. (2015) no fermentado de umbu-cajá.

4 CONCLUSÃO

A utilização do umbu como matéria-prima para a elaboração de fermentado de fruta se mostrou adequada. A bebida obtida apresentou boas características físico-químicas, com a maioria dos resultados dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira, exceto a acidez total, que ficou abaixo do limite mínimo. Mesmo a acidez total estando fora do padrão, esta, assim como os demais parâmetros estão condizentes com a literatura reportada para fermentados de fruta.

Sendo assim, a produção do fermentado de umbu pode ser uma alternativa à sazonalidade da fruta, podendo ser fonte de renda para pequenos produtores do Semiárido, além de contribuir para reduzir as perdas pós-colheita do umbu.

Para trabalhos futuros, sugere-se uma menor correção do pH do mosto, com a finalidade de obter uma bebida com acidez total dentro do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira; além de um estudo com planejamento fatorial, objetivando-se a otimização do processo de produção do fermentado de umbu, bem como a realização de análise sensorial a fim de verificar a aceitação da bebida.

5 REFERÊNCIAS

- ANDREU-SEVILLA, A. J., Mena, P., Marti, N., Viguera, C. G. & Carbonell-Barrachina. (2013). Volatile composition and descriptive sensory analysis of pomegranate juice and wine. *Food Research International*, 54(1), 246-254. doi: 10.1016/j.foodres.2013.07.007
- Aquarone, E., Borzani, W., Schmidell, W. & Lima, U. A. (2001). *Biotecnologia industrial – Biotecnologia na produção de alimentos*. São Paulo: Blücher.
- Arruda, A. R., Casimiro, A. R. S., Garruti, D. S. & Abreu, F. A. P. (2007). Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. *Revista Ciência Agrônômica*, 38(4), 377-384. Recuperado de <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/97/323>
- Asquieri, E. R., Rabêlo, A. M. S. & Silva, A. G. M. E. (2008). Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(4), 881-887. Dez. 2008. doi: 10.1590/S0101-20612008000400018
- Brasil, Casa Civil. (2009). *Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas; regulamenta a Lei nº 8918, de 14 de julho de 1994 (Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Ministério da Agricultura. (1988). *Aprova as normas referentes a complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho (Portaria nº 229, de outubro de 1988)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2008). *Aprova os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta*

- composto e saquê (Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Carmo, S. K. S., Sá, S. K. C. V. L.; Almeida, M. M. & Swarnakar, R. (2012). Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 14(1), 15-20. Recuperado de <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev141/Art1412.pdf>
- Coelho, E., Vilanova, M., Genisheva, Z., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A. & Domingues, L. (2015). Systematic approach for the development of fruit wines from industrially processed fruit concentrates, including optimization of fermentation parameters, chemical characterization and sensory evaluation. *LWT – Food Science and Technology*, 62(2), 1043-1052. doi: 10.1016/j.lwt.2015.02.020
- Corazza, M. L.; Rodrigues, D. G. & Nozaki, J. (2001). Preparação e caracterização do vinho de laranja. *Química Nova*, 4(4), 449-452. doi: 10.1590/S0100-40422001000400004
- Dantas, C. E. A., Medeiros, G. A. & Silva, J. L. A. Caracterização físico-química do vinho de umbu produzido no IFRN - Campus Currais Novos. In: *Anais do 10º Congresso de Iniciação Científica do IFRN – CONGIC*. (pp. 408-414). Pau dos Ferros, RN.
- Dantas, C. E. A., Medeiros, G. A., Silva, J. L. A. (2014). Elaboração e avaliação físico-química de fermentado de umbu (*Spondias tuberosa*). In: *Resumos do 10º Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages*. (p. 4). Aracaju, SE.
- Dias, D. R., Schwan, R. F. & Lima, L. C. O. (2003). Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(3), 342-350. doi: 10.1590/S0101-20612003000300008
- Duarte, W. F., Dias, D. R., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., Almeida e Silva, J. B. & Schwan, R. F. (2010). Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuaçu, gabioba, jaboticaba and umbu. *LWT – Food Science and Technology*, 43(10), 1564-1572. doi: 10.1016/j.lwt.2010.03.010
- Ferreira, J. C., Mata, M. E. R. M. C., Braga, M. E. D. (2000). Análise sensorial da polpa de umbu submetida a congelamento inicial em temperaturas criogênicas e armazenadas em câmaras frigoríficas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 2(1), 7-17. Recuperado de <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev21/Art212.pdf>
- Gomes, E. M. S., Lima, T. O., Rabelo, T. C. B., Oliveira, E. G. & Silva, M. C. S. (2010). Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu. *Revista Científica do IFAL*, 1(1), 59-65. Recuperado de <http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/educte/article/view/31/23>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2014). *Produção da extração vegetal e da silvicultura* – 2014. Recuperado de http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2014_v29.pdf
- Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. Recuperado de http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf
- Jagtap, U. B., Bapat, V. A. (2015). Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus. *Food Bioscience*, 9(1), 80-96. doi: 10.1016/j.fbio.2014.12.002

- Maeda, R. N. & Andrade, J. S. (2003). Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dúbia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. *Acta Amazônia*, 33(3), 489-498. doi: 10.1590/S0044-59672003000300014
- Manfroi, L., Miele, A., Rizzon, L. A. & Barradas, C. I. N. (2006). Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(2), 290-296. doi: 10.1590/S0101-20612006000200010
- Melo, D. L. F. M., Santos, F. C., Barbosa Junior, A. M., Santos, P. O., Carnelossi, M. A. G., Trindade, R. C. (2007). Identification of yeasts isolated from the pulp in nature and the production of homemade "umbu" wine. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(5), 887-892. doi: 10.1590/S1516-89132007000500017
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428. doi: 10.1021/ac60147a030
- Moretto, E. (1988). *Vinhos e Vinagres - Processamento e Análises*. Santa Catarina: Editora da UFSC.
- Nemeth, A. H., González, C. P., Pérez, B. R., Petit, W. B., Motzezak, R. H. & Granadillo, I. L. (2010). Evaluación química del vino de semeruco (*Malpighia spp.*) producido em el estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*, 10(3), 234-240. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90416328003>
- Oliveira, E. N. A., Dantas, A. B., Feitosa, R. M., Gomes, J. P., Oliveira, G. S. & Machado, A. S. (2015). Elaboração e caracterização de bebida alcoólica fermentada de umbu-cajá. In: *Anais do 19º Encontro Nacional e Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos*. Natal, RN.
- Oliveira, M. E. S., Pantoja, L., Duarte, W. F., Collela, C. F., Valarelli, L. T., Schwan, R. F. & Dias, D. R. (2011). Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) dy both free and immobilised yeast cell fermentation. *Food Research International*, 44(7), 2391-2400. doi: 10.1016/j.foodres.2011.02.028
- Paula, B., Carvalho Filho, C. D., Matta, V. M., Mezezes, J. S., Lima, P. C., Pinto, C. O. & Conceição, L. E. M. G. (2012). Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. *Ciência Rural*, 42(9), 1688-1693. doi: 10.1590/S0103-84782012000900027
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. & Dubourdiou, D. (2006). *Handbook of Enology, The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments*. Paris: Wiley.
- RIZZON, L. A. (2010). *Metodologia para análise de vinho*. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica.
- Rizzon, L. A. & Miele, A. (2001). Avaliação da cv. Cabernet Franc para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21(2), 249-255. doi: 10.1590/S0101-20612001000200022
- Rizzon, L. A. & Miele, A. (2002). Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(2), 192-198. doi: 10.1590/S0101-20612002000200015
- Segtowick, E. C. S., Brunelli, L. T. & Venturini Filho, W. G. (2013). Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(2), 147-154. doi: 10.1590/S1981-67232013005000015
- Silva, C. L., Eufrásio, E. L., Carmo, I. C. L., Almeida, L. S. & Pires, T. P. R. S. (2014). Caracterização

- físico-química do fermentado artesanal do pendúculo de caju (*Anacardium occidentale* L.). In: *Resumos do 10º Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages*. (p. 20). Aracaju, SE.
- Silva, J. L. A., Dantas, D. L. L., Gaspareto, O. C. P. & Falcão Filho, R. S. (2010). Utilização de abacaxi para elaboração de vinhos: avaliação físico química e aceitabilidade. *Holos*, 3, 108-118. doi: 10.15628/holos.2010.401
- Silva, N. S., Silva, B. A., Souza, J. H. P., Dantas, V. V., Reis, K. B. & Silva, E. V. C. (2011). Elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir do suco de manga rosa (*Mangifera indica* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 5(1), 367-378. doi: 10.3895/S1981-36862011000100012
- Trindade, R. C., Resende, M. A., Silva, C. M. & Rosa, C. A. (2002). Yeasts associated with fresh and frozen pulps of Brazilian tropical fruits. *Systematic and Applied Microbiology*, 25(2), 294-300. doi: 10.1078/0723-2020-00089
- Ushikubo, F. Y., Watanabe, A. P., Viotto, L. A. (2006). Microfiltration of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) juice using polypropylene membrane. *Desalination*, 200(1-3), 549-551. doi: 10.1016/j.desal.2006.03.431
- Venturini Filho, W. G. (2010). *Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia*. São Paulo: Blücher.