

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE – CAMPUS CURRAIS NOVOS**

CARLOS EDUARDO ALVES DANTAS

**ELABORAÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE FERMENTADO
ALCOÓLICO DE UMBU**

CURRAIS NOVOS – RN

2015

CARLOS EDUARDO ALVES DANTAS

**ELABORAÇÃO E ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE FERMENTADO
ALCOÓLICO DE UMBU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento das exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Dr. Jonas Luiz Almada da Silva

CURRAIS NOVOS – RN

2015

D192e Dantas, Carlos Eduardo Alves.

Elaboração e análise físico-química e sensorial de fermentado alcoólico de umbu. / Carlos Eduardo Alves Dantas. Currais Novos, RN: IFRN, 2015.

xxf. : il.

Orientador: Dr. Jonas Luiz Almada da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2015.

1. Umbu. 2. Fermentação. 3. Análise Sensorial. I. Silva, Jonas

Ficha elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca do Campus Currais Novos do IFRN.

CARLOS EDUARDO ALVES DANTAS

**ELABORAÇÃO E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE FERMENTADO
ALCOÓLICO DE UMBU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento das exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em 23/03/16, pela seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Jonas Luiz Almada da Silva.

Dr. Jonas Luiz Almada da Silva – Presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dayana do Nascimento Ferreira

Ma. Dayana do Nascimento Ferreira – Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Raquel Macedo Dantas Coelho

Ma. Raquel Macedo Dantas Coelho – Examinadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

RESUMO

O umbu (*Spondias tuberosa*) é uma fruta de sabor e aroma agradáveis, nativa da região Nordeste do Brasil, que é muito consumida tanto na forma *in natura* quanto processada (polpa, doce, geleia, sorvete, etc.) e possui grande potencial para a produção de novos produtos, como, por exemplo, bebidas alcoólicas fermentadas. O presente estudo teve como objetivos: a elaboração de um fermentado de umbu e sua caracterização físico-química e sensorial. O mosto foi preparado diluindo-se a polpa comercial de umbu em água (1:1,5), sendo, posteriormente, seu teor de sólidos solúveis corrigido para 20°Brix pela adição de açúcar. O pH foi corrigido para 4,0; com a adição de CaCO₃, e a sulfitação feita com adição de K₂S₂O₅ (0,1 g.L⁻¹). A levedura utilizada foi a *Saccharomyces cerevisiae* na forma de fermento biológico seco (5,0 g.L⁻¹). A fermentação foi conduzida a 22°C durante 11 dias em estufa B.O.D. Após a fermentação, o mosto foi submetido à temperatura de refrigeração para decantar, sendo posteriormente realizada a trasfega do fermentado, que em seguida foi filtrado e envasado em garrafas de vidro. Foram feitas as seguintes análises físico-químicas da bebida: densidade relativa (0,9930 g.cm⁻³), grau alcoólico (12,57% v.v⁻¹), acidez total (45,50 mEq.L⁻¹), acidez volátil (5,51 mEq.L⁻¹) e acidez fixa (39,99 mEq.L⁻¹), pH (3,43), açúcares redutores (1,07 g.L⁻¹), açúcares não-redutores (0,69 g.L⁻¹) e açúcares totais (1,76 g.L⁻¹), extrato seco total (22,49 g.L⁻¹), extrato seco reduzido (21,73 g.L⁻¹), relação álcool/extrato seco reduzido (4,63), cinzas (3,65 g.L⁻¹) e sulfatos (menos de 0,7 g.L⁻¹). A análise sensorial foi conduzida com 50 provadores não-treinados e não-selecionados, utilizando-se o teste de escala hedônica estruturada de 9 pontos, pelo qual foram avaliados os atributos aparência, cor, aroma, sabor e aceitação global, que obtiveram notas médias de 7,84; 7,82; 7,52; 6,62 e 7,20; respectivamente, todos com índices de aceitação acima de 70%. Quanto aos parâmetros físico-químicos, apenas a acidez total apresentou-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira para fermentados de fruta. É possível concluir que o fermentado de umbu, no geral, apresentou boas características físico-químicas e sensoriais, podendo ser uma alternativa econômica para pequenos produtores no aproveitamento do excedente de produção do umbu.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa*. Fermentado de fruta. Caracterização físico-química. Escala hedônica.

ABSTRACT

The umbu (*Spondias tuberosa*) is a fruit of pleasant taste and aroma, native to northeastern Region of Brazil, which is very much consumed *in natura* or processed (pulp, jam, jelly, ice cream, etc.) and has great potential for production of new products, for example, fermented alcoholic beverages. This study aimed to: the preparation of an umbu wine and its physico-chemical and sensory characterization. The must was prepared by diluting commercial pulp umbu in water (1:1.5), and subsequently its soluble solids content corrected to 20 ° Brix by addition of sugar. The pH was adjusted to 4.0; with the addition of CaCO₃, and sulfitation made with addition of K₂S₂O₅ (0.1 g.L⁻¹). The yeast *Saccharomyces cerevisiae* has been used in the form of dried yeast (5.0 g.L⁻¹). The fermentation was conducted at 22 ° C for 11 days in a greenhouse B.O.D. After fermentation, the wine was subjected to refrigerated temperature to decant, being performed subsequently the wine racking, which was then filtered and packaged in glass bottles. The following physico-chemical analysis of the drink were made: relative density (0.9930 g.cm⁻³), alcohol content (12.57% v.v⁻¹), total acidity (45.50 mEq.L⁻¹), volatile acidity (5.51 mEq.L⁻¹) and fixed acidity (39.99 mEq.L⁻¹), pH (3.43), reducing sugars (1.07 g.L⁻¹), non-reducing sugars (0, 69 g L⁻¹) and total sugars (1.76 g L⁻¹), total solids (22.49 g L⁻¹), reduced dry extract (21.73 g L⁻¹), alcohol/reduced dry extract ratio (4, 63), ash (3.65 gL⁻¹) and sulfates (less than 0.7 gL⁻¹). The sensory analysis was performed with 50 untrained and non-screened tasters using the structured hedonic scale test of 9 points. Were assessed sensory attributes appearance, color, aroma, flavor and overall acceptance, which received average scores of 7.84; 7.82; 7.52; 6.62 and 7.20; respectively, all with acceptance rates above 70%. Among the physico-chemical parameters, only the total acidity was out of the minimum limit established from Brazilian Legislation for fruit wines. It is possible conclude that the umbu wine, in general, showed good physicochemical and sensory characteristics, can be an economical alternative for small producers in the production of surplus production of umbu.

Keywords: *Spondias tuberosa*. Fruit wine. Physicochemical characterization. Hedonic scale.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Umbu	13
Figura 02 – Esquema de reações da glicólise	15
Figura 03 – Conversão do piruvato a etanol	16
Figura 04 – Fluxograma de produção do fermentado de umbu	20
Figura 05 – Ebuliômetro	25
Figura 06 – Ficha de avaliação sensorial do fermentado de umbu	32
Figura 07 – Cinética da fermentação	34
Figura 08 – Perfil do painel sensorial por sexo	46
Figura 09 – Frequência de consumo de vinho branco	47
Figura 10 – Preferência entre vinho seco e suave	47
Figura 11 – Fermentado de umbu	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Fermentados alcoólicos de frutas	17
Tabela 02 – Teor de sulfatos no fermentado de umbu	30
Tabela 03 – Resultados das análises físico-químicas do fermentado de umbu	36
Tabela 04 – Notas dos atributos do fermentado de umbu	48
Tabela 05 – Índice de aceitação por atributos do fermentado de umbu	49

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 – Balanço de massa	21
Equação 02 – Densidade relativa	24
Equação 03 – Acidez total	25
Equação 04 – Acidez volátil	26
Equação 05 – Acidez fixa	26
Equação 06 – Açúcares redutores	28
Equação 07 – Açúcares totais	28
Equação 08 – Extrato seco total	29
Equação 09 – Extrato seco reduzido	29
Equação 10 – Cinzas	31
Equação 11 – Relação álcool/extrato seco reduzido	31
Equação 12 – Índice de aceitação	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	O UMBUZEIRO	12
2.2	O UMBU	13
2.3	FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA	14
2.4	PRODUÇÃO DE FERMENTADOS DE FRUTAS	16
2.5	FERMENTADO DE UMBU	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	ELABORAÇÃO DO MOSTO	20
3.2	INOCULAÇÃO DA LEVEDURA	22
3.3	FERMENTAÇÃO	22
3.4	ETAPAS PÓS-FERMENTAÇÃO	23
3.5	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	23
3.5.1	Densidade relativa	24
3.5.2	Teor alcoólico	24
3.5.3	Acidez total	25
3.5.4	Acidez volátil	26
3.5.5	Acidez fixa	26
3.5.6	pH	26
3.5.7	Açúcares redutores	27
3.5.8	Açúcares não-redutores	28
3.5.9	Açúcares totais	28
3.5.10	Extrato seco total	29
3.5.11	Extrato seco reduzido	29
3.5.12	Sulfatos	30
3.5.13	Cinzas	30
3.5.14	Relação álcool/extrato seco reduzido	31
3.6	ANÁLISE SENSORIAL	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO	34

4.2	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	36
4.2.1	Densidade relativa	37
4.2.2	Teor alcoólico	37
4.2.3	Acidez total	38
4.2.4	Acidez volátil	40
4.2.5	Acidez fixa	41
4.2.6	pH	41
4.2.7	Açúcares redutores	42
4.2.8	Açúcares não-redutores	43
4.2.9	Açúcares totais	43
4.2.10	Extrato seco total	43
4.2.11	Extrato seco reduzido	44
4.2.12	Cinzas	44
4.2.13	Sulfatos	45
4.2.14	Relação álcool/extrato seco reduzido	45
4.3	ANÁLISE SENSORIAL	46
5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

As frutas são um dos principais recursos da diversidade de formulações de alimentos (COELHO et al., 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 et al., 2002).

Já as frutas tropicais têm sido utilizadas como substrato para a produção de vinhos/fermentados (JAGTAP; BAPTA, 2014), que por sua vez surgem como alternativa para o aproveitamento do excedente de produção, prolongando a vida útil das frutas, agregando valor às mesmas, além de contribuírem para a manutenção e intensificação das características sensoriais dos produtos.

Entre as frutas nativas do Brasil, mais especificamente da região Nordeste, pode-se destacar o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) – um produto que tem importância alimentar e se constitui, também, como uma fonte de renda para as famílias dos agricultores da região semiárida do Nordeste, no entanto é uma fruta de rápida sazonalidade e perecibilidade (FERREIRA; MATA; BRAGA, 2000).

Segundo Narain et al. (1992) o peso médio do umbu, considerando os estádios de maturação “verde”, “meio-maduro” e “maduro”, é de 15,39 g, com comprimento e diâmetro médios de 3,21 cm e 2,86 cm, respectivamente. Os mesmos autores reportam ainda que esta fruta possui forma arredondada a ovoide, polpa macia, suculenta e de sabor agridoce.

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2015), à exemplo de outros produtos extrativos, a produção nacional de umbu encontra-se em declínio, já que o IBGE divulgou em dezembro de 2015 informações de produção, referentes ao ano de 2014, quando a produção de umbu foi de 7.466 t, apresentando discreta variação negativa, na ordem de 1%, se comparada à produção do ano anterior, porém, comparando-se à produção de 5 anos, houve um declínio de cerca de 20%. Ainda segundo a CONAB, extrativistas, associados e cooperados, quando questionados sobre a queda da produção, são unânimes em afirmar que a grande

estiagem dos últimos cinco anos, contribuiu, demasiadamente, para tal queda; acrescenta-se a esse fato o desmatamento e o manejo inadequado dos umbuzeiros no ato da coleta. A valorização do umbu e seus subprodutos pode ser um fator decisivo para a manutenção e possível aumento da produção.

Dada a importância do umbuzeiro para o semiárido e as características peculiares de sua fruta, são válidos o desenvolvimento e avaliação físico-química e sensorial de uma bebida alcoólica fermentada de umbu.

Durante a fermentação, as leveduras presentes no mosto metabolizam a glicose sob condições anaeróbicas, para a produção de ATP e produtos primários da fermentação como o etanol e o dióxido de carbono (ARAÚJO et al., 2011).

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).

Tão importante quanto a elaboração, as análises de alimentos, sobretudo as físico-químicas, segundo Cecchi (2003), são fundamentais na caracterização de alimentos novos e ainda desconhecidos, como as frutas típicas do Nordeste. Picó (2015) destaca ainda que a análise de alimentos é de fundamental importância para a indústria alimentícia, pois avalia a qualidade das matérias-primas originais e sua manutenção ao longo de toda a cadeia de processamento, transporte e conservação.

A indústria de alimentos se utiliza ainda da análise sensorial na área de desenvolvimento de novos produtos, assim como na avaliação e controle de qualidade, tornando-se, portanto, uma importante ferramenta para determinar a qualidade e a aceitação dos consumidores quanto aos produtos colocados no mercado (PALERMO, 2015).

Objetivou-se no presente trabalho a elaboração de um fermentado alcoólico de fruta a partir do umbu, bem como a realização de análises físico-químicas, a fim de serem comparados os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente; e sensoriais da bebida, com a intenção de verificar a aceitação da mesma.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O UMBUZEIRO

O Brasil possui uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo, devido a sua vasta extensão territorial e ampla variação climática. Sobretudo, as regiões Norte e Nordeste apresentam grande variedade de frutos tropicais, nativos e exóticos, com boas perspectivas para exploração econômica (MELO; ANDRADE, 2010).

O umbuzeiro – *Spondias tuberosa* – é uma planta frutífera nativa do semiárido do Nordeste brasileiro, pertencente à família *Anacardinaceae*; é uma árvore de pequeno porte, com copa em forma de guarda-chuva, esparramada, tronco curto, galhos retorcidos e muito ramificados. A planta é xerófila e caducifólia, por isso adaptada ao calor, aos solos pobres e de baixa densidade pluvial (MENDES, 1990).

Frequentemente é encontrado em regiões com pluviosidade variando de menos de 400 mm a 800 mm, temperatura entre 13 °C e 38°C, umidade relativa do ar de 30% a 80% e insolação de 2.000 a 3.000 horas ao ano (DUQUE, 1980).

Durante a seca, as folhas do umbuzeiro entram em processo de senescência e a planta permanece em dormência vegetativa até a ocorrência das primeiras chuvas (ARAÚJO et al., 2009).

O sistema radicular do umbuzeiro é formado por raízes longas e superficiais, que se concentram na projeção da copa, podendo atingir uma profundidade de 1 a 1,5m, e apresentam intumescências redondas e esponjosas, denominadas túberas, cuja função é o armazenamento de água, sais minerais e outros solutos que são utilizados durante a estiagem para a manutenção do metabolismo da planta (CALVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2008; ARAÚJO et al. 2009).

Apesar de ser adaptado às condições do Semiárido, o umbuzeiro corre risco de extinção, pois se observa a falta de árvores jovens, graças à dificuldade de germinação das sementes, ao desmatamento, à utilização de sua madeira em carvoarias, além da herbivoria dos caprinos (CALVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2008), aliados também a longos períodos de estiagem.

2.2 O UMBU

A fruta do umbuzeiro – o umbu, também chamado popularmente de “imbu” – segundo Lima, Araújo e Espíndola (2000) é do tipo drupa, com diâmetro de 2 a 4cm, pesando entre 10 e 20g, arredondada a ovalada, com a casca correspondendo a 22% da fruta, a polpa a 68% e o caroço a 10%; possui superfície lisa com casca de cor amarelo-esverdeada e polpa branco-esverdeada, mole, succulenta, quase aquosa quando madura e sabor agridoce. A fruta pode ser observada na Figura 01.

Figura 01 – Umbu.



Fonte: do Autor.

A colheita do umbu é feita manualmente, sendo os mesmos colhidos no estágio de maturação "de vez" para facilitar o transporte até os centros consumidores; a comercialização é feita com atravessadores, nas comunidades que fazem o extrativismo do umbu, e também às margens das rodovias e nas feiras livres (ARAÚJO et al., 2009).

Segundo o IBGE (2013), no Brasil, foram produzidas 7.561 t de umbu pelo extrativismo, tendo o estado do Rio Grande do Norte contribuído com 167 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 6.601 t e 382 t do montante total, respectivamente.

A Bahia é a maior produtora de umbu do Brasil, e o que contribui para tal fato é a difusão de cooperativas bem organizadas que beneficiam o umbu, e inclusive

exportam seus produtos não somente para fora do estado, mas para o exterior do Brasil, contribuindo para fortalecer a preservação e valorização do fruto nativo da Caatinga.

A composição química média do umbu por 100g de parte comestível é a seguinte: umidade de 89,3%, 0,8g de proteínas, 9,4g de carboidratos, traços de lipídios, 2,0g de fibra alimentar e 0,5g de cinzas (TACO, 2011). Quanto ao teor de ácido ascórbico, antocianinas e fenólicos, que são substâncias antioxidantes, e, portanto, combatem os radicais livres e contribuem para a prevenção de doenças como o câncer, Almeida et al. (2011) encontraram os seguintes valores destas substâncias para o umbu: 12,1mg/100g, 0,46mg/100g e 44,6mg/100g, respectivamente.

O umbu é comercializado principalmente na forma de polpa congelada e/ou fruta *in natura* e se constitui uma importante fonte de renda para as famílias dos agricultores do Semiárido. No entanto, esta fruta apresenta período sazonal curto, já que a safra ocorre de dezembro a março, além de possuir elevada perecibilidade (PAULA et al., 2012).

Atualmente vários produtos têm sido elaborados a partir do umbu, tais como doces, geleias, compotas, sorvetes e sucos, porém uma infinidade de produtos à base de umbu ainda pode ser explorada, como, por exemplo, a produção de bebidas alcoólicas.

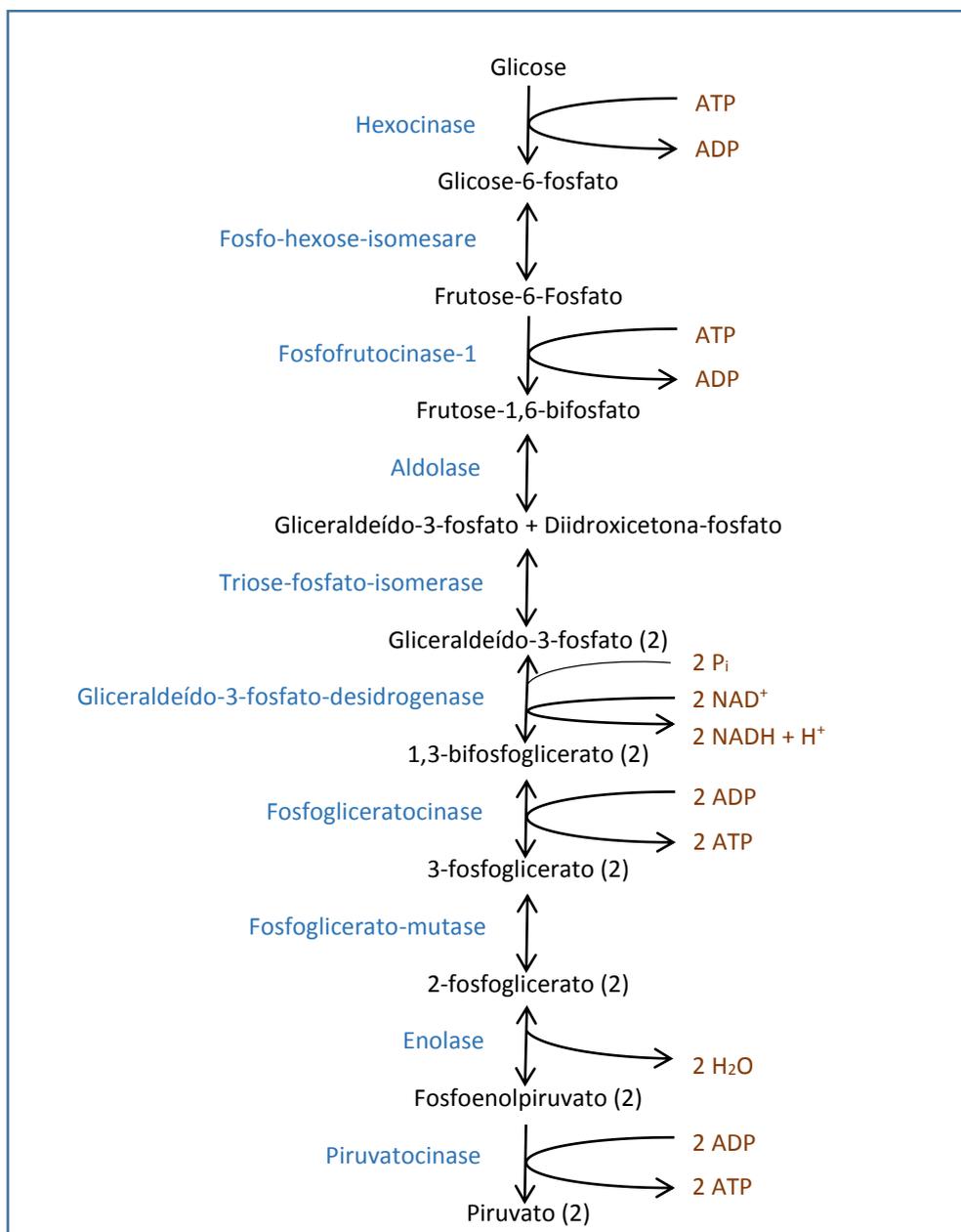
Em trabalho sobre a caracterização físico-química de umbus colhidos em diferentes estádios de maturação, Costa et al. (2004) constataram que a fruta apresentou um °Brix de 10,1 no estádio maduro, sustentando a afirmação de Gomes et al. (2010) de que o extrato de umbu possui elevada riqueza de carboidratos fermentescíveis, oferecendo condições ao desenvolvimento da fermentação alcoólica.

2.3 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

A fermentação dos alimentos é uma prática muito antiga, que consiste, em linhas gerais, na modificação intencional dos alimentos pela atividade de determinados microrganismos, sob condições controladas, para obtenção de produtos de sabor agradável, estáveis e saudáveis (ORDOÑEZ, 2005)

Do ponto de vista bioquímico, a glicólise constitui-se de uma série de reações bioquímicas catalisadas por enzimas, que degradam uma molécula de glicose a duas moléculas de piruvato; em condições anaeróbicas, o piruvato formado na glicólise pode ser desviado para a produção de etanol por meio da fermentação, que é o termo geral para a degradação anaeróbica da glicose ou outros nutrientes orgânicos para a obtenção de energia na forma de ATP (NELSON; COX, 2011). A Figura 02 apresenta as reações envolvidas na conversão da glicose em piruvato.

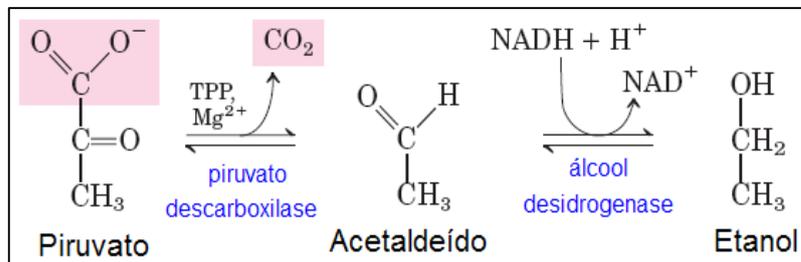
Figura 02 – Esquema de reações da glicólise.



Fonte: adaptado de Nelson e Cox (2011).

Leveduras e outros microrganismos são capazes de fermentar glicose em etanol e CO_2 , num processo que compreende duas etapas, após a glicólise, conforme a Figura 03. Na primeira etapa, o piruvato, por ação da enzima piruvato-descarboxilase, que requer Mg^{2+} e a coenzima tiamina-pirofosfato, é descarboxilado irreversivelmente a acetaldeído; na segunda, o acetaldeído é reduzido a etanol pela enzima álcool-dehidrogenase, com o poder redutor fornecido pelo NADH. Portanto, etanol e CO_2 são os produtos finais da fermentação alcoólica (NELSON; COX, 2011).

Figura 03 – Conversão do piruvato a etanol.



Fonte: Nelson e Cox (2011).

O lucro energético da fermentação alcoólica é baixo, como na glicólise, o saldo é de 2 ATPs por molécula de glicose. Sendo assim, para cobrir sua demanda energética, as leveduras convertem consideráveis quantidades de açúcar, determinando o rápido enriquecimento do álcool (NULTSCH, 2000).

2.4 PRODUÇÃO DE FERMENTADOS DE FRUTAS

Pela legislação brasileira, vinho é o produto obtido exclusivamente pela fermentação alcoólica do suco de uvas frescas (BRASIL, 1998). Os produtos obtidos por fermentação alcoólica do suco de outras frutas que no passado recebiam nome de vinho, obrigatoriamente acrescido do nome da fruta de origem, hoje são denominados fermentados alcoólicos de fruta pela legislação brasileira. Por exemplo: fermentado alcoólico de laranja, de abacaxi, de jabuticada, de caqui, etc (LIMA, 2008).

Em um trabalho recente de revisão sobre vinhos de outras frutas que não a uva, Jagtap e Bapta (2014) destacam que a produção de vinho a partir de frutas ou

seus sucos é considerada uma alternativa para o excedente de frutas podendo gerar uma renda adicional para os produtores.

No que diz respeito à Legislação brasileira, a Portaria nº 64, de 30 de abril de 2008, no Art. 3º do regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para fermentado de fruta, em seu Anexo I, define fermentado de fruta como a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% v/v, a 20°C, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura (BRASIL, 2008).

A referida Portaria nº 64/2008 determina como ingredientes: o mosto de fruta sã, fresca e madura (que deve ser obtido a partir de uma única espécie, a partir do seu respectivo suco integral ou concentrado, ou de sua polpa), água potável e açúcar (sacarose), sendo estes dois últimos opcionais; permite-se ainda o uso de aditivos e coadjuvantes de tecnologia, desde que ambos atendam à legislação específica.

Nos últimos dez anos é crescente o número de trabalhos de pesquisa sobre o emprego de frutas na produção de bebidas alcoólicas fermentadas, destacando-se o uso do kiwi, banana, cajá, manga, acerola, jabuticaba, graviola, cacau, laranja e gabioba (VENTURINI FILHO et al., 2010). A Tabela 01 apresenta exemplos bebidas alcoólicas fermentadas obtidas a partir de diferentes frutas.

Tabela 01 – Fermentados alcoólicos de frutas.

Frutas	Teor alcoólico obtido (% v.v ⁻¹)	Autores
Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>)	10,80	Pino e Queris (2010)
Banana (<i>Musa sapientum</i>)	5,00	Akubor et al. (2003)
Cajá (<i>Spondias mombin</i> L.)	11,00	Severo Júnior et al. (2007)
Caju (<i>Anacardium occidentale</i> L.)	11,00	Araújo et al. (2011)
Goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	7,56	Sevda e Rodrigues (2011)
Graviola (<i>Annona muricata</i> L.)	14,50	Okigbo e Obire (2009)
Jamelão (<i>Syzygium cumini</i> L.)	6,00	Chowdhury e Ray (2007)
Kiwi (<i>Actinidia deliciosa</i>)	12,60	Towantakavanit, Park e Gorintein (2011)
Laranja (<i>Citrus cinensis</i>)	6,50	Okunowo e Osuntoki (2007)
Manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	8,05	Li et al. (2012)
Maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	10,00	Teixeira et al. (2014)
Melão (<i>Cucumis melo</i> L.)	5,80	Gómez, Úbeda e Briones (2008)
Pinha (<i>Annona squamosa</i> L.)	11,89	Jagtap e Batap (2014)

Poncã (<i>Citrus poonensis</i> hort.)	11,86	Lee et al. (2013)
Romã (<i>Punica granatum</i> L.)	9,10	Mena et al. (2012)
Sabugueiro (<i>Sabumcus nigra</i> L.)	13,20	Schmitezr et al. (2010)

Fonte: do Autor.

2.5 FERMENTADO DE UMBU

O umbu tem sido estudado com relativa frequência como matéria-prima para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas.

Ao estudar o potencial biotecnológico do umbu, Mélo (2005) isolou duas cepas de leveduras (R-48 *Kloeckera japonica* e R-133 *Kluyveromyces marxianus*) a partir da polpa de umbu e submeteu as mesmas à fermentação utilizando como substrato o suco da própria fruta, a fim de comparar a capacidade fermentativa das cepas isoladas com a de uma cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae*. Quanto à capacidade fermentativa, as cepas R-133 e R-48 obtiveram teores alcoólicos de 10°GL e 9°GL, respectivamente, enquanto que a cepa comercial obteve 9,5°GL, não diferenciando significativamente entre si; porém, com relação ao tempo de fermentação, a cepa comercial finalizou o processo em 8 dias, contra 12 dias das cepas isoladas.

Melo et al. (2007) selecionaram cepas de leveduras a partir de umbus colhidos no município de Nossa Senhora da Glória – SE, para serem usadas na produção em pequena escala de “vinhos” de umbu. Das 17 espécies isoladas, 9 cepas foram testadas para a produção dos vinhos, as quais mostraram-se aptas para a produção de vinhos com boas características físico-químicas e sensorias, com destaque para as seguintes cepas: R-101 *Candida sergipenses*, R-03 *Candida valida*, R-109 *Candida tenuis-like* e R-107 *Candida floricola-like*, que obtiveram teores alcoólicos de 10°GL cada, e em especial a última, que obteve as melhores notas na avaliação sensorial.

Carmo et al. (2012) em um estudo cinético de fermentação para a produção de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial, verificaram que, partindo-se de um mosto corrigido para 10°Brix e pH 4,06, fermentado à temperatura ambiente, o processo em reator de batelada pôde ser concluído em 30h, obtendo-se uma bebida com teor alcoólico de 5,9°GL, pH de 3,56 e uma concentração de açúcares redutores totais de 3,87g/L, com rendimento de 49,77%.

Paula et al. (2012) elaboraram de maneira mais detalhada um fermentado de umbu, também a partir de polpa comercial (pasteurizada). Inicialmente foi feita a diluição da polpa em água na proporção de 35:65, sendo, em seguida, o mosto chaptalizado para 20,50°Brix pela adição de sacarose, e posteriormente sulfitado e corrigido quanto ao pH para 3,70 pela adição de carbonato de cálcio, tendo ainda o mosto passado por tratamento enzimático para desdobrar a pectina em constituintes mais simples; o agente de fermentação utilizado foi a levedura vínica comercial (multi-estirpes de *Saccharomyces cerevisiae*), e a fermentação conduzida em barris de aço inoxidável com capacidade para 50 L, à temperatura de 18°C durante 18 dias. As análises microbiológicas às quais a bebida elaborada foi submetida indicaram resultados satisfatórios, apontando para boas condições higiênicas durante o processo. Com relação à caracterização físico-química, o fermentado estudado apresentou todos os parâmetros dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira.

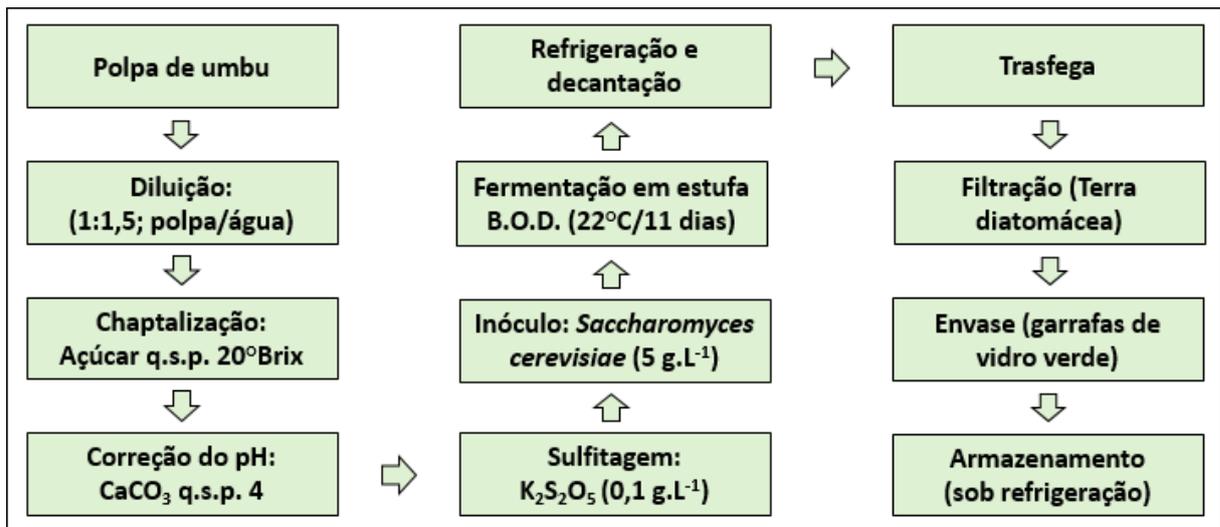
Já Duarte et al. (2010) realizaram a caracterização química de um “vinho” de umbu por meio de técnicas de análise mais sofisticadas como Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) e Cromatografia Gasosa (CG), encontrando vários compostos voláteis majoritários e minoritários na bebida, tais como alcoóis, ácidos orgânicos, ésteres, dentre outros. Os mesmos autores também realizaram o teste sensorial para o “vinho” de umbu com provadores não treinados, e o resultado para aceitação global foi de 68%.

Observa-se uma grande variedade de trabalhos relacionados à produção de fermentados de umbu, com processos distintos, bem como características do produto final também diferentes, o que mostra a tentativa de valorização do produto e a busca pelo seu aperfeiçoamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O fluxograma a seguir (Figura 04) corresponde ao processo de produção do fermentado de umbu, que compreende as fases de elaboração do mosto, inóculo da levedura, fermentação e etapas pós-fermentação.

Figura 04 – Fluxograma de produção do fermentado de umbu.



Fonte: do Autor.

3.1 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, da marca Povoado da Cruz® (Registro no MAPA: RN-6295500003-1, lote 20, fabricada em 20 de maio de 2014 e válida até 20 de maio de 2015), obtida no comércio local da cidade de Currais Novos, RN. Utilizou-se a polpa comercial de umbu 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 5 Kg de polpa de umbu, que inicialmente foi descongelada e, em seguida, diluída na proporção de 1:1,5 (polpa/água), a fim de preservar ao máximo as características da fruta, pois uma diluição menor do que a indicada pelo fabricante (1:2) foi adotada. Além disso, a diluição da polpa torna os nutrientes naturalmente presentes na mesma mais disponíveis para a levedura.

Após a diluição, verificou-se o teor de sólidos solúveis totais do suco (polpa diluída em água), utilizando-se um refratômetro ABBE, cujo resultado obtido 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, conforme a Equação 01.

$$\text{Balanço global: } S + A = M \quad (01)$$

$$\text{Balanço de sólidos: } (S \times F_{ss}) + (A \times F_{sa}) = (M \times F_{sm})$$

Em que:

S = Massa de suco

A = Massa de açúcar

M = Massa do mosto

F_{ss} = Fração de sólidos do suco

F_{sa} = Fração de sólidos do açúcar

F_{sm} = Fração de sólidos do mosto

Terminada a chaptalização, determinou-se o pH do mosto com um pHmetro digital de bolso, verificando-se um valor de 2,58. Procedeu-se, então, com a correção do pH do mosto, adicionando-se carbonato de cálcio (CaCO₃) em quantidade suficiente para obtenção de pH 4,00; que segundo Aquarone et al. (2001) é um valor considerado adequado ao desenvolvimento da levedura e condução da fermentação alcoólica. Além disso, 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 e Silva (2014a) e Dantas, Medeiros e 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 passou pela etapa de sulfitagem, na qual foi adicionado metabissulfito de potássio (K₂S₂O₅), na concentração de 0,1 g.L⁻¹ em relação ao volume do mosto. O metabissulfito de potássio fornece ao meio dióxido de enxofre (SO₂), que tem a função de inibir o crescimento bacteriano e/ou de outros microrganismos contaminantes (DUARTE et al., 2010; AQUARONE et al., 2001).

3.2 INOCULAÇÃO DA LEVEDURA

A levedura utilizada como agente de fermentação foi a *Saccharomyces cerevisiae*, adquirida na forma de fermento biológico seco instantâneo, da marca Fleischmann®, 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.

3.3 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, a fim de simular um batoque hidráulico, que é um dispositivo que permite a liberação de CO₂ do reator, impedindo, ao mesmo tempo, a entrada de O₂.

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.

Os reatores foram, em seguida, incubados em estufa do tipo B.O.D. (*Biochemistry Oxygen Demand*), regulada para 22°C ± 2°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 ebulliômetro (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).

3.4 ETAPAS PÓS-FERMENTAÇÃO

Após a verificação da estabilidade do teor de sólidos solúveis totais do mosto, o mesmo foi submetido à temperatura de $6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ em refrigerador por 15 dias, com a finalidade de cessar completamente a fermentação e, principalmente, 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.

O fermentado foi armazenado sob refrigeração até a realização das análises físico-químicas e sensorial.

3.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas do fermentado de umbu foram realizadas em triplicata, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), com exceção das análises de teor alcoólico, que foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante ebulliômetro, e de açúcares (redutores, não-redutores e totais) que foram feitas segundo Miller (1959).

3.5.1 Densidade relativa

A determinação da densidade relativa do fermentado de umbu foi feita por densimetria utilizando picnômetros de 50mL com termômetros.

Inicialmente pesaram-se os picnômetros (previamente lavados com álcool absoluto e devidamente secos) e, em seguida, completaram-se os volumes dos mesmos com água destilada fria. Esperou-se que a temperatura da água chegasse a 20°C para que os picnômetros com água fossem pesados. Logo após, os picnômetros foram lavados com um pouco das amostras, para então serem completados com as mesmas, também à baixa temperatura. Esperou-se que a temperatura das amostras atingisse 20°C para que os picnômetros fossem pesados.

O cálculo da densidade relativa foi feito de acordo com a Equação 02:

$$\text{Densidade relativa (g/mL}^3) = \frac{M_f - M_{pic}}{M_a - M_{pic}} \quad (02)$$

Onde: M_f = Massa do fermentado de umbu

M_{pic} = Massa do picnômetro

M_a = Massa de água

3.5.2 Teor alcoólico

O teor alcoólico foi determinado em ebulliômetro (Figura 05) da marca Toscolab, segundo as instruções do fabricante.

Inicialmente calibrou-se o equipamento colocando-se uma alíquota de 15mL de água destilada na caldeira, afim de determinar a temperatura de ebulição da mesma. O ponto de ebulição foi verificado quando a coluna de mercúrio do termômetro se manteve constante.

Em seguida, retirou-se a alíquota de água destilada do ebulliômetro, substituindo-a por uma alíquota de 50mL da amostra a ser analisada, para determinação de seu ponto de ebulição.

Para a determinação do teor alcoólico, igualou-se o “zero” do disco central (que mede a graduação alcoólica decimal) com a temperatura de ebulição da água no

disco externo, e, logo após, a leitura do resultado foi feita diretamente no disco central, a partir do valor da temperatura de ebulição da amostra no disco externo.

Figura 05 – Ebulliômetro.



Fonte: do Autor.

3.5.3 Acidez total

A acidez total titulável foi determinada segundo o método potenciométrico.

Pipetaram-se 10 mL de amostra para béqueres de 250 mL, adicionou-se 100 mL de água destilada e, em seguida, com auxílio de um pHmetro (de marca Thermo Scientific, modelo Orion Star A215), titularam-se a amostra com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1N. O ponto de viragem foi determinado quando o pH das amostras esteve entre 8,20-8,40.

O cálculo da acidez total foi determinado segundo a Equação 03:

$$\text{Acidez total (meq.L}^{-1}\text{)} = \frac{n \times f \times N \times 1000}{V} \quad (03)$$

Onde: n = volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio

V = Volume da amostra

3.5.4 Acidez volátil

A acidez volátil foi determinada por volumetria, após a destilação da amostra por arraste de vapor.

Com auxílio de pipeta volumétrica, foram transferidas 10 mL da amostra para tubos de ensaio, que foram conectados (um de cada vez) a um aparelho de destilação da marca Moni, modelo MA 036 plus. Em seguida, aqueceu-se a caldeira com água destilada até ebulição, para que o vapor entrasse em contato direto com a amostra, para arrastar os ácidos voláteis presentes na mesma. Recolheram-se cerca de 100 mL do destilado em Erlenmeyer de 250 mL contendo 20 mL de água destilada. Adicionaram-se, então, 5 gotas de fenolftaleína a 1% no destilado recolhido, procedendo-se com a rápida titulação da amostra com solução de hidróxido de sódio padronizada, a 0,1N, até coloração rósea persistente por 30 s.

O cálculo da acidez volátil foi feito conforme a fórmula da Equação 04:

$$\text{Acidez volátil (meq.L}^{-1}\text{)} = \frac{n \times f \times N \times 1000}{V} \quad (04)$$

Onde: n = volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio

V = Volume inicial da amostra

3.5.5 Acidez fixa

A acidez fixa foi determinada pela diferença entre a acidez total e a acidez volátil, conforme Equação 05.

$$\text{Acidez fixa (meq.L}^{-1}\text{)} = A_t - A_v \quad (05)$$

3.5.6 pH

A determinação do pH foi feita por medição direta em pHmetro digital da marca Thermo Scientific, modelo Orion Star A215.

O pHmetro foi calibrado previamente com soluções-tampão de 7 e 4. Após a calibração do aparelho, a medição do pH foi feita diretamente, introduzindo-se o eletrodo em béqueres de 100 mL contendo 50 mL da amostra, cada.

3.5.7 Açúcares redutores

Para a determinação dos açúcares redutores foi utilizado o método espectrofotométrico 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 espectrofotômetro a 540nm (MILLER, 1959).

Preparo da amostra

Transferiu-se, com auxílio de uma pipeta volumétrica, uma alíquota de 50 mL do fermentado para um béquer de 100 mL. A amostra foi levada à chapa aquecedora até que o conteúdo diminuísse para aproximadamente 2/5 do volume inicial, com a finalidade de evaporar todo o álcool presente na amostra. Após a evaporação da amostra, adicionou-se solução de hidróxido de sódio 0,1N em quantidade suficiente para corrigir o pH até 7. Após a correção do pH, transferiu-se, analiticamente, a amostra para um balão volumétrico de 100 mL, completando-se seu volume com água destilada, finalizando-se, deste modo, o preparo da amostra.

Determinação dos açúcares redutores

Em tubos de ensaio, foram misturadas alíquotas de 125 µL de DNS e 125 µL da amostra, que foram homogeneizadas e levadas ao banho-maria em ebulição por 5 min, resfriando-os logo em seguida. Posteriormente, acrescentaram-se aos tubos alíquotas de 2250 µL de água destilada. Após homogeneização, foram feitas as leituras em absorbância, na faixa de 540 nm em espectrofotômetro da marca Thermo Scientific®, modelo Evolution 60. As leituras de absorbância foram aplicadas na equação 6 para calcular o valor de açúcares redutores.

Paralelamente, foi feita uma curva-padrão a partir das absorbâncias em função de concentrações conhecidas de glicose (0,2; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 e 3 g.L⁻¹), cujos

pontos foram plotados em um gráfico de dispersão no Excel 2013, gerando-se a Equação 06, com R^2 de 0,9944.

$$y = 0,3277x - 0,0039 \quad (06)$$

Onde: y = Absorbância

x = concentração de glicose

3.5.8 Açúcares não-redutores

Preparo da amostra

Com auxílio de uma pipeta volumétrica, transferiu-se uma alíquota de 50 mL do fermentado para um béquer de 100 mL. A amostra foi levada à chapa aquecedora até que o conteúdo diminuísse para aproximadamente $2/5$ do volume inicial, com a finalidade de evaporar todo o álcool presente na amostra. Após a evaporação da amostra, adicionou-se 1 mL de ácido clorídrico, submetendo-a ao banho-maria a 70°C por 30 min, com a finalidade de promover a hidrólise ácida da sacarose presente na amostra. Resfriou-se a amostra e em seguida foi feita a correção do pH adicionando-se solução de hidróxido de sódio 40% em quantidade suficiente para corrigir o pH até 7. Após a correção do pH, transferiu-se, analiticamente, a amostra para um balão volumétrico de 100 mL, completando-se seu volume com água destilada, finalizando-se, deste modo, o preparo da amostra.

Preparada a amostra, procedeu-se do mesmo modo da determinação dos açúcares redutores, aplicando os valores de absorbância na Equação 06. Do resultado obtido subtrai-se o resultado de açúcares redutores, determinando-se, assim, o resultado de açúcares não-redutores.

3.5.9 Açúcares totais

Os açúcares totais correspondem ao somatório dos açúcares redutores e não-redutores, conforme a Equação 07.

$$\text{Açúcares totais (g.L}^{-1}\text{)} = Ar + Anr \quad (07)$$

Onde: A_r = Teor de açúcares redutores

A_{nr} = Teor de açúcares não-redutores

3.5.10 Extrato seco total

Para determinação do extrato seco total do fermentado de umbu utilizou-se o método por evaporação e secagem em estufa.

Com o auxílio de pipeta volumétrica, transferiram-se alíquotas de 20 mL da amostra para cápsulas de porcelana de 150 mL, previamente secas a 105°C/1h e pesadas. As amostras foram evaporadas em chapa aquecedora até que os resíduos apresentassem uma consistência aparentemente seca ou xaroposa. Os resíduos foram aquecidos em estufa a 105°C por 1h, em seguida resfriados em dessecador e pesados, repetindo-se tais operações até peso constante.

O cálculo do resultado foi expresso de acordo com a equação 08.

$$\text{Extrato seco total (m/v)} = \frac{1000 \times N}{v} \quad (08)$$

Onde: N = massa, em g de resíduo

v = Volume da amostra, em L

3.5.11 Extrato seco reduzido

O extrato seco reduzido foi obtido pelo valor do extrato seco total diminuído dos açúcares totais que excedem 1 g/L e do valor de sulfatos que exceda 1 g/L, conforme a equação 09.

$$\text{Extrato seco reduzido} = ES - (A - 1) - (S - 1) \quad (09)$$

Onde: ES = Extrato seco total, em g/L

A = Açúcares totais, em g/L

S = Sulfatos totais, em g/L (despreza-se esse termo, quando o teor de sulfatos for menor que 1 g/L)

3.5.12 Sulfatos

A análise de sulfatos foi realizada pelo método aproximativo de Marty (semiquantitativo). O conteúdo de sulfatos é estimado tratando-se a amostra com quantidades conhecidas de cloreto de bário. O precipitado de sulfato de bário formado é, então, separado por filtração. No filtrado, os sulfatos ou o cloreto de bário residuais são precipitados adicionando-se cloreto de bário e ácido sulfúrico, respectivamente.

Pipetaram-se 10 mL da amostra em 3 tubos de ensaio (A, B e C) e aqueceu-se em banho-maria fervente durante 30 min, para eliminação do ácido acético. Foram adicionadas 3,5 mL do Licor de Marty ao tubo A, 5,0 mL ao B e 7,5 mL ao tubo C. Os tubos foram agitados e levados ao banho-maria em ebulição por 5 min, resfriando-os e filtrando-os. Dividiu-se o líquido filtrado de cada tubo em 2 volumes iguais nos tubos: a e a', b e b', c e c'. Adicionaram-se num dos tubos 1 mL da solução de cloreto de bário a 10% e, no outro, 1 mL de solução de ácido sulfúrico 0,5 M.

A leitura dos resultados foi feita de acordo com a Tabela 02.

Tabela 02 - Teor de sulfatos no vinho.

Ensaio	Vinho (mL)	Adição de		Conclusão
		H ₂ SO ₄	BaCl ₂	
3,5 mL de licor de Marty	10	Turvo	Límpido	< 0,7 g.L ⁻¹ de K ₂ SO ₄
		Límpido	Turvo	> 0,7 g.L ⁻¹ de K ₂ SO ₄
5 mL de licor de Marty	10	Turvo	Límpido	< 1 g.L ⁻¹ de K ₂ SO ₄
		Límpido	Turvo	> 1 g.L ⁻¹ de K ₂ SO ₄
7,5 mL de licor de Marty	10	Turvo	Límpido	< 1,5 g.L ⁻¹ de K ₂ SO ₄
		Límpido	Turvo	> 1,5 g.L ⁻¹ de K ₂ SO ₄

Fonte: Rizzon (2010).

3.5.13 Cinzas

Para se determinar o teor de cinzas no fermentado de umbu, primeiramente pesaram-se cadinhos de porcelana (previamente secos em estufa a 105°C por 1h), e em seguida, com auxílio de uma pipeta, transferiram-se 5g da bebida para cada cadinho e, em seguida, as amostras foram evaporadas em chapa-aquecedora. Após evaporação completa das amostras, estas foram carbonizadas e, por fim, calcinadas em mufla a 550°C até eliminação completa do carvão, resultando em resíduos brancos ou levemente acinzentados. Os cadinhos foram resfriados em dessecador e logo em seguida pesados. Após a primeira pesagem, os cadinhos voltaram para a mufla por

mais 1h, repetindo-se os procedimentos de resfriamento e pesagem até peso constante.

Calculou-se o resultado das cinzas por meio da equação 10.

$$\text{Cinzas (g.L}^{-1}\text{)} = \frac{1000 \times N}{P} \quad (10)$$

Onde: N = massa das cinzas

P = massa da amostra

3.5.14 Relação álcool/extrato seco reduzido

A determinação da relação álcool em peso/extrato seco reduzido foi obtida pela divisão do valor de álcool em peso pelo teor de extrato seco reduzido, de acordo com a equação 11.

$$\text{Relação álcool em peso/extrato seco reduzido} = \frac{G \times 8}{ESR} \quad (11)$$

Onde:

G = Graduação alcoólica do fermentado, em % v/v

ESR = Extrato seco reduzido, em g.L⁻¹

3.6 ANÁLISE SENSORIAL

O fermentado de umbu foi submetido à análise sensorial por meio de teste afetivo, utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos, ancorada pelas notas 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo).

O teste foi aplicado no horário das 14h às 16:30h, em sala climatizada a 20°C, em cabines individuais e sob luz branca.

Acompanhadas pela ficha de avaliação sensorial (Figura 06) e por copos contendo água mineral, as amostras do fermentado de umbu foram servidas em taças de vidro para vinho branco, contendo 25 mL da amostra a 12°C ± 2°C, e cobertas com

vidros de relógio para retenção dos voláteis no bojo da taça. A ficha de avaliação sensorial e um copo descartável com água. Foram avaliados os seguintes atributos: aparência, cor, aroma, sabor e aceitação global.

Figura 06 – Ficha de avaliação sensorial do fermentado de umbu.

Nome: _____
 Data: ___/___/___ Sexo: () Masculino () Feminino Idade: ___ anos

Com que frequência você consome vinho branco?
 () Diariamente. () Semanalmente. () Mensalmente. () Anualmente.

Você prefere vinho:
 () Seco. () Suave/Doce.

Você está recebendo uma amostra de **fermentado de umbu**, por favor, avalie-a e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto. Indique para cada atributo o valor que melhor representa seu julgamento.

TESTE DE ACEITAÇÃO – ESCALA HEDÔNICA

9 – Gostei muitíssimo.
 8 – Gostei muito.
 7 – Gostei moderadamente.
 6 – Gostei ligeiramente.
 5 – Nem gostei, nem desgostei.
 4 – Desgostei ligeiramente.
 3 – Desgostei moderadamente.
 2 – Desgostei muito.
 1 – Desgostei muitíssimo.

Atributo	Valor
Aparência	
Cor	
Aroma	
Sabor	
Aceitação global	

Comentários: _____

Fonte: do Autor.

O painel sensorial foi composto por 50 provadores – alunos (maiores de 18 anos) e servidores do IFRN – Campus Currais Novos – não-treinados e não-selecionados, de ambos os sexos.

Os resultados da análise sensorial foram obtidos pelo cálculo da média das notas recebidas por cada atributo. Calculou-se também o índice de aceitação de cada atributo da amostra, a partir da equação 12.

$$\text{Índice de aceitação} = \frac{M_a \times 100}{N} \quad (12)$$

Onde: M_a = Média do atributo

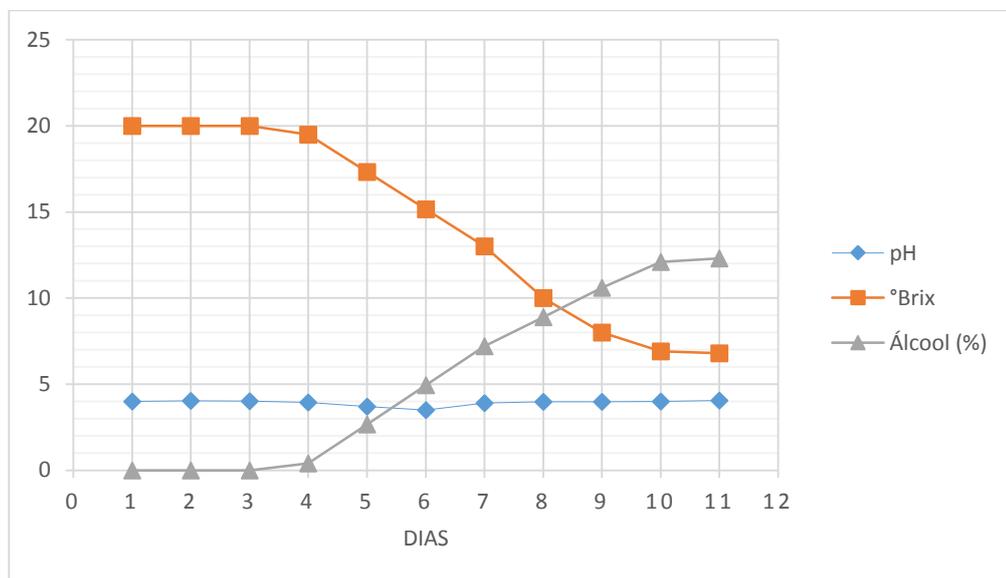
N = Maior nota recebida pelo atributo

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO

No que diz respeito à cinética da fermentação, os dados referentes ao decaimento do grau Brix, produção de etanol e comportamento do pH, todos em função do tempo, podem ser observados no Figura 07.

Figura 07 – Cinética da fermentação.



Fonte: do Autor.

De acordo com Paula et al. (2012) a *S. cerevisiae* precisa hidrolisar a sacarose em glicose e frutose, para então metabolizá-las a etanol. Após a diluição da polpa de umbu para a elaboração do mosto, o teor de sólidos solúveis totais caiu para 4,5°Brix, sendo necessária a correção do mesmo com sacarose, que por sua vez passou a ser o açúcar mais disponível para a levedura.

Durante os quatro primeiros dias houve um pequeno consumo do substrato por parte das leveduras, o que corresponderia à fase *lag* na curva do crescimento microbiano, já que a levedura ainda estava se adaptando às condições do mosto. Produzindo fermentado de manga, Silva et al. (2011) também verificaram um pequeno consumo do substrato nos primeiros dias de fermentação e sugeriram que isto poderia ser decorrente da sulfitação 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, consumindo em média $2,30 \pm 0,40^\circ\text{Brix}/\text{dia}$, o que corresponderia à fase exponencial na curva de crescimento microbiano ou à fase tumultuosa da fermentação, pois as leveduras já haviam se adaptado ao meio e havia açúcar suficiente para ser consumido. Silva et al. (2010) utilizando abacaxi para a produção de fermentado alcoólico, observaram um decréscimo considerável do teor de sólidos solúveis totais (de $21,00$ para $9,00^\circ\text{Brix}$) do mosto a partir do oitavo dia de fermentação. No presente trabalho, entre o quarto e oitavo dias, o decréscimo foi de $19,50^\circ\text{Brix}$ para $8,00^\circ\text{Brix}$.

A partir do oitavo dia o consumo de substrato começou a diminuir gradualmente – numa etapa que poderia ser considerada como fase de pós fermentação. 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 após a fase tumultuosa também foi utilizada como indicativo do fim da fermentação por Carmo et al. (2012), Silva et al. (2011) e Corazza, Rodrigues e Nozaki (2001).

Com relação ao teor alcoólico, assim como o decaimento do teor de sólidos solúveis, a produção de etanol foi lenta nos quatro primeiros dias, o que já era de se esperar, já que a levedura ainda estava se adaptando ao meio e, portanto, não houve uma expressiva produção de etanol.

Do quarto ao décimo dia de fermentação, a produção de etanol foi mais relevante, sendo produzidos em média $2,00 \pm 0,40\%$ de álcool/dia, 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 et al. 2010 destacam 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 medido 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 et al. (2010) afirmam 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.

4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os resultados das análises físico-químicas do fermentado de umbu podem ser observados na Tabela 03.

Tabela 03 - 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 ⁻³)	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

Fonte: do Autor.

4.2.1 Densidade relativa

O método mais comum de determinação da densidade consiste na medida do peso de um volume conhecido do líquido em um frasco, volume este que seja calibrado de acordo com o peso da água pura no mesmo frasco. (CECCHI, 2003). A densidade relativa é a relação expressa em quatro casas decimais da massa volumétrica (g.mL^{-1}) do vinho a 20°C , com a massa volumétrica da água à mesma temperatura. (RIZZON, 2010).

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 *et al.* (2015) no fermentado de umbu-cajá, cujos valores foram $0,9926 \text{ g.mL}^{-1}$ e $0,9902 \text{ g.mL}^{-1}$, respectivamente.

Rizzon e 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, Medeiros e Silva (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%).

4.2.2 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 et al., 1988; AQUARONE et al., 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% 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 et al. (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% v/v) 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 et al. (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, sulfitação, tipo e concentração do inóculo, bem como a temperatura utilizada nos experimentos, entre outros.

Comparando-se, ainda, o teor alcoólico do fermentado de umbu deste trabalho com os de outras frutas tropicais, tem-se que o resultado foi próximo ao encontrado por Dantas, Medeiros e Silva (2014c) no fermentado de jambo – 12,00% - sob condições muito semelhantes de processamento; por outro lado, utilizando-se jaca e abacaxi como matérias-primas, Asquieri, Rabelo e Silva (2008) e Diniz e Pinheiro (2013), obtiveram valores um pouco acima do fermentado de umbu, os quais foram 13,00% e 12,90% de álcool, respectivamente.

4.2.3 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 se encontram sob dois estados nas bebidas: na forma livre, constituindo a acidez total, e na forma combinada (seus respectivos sais de ácidos carboxílicos), constituindo a alcalinidade das cinzas (AQUARONE et al., 2001). 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 (VENTURINE FILHO et al., 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 (RIBÉRIAU-GAYON et al., 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. Paula et al. (2012) obtiveram 50,07 mEq.L⁻¹ também para o fermentado de umbu, ficando, portanto, dentro do padrão, enquanto que Dias, Schawn e Lima (2003) obtiveram um resultado de 29,00 mEq.L⁻¹ 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. Em contrapartida, valores muito altos variando entre 211,75 mEq.L⁻¹ e 227,75 mEq.L⁻¹ foram constatados por Chiarelli, Nogueira e Venturini Filho (2005), em fermentados de jabuticaba produzidos sob diferentes tratamentos.

A acidez total média do fermentado de umbu foi igual à encontrada por Dantas, Medeiros e Silva (2014) no fermentado de jambo, e ainda semelhante à de fermentados de banana produzidos por Arruda et al., (2007), sob duas temperaturas diferentes de fermentação, a 16°C e a 30°C, que obtiveram valores de acidez total média de 49,93 mEq.L⁻¹ e 42,60 mEq.L⁻¹, respectivamente; também abaixo do limite mínimo exigido pela Portaria Nº 64/2008. Valores semelhantes são reportados por Oliveira et al. (2011) para a acidez total titulável de 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, Medeiros e Silva (2014a) e Dantas, Medeiros e Silva (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; adicionando-se carbonato de cálcio. 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, no entanto ainda fora do limite mínimo estabelecido pela legislação. 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, Medeiros e Silva (2014a) e Dantas, Medeiros e Silva (2014b) diluíram a polpa na proporção de 1:2 (polpa/água), enquanto que no presente trabalho a diluição foi de 1:1,5 (polpa/água); 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 Ribéria-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.

Levando-se em conta somente a acidez total encontrada (45,50 mEq.L⁻¹), o fermentado de umbu apresenta pouca resistência à contaminação microbiana, já que Rizzon, Zanuz e Manfredini (1994) ressaltam que quanto mais ácido é o meio, menor é a probabilidade de ocorrer a contaminação da bebida. Porém, não apenas a acidez determina a estabilidade da bebida, mas também o álcool, cujo teor de 12,57% confere tal estabilidade.

4.2.4 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 et al., 2010).

A Portaria N^o 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, Schwan e Lima (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 Segtowitz, Brunelli e 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, Medeiros e Silva (2014b) obtiveram valores inferiores aos encontrados no presente trabalho, sendo $4,00 \text{ mEq.L}^{-1}$ o valor médio obtido pelos referidos autores; enquanto Paula et al. (2012) encontraram um resultado de $7,27 \text{ mEq.L}^{-1}$ para acidez volátil. Já com relação a outras frutas, Mouchrek Filho et al. (2002) reportaram um valor baixo de $2,50 \text{ mEq.L}^{-1}$ para uma bebida alcoólica fermentada a partir do caju, enquanto que Oliveira et al. (2015) encontraram um valor alto de $24,00 \text{ mEq.L}^{-1}$ para o fermentado de umbu-cajá.

O baixo teor de acidez volátil indica a boa sanidade do produto (AQUARONE et al., 2001), portanto, o valor de $5,51 \text{ mEq.L}^{-1}$, bem abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, indicando uma boa condução do processo fermentativo e, conseqüentemente, um produto de qualidade. Além disso, o baixo valor de acidez volátil pode indicar a interrupção da fermentação no momento certo, de modo a impedir que outros microrganismos que por ventura pudessem estar presentes no mosto, tais como bactérias acéticas, se desenvolvessem, aumentando a acidez volátil.

4.2.5 Acidez fixa

A acidez fixa é dada pela diferença entre a total e a volátil. A legislação brasileira estabelece um mínimo de $30,00 \text{ mEq.L}^{-1}$ para a acidez fixa, o resultado encontrado no fermentado de umbu foi de $39,99 \text{ mEq.L}^{-1}$, enquadrando-se dentro do padrão preconizado pela Portaria nº 64/2008, sendo também um valor próximo aos $42,08 \text{ mEq.L}^{-1}$ encontrados em outro fermentado de umbu (PAULA et al., 2012) e muito inferior aos $142,26 \text{ mEq.L}^{-1}$ verificados no fermentado de tamarindo (MENDES; TOMÉ; FRAGIORGE, 2011).

4.2.6 pH

A acidez real ou a concentração de íons H^+ , representada pelo pH, é uma relação entre a quantidade e a força dos ácidos presentes na bebida. De maneira geral os vinhos apresentam valores de pH entre 3,00 e 4,00 (AQUARONE et al., 2001).

O pH do fermentado de umbu foi 3,43; estando, portanto, dentro da faixa esperada para vinhos; tal valor também é semelhante àqueles recorrentes na literatura, tanto para o umbu, quanto para outras frutas – tropicais e de clima temperado: 3,56 para fermentado de umbu (CARMO et al., 2012), 3,40 para fermentado de manga rosa (SILVA et al., 2011), 3,50 para fermentados de caju (SILVA et al., 2014; TORRES NETO et al., 2006), 3,51 para fermentado de acerola (NEMETH et al., 2010), 3,35 para fermentado de romã da variedade Molar del Elche (ANDREU-SEVILLA et al., 2013) e 3,51 para fermentado de morango (ANDRADE et al., 2013).

A Portaria Nº 64/2008 não estabelece limites para pH, no entanto, Rizzon e Miele (2002) destacam que valores elevados de pH expõem as bebidas fermentadas a alterações microbiológicas e físico-químicas, prejudiciais a sua estabilidade. A literatura reporta valores de pH acima de 4,00; tais como os constatados por Muniz et al. (2002) no fermentado de ata (4,12) e por Arruda et al. (2007) em fermentados de banana (4,49 e 4,60, produzidos a 16 e 30°C), no entanto, os fermentados citados não necessariamente são instáveis, haja vista que os mesmos apresentam teores alcoólicos relativamente consideráveis, 8,40% e 9,00%, respectivamente. Valores abaixo de 3,00 também têm sido publicados: 2,99 para bebida de cagaita (Oliveira et al., 2011), 2,70 para bebida de camu-camu (MAEDA; ANDRADE, 2003) e 2,44 para fermentado de tamarindo (MENDES; TOMÉ; FRAGIORE, 2010).

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.

4.2.7 Açúcares redutores

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 e Andrade (2013) no fermentado de camu-camu: 1,07g/L. Nos fermentados de seriguela, mangaba e mandacaru, os resultados obtidos para açúcares redutores foram

ligeiramente inferiores aos do presente trabalho, sendo 0,16 g/L, 0,32 g/L e 0,04 g/L (MUNIZ et al., 2002; ALMEIDA et al., 2006). Diferentemente deste trabalho, valores bem maiores foram determinados em outros fermentados de umbu classificados como suaves: 22,00 g.L⁻¹ e 52,4 g.L⁻¹ (PAULA et al., 2012; DANTAS; MEDEIROS; SILVA, 2014a).

4.2.8 Açúcares não-redutores

No que diz respeito aos açúcares não-redutores determinados no fermentado de umbu, 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), que por sua vez foram convertidos, quase que completamente, em etanol.

Segtowick, Brunelli e Venturini Filho (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. Já Asquieri, Rabelo e Silva (2008) não detectaram a presença de açúcares não-redutores no fermentado de jaca.

4.2.9 Açúcares totais

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.

4.2.10 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 et al., 2007). Segundo Aquarone et al. (2001), vinhos que contêm menos de 20,00 g.L⁻¹ são considerados como leves. Para tal parâmetro, o fermentado de umbu apresentou um valor de 22,59 g.L⁻¹, sendo considerado ligeiramente ou muito pouco 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 Segtowitz, Brunelli e Venturini Filho (2013) em fermentados secos de acerola (26,40 g.L⁻¹).

4.2.11 Extrato seco reduzido

O extrato seco reduzido é o extrato seco total descontado do açúcar residual superior a 1g.L⁻¹ (MANFROI et al., 2006). O valor encontrado no fermentado de umbu foi 21,73 g.L⁻¹, valor próximo ao de extrato seco total (22,59 g.L⁻¹) devido à baixa concentração de açúcares (1,76 g.L⁻¹). O limite mínimo para extrato seco reduzido exigido pela Portaria N° 64/2008 é 7,00 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 23,50g/L para extrato seco reduzido, enquanto que Dantas, Medeiros e Silva (2014a) e Oliveira et al. (2015) determinaram valores de 18,62 g.L⁻¹ e 18,75 g.L⁻¹ para fermentados de jambo e umbu-cajá, respectivamente.

4.2.12 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 na bebida alcoólica fermentada de umbu foi 3,65 g.L⁻¹, valor relativamente próximo aos 3,48 g.L⁻¹ encontrados por Asquiere, Rabêlo e Silva (2008) no fermentado de jaca, e superior aos valores de 1,70 g.L⁻¹ no fermentado de abacaxi encontrado por Silva et al. (2010). A Portaria N°64/2008 não estabelece limites para o teor de cinzas, no entanto, a Portaria

Nº229/1998, que estabelece os padrões de identidade e qualidade de vinhos, 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.

4.2.13 Sulfatos

Quanto ao teor de sulfatos, a Portaria Nº229/1988 estabelece o máximo de $1,0 \text{ g.L}^{-1}$ para vinhos, no presente trabalho, o resultado encontrado para esse parâmetro foi menos de $0,70 \text{ g.L}^{-1}$ conforme o método aproximativo de Marty, 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; RABÊLO; SILVA, 2008), já no de tamarindo, o resultado para tal parâmetro estaria em acima de $0,70 \text{ g.L}^{-1}$ e abaixo de $1,00 \text{ g.L}^{-1}$, também conforme o método aproximativo de Marty (MENDES; TOMÉ; FRAGIORE, 2011).

4.2.14 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 nº 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. Valores inferiores aos deste trabalho – 2,99; 1,16 e 3,76 – foram reportados por outros autores em fermentados de umbu-cajá, jaca e acerola (ASQUIERI; RABÊLO; SILVA, 2008; OLIVEIRA et al., 2015; SEGTOWICK; BRUNELLI; VENTURINI FILHO, 2013).

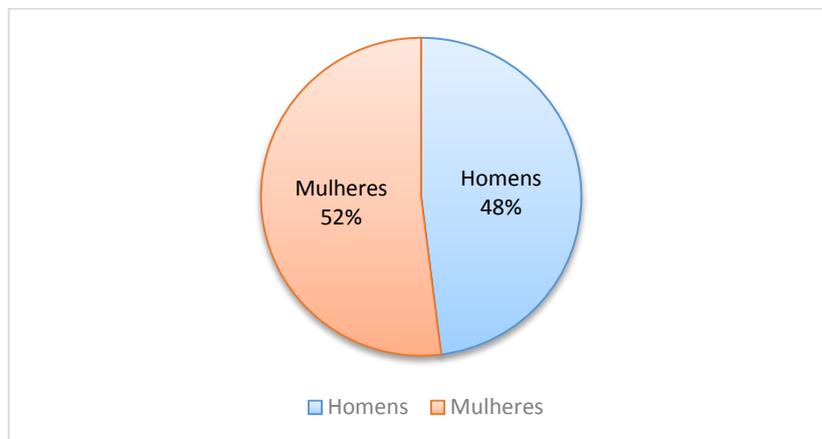
4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Conforme a Figura 08, 52% do painel sensorial foi composto por provadores do sexo feminino e 48% do sexo masculino, ambos com idades variando entre 18 e 38 anos.

Por não haver disponível um fermentado de umbu comercial, utilizou-se o vinho branco como referência em uma das perguntas de ficha de avaliação sensorial, por se tratar do produto mais próximo do fermentado de umbu, devido à semelhança de cor entre as bebidas.

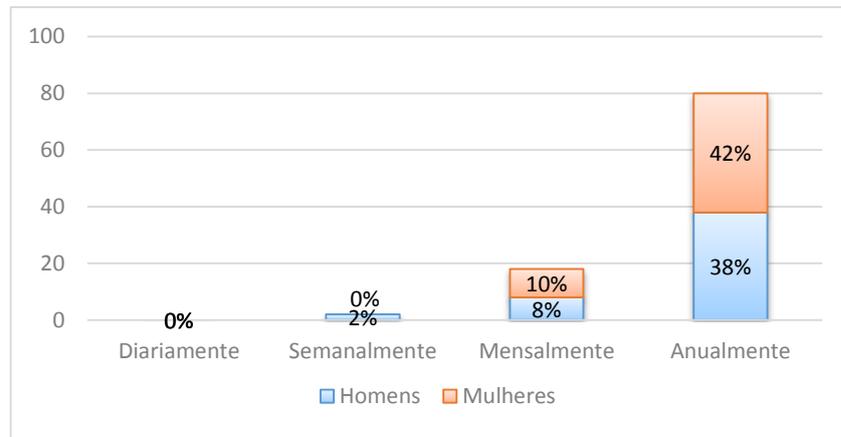
Por ser classificado como um fermentado de fruta “seco”, já que apresentou um teor de açúcares totais de $1,76 \text{ g.L}^{-1}$, na ficha de avaliação sensorial do fermentado de umbu, perguntou-se, além da frequência de consumo de vinho branco, a preferência dos provadores entre vinho seco e vinho suave/doce.

Figura 08 – Perfil do painel sensorial por sexo.



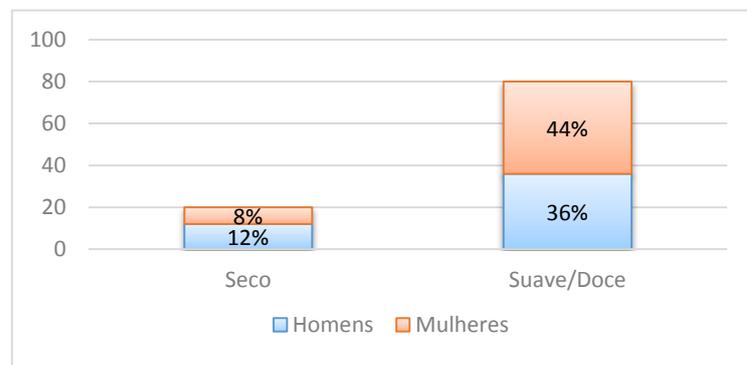
Fonte: do Autor.

Quanto à frequência de consumo de vinho branco (Figura 09), 80% dos provadores consomem vinho branco apenas anualmente, dos quais 42% são mulheres e 38% homens. Com relação aos que consomem mensalmente, 10% são mulheres e 8% são homens, totalizando 18%. Apenas 2% (somente do sexo masculino) consome semanalmente vinho branco, enquanto que nenhum provador disse consumir diariamente. Observa-se, portanto, uma baixa frequência de consumo de vinho branco por parte dos provadores.

Figura 09 – Frequência de consumo de vinho branco.

Fonte: do Autor.

Com relação à preferência dos avaliadores entre vinho seco a suave/doce (Figura 06), constatou-se que a grande maioria (80%) prefere vinhos suaves, da qual 44% são mulheres e 36% são homens, ao passo que dos 20% que preferem vinho seco, 8% são mulheres e 12% homens.

Figura 10 – Preferência entre vinho seco e suave/doce.

Fonte: do Autor.

As médias das notas atribuídas a cada atributo avaliado são apresentadas na Tabela 03, todas de acordo com a escala hedônica estruturada de 9 pontos, enquanto que a Figura 11 apresenta a bebida obtida, podendo-se ter uma ideia de sua aparência e de sua cor.

Tabela 03 – Notas dos atributos do fermentado de umbu.

Atributo	Nota
Aparência	7,84 ± 0,96
Cor	7,82 ± 1,08
Aroma	7,52 ± 1,54
Sabor	6,62 ± 1,48
Aceitação global	7,20 ± 1,26

Fonte: do Autor.

Figura 11 – Fermentado de umbu.

Fonte: do Autor.

O atributo aparência obteve uma nota média de $7,84 \pm 0,96$ – a maior entre todos os atributos –, situando-se entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Tal resultado, até certo ponto, foi surpreendente, uma vez que a bebida apresentou uma turbidez significativa, o que já era de se esperar, pois no processo de produção não houve nenhuma etapa de clarificação, apenas uma etapa de filtração, que sozinha não foi capaz de conferir limpidez satisfatória à bebida.

A média de aparência obtida no presente trabalho foi um pouco superior às médias encontradas por Segtowitz, Brunelli e Venturini Filho (2013) em fermentados secos de acerola (7,01) e por Arruda *et al.* (2007) em fermentado de banana produzido à 16°C, cuja média foi 7,08.

Com relação à cor, a nota média foi de $7,82 \pm 1,08$, situando-se entre “gostei moderadamente” e “gostei muito” na escala hedônica. Também trabalhando com

fermentado de umbu, Carvalho et al. (2015) reportam uma média de 6,77 para o mesmo atributo.

O atributo aroma recebeu uma nota média de $7,52 \pm 1,54$, situando-se também entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Dias, Schwan e Lima (2003) reportam um valor aproximado de 8 para a bebida alcoólica fermentada de cajá.

Já o atributo sabor, foi o que obteve a menor nota média no teste sensorial, sendo $6,68 \pm 1,48$, o que pode ser explicado pela característica seca da bebida, tendo em vista a preferência do painel por vinhos suaves. Por outro lado, mesmo 80% dos provadores preferindo vinhos suaves a secos, o fermentado de umbu obteve uma boa nota no atributo sabor, já que a média reflete o julgamento entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Comportamento semelhante foi reportado por Duarte et al. (2010), que trabalhando com bebidas fermentadas a partir de seis frutas diferentes, entre as quais o umbu esteve presente, verificou que dentre os atributos avaliados em cada bebida, o que recebeu as menores notas foi o sabor.

A aceitação global do fermentado de umbu foi de $7,20 \pm 1,26$, e a exemplo dos atributos aparência, cor e aroma, situa-se entre os pontos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Muniz et al. (2002) obtiveram resultados bem inferiores para fermentados de ata, seriguela e mangaba, cujos valores foram 5,10; 4,30 e 5,70, respectivamente, para aceitação global.

Tabela 04 – Índice de aceitação por atributos do fermentado de umbu.

Atributo	Índice de aceitação
Aparência	87,11%
Cor	86,89%
Aroma	83,56%
Sabor	73,56%
Aceitação global	80,00%

Fonte: do Autor.

Os produtos para serem considerados aceitos devem ter um índice de aceitação superior a 70% (TEIXEIRA; NERMET; BARBERTA, 1987). Os índices de aceitação por atributo são apresentados na Tabela 04 onde pode ser verificado que todos os atributos foram considerados aceitos pelo painel sensorial.

5 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 grande maioria dos resultados dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira, exceto a acidez total, que ficou abaixo do limite mínimo. Por outro lado, mesmo a acidez total estando fora do padrão, a mesma, assim como os demais parâmetros estão condizentes com a literatura reportada para fermentados de fruta.

No que diz respeito à análise sensorial, o produto foi bem aceito pelos provadores, haja vista que os índices de aceitação por atributo foram todos superiores a 70%, mesmo a grande maioria do painel sensorial preferindo vinho suave a seco. 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: a realização de uma etapa de clarificação da bebida, a fim de diminuir a turbidez da mesma; 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; um estudo com planejamento fatorial, objetivando-se a otimização do processo de produção do fermentado de umbu; além da realização de análise sensorial descritiva e quantitativa (A.D.Q.).

REFERÊNCIAS

- AKUBOR, P. I. et al. Production and quality evaluation of banana wine. **Plant Food Human Nutrition**, v. 58, n. 2, p. 1-6, 2003. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3AQUAL.0000041138.29467.b6>>. Acesso em: 15 Fev. 2016.
- ALMEIDA, M. M. et al. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v., n. 1, p. 35-42, 2006. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev81/Art815.pdf>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.
- ALMEIDA, M. M. B. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, Ago. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911002109>>. Acesso em: 09 Mar. 2016.
- ANDRADE, M. B. et al. Fermentação alcoólica e caracterização de fermentado de morango. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 265-268, 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/view/15806/12957>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.
- ANDREU-SEVILLA, A. J. et al. Volatile composition and descriptive sensory analysis of pomegranate juice and wine. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 246-254, Nov. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913003724>> Acesso em: 26 Nov. 2014.
- AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia industrial – Biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- ASQUIERI, E. R.; RABELO, A. M. S.; SILVA, A. G. M. e; Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 881-887, Dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000400018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2016.
- ARAÚJO, F. P. et al. Umbu. In: SANTOS-SEREJO, J. A. et al. **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasil, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

ARAÚJO, S. M. et al. Biotechnological process for obtaining new fermented products from cashew apple fruit by *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, n. 9, p. 1161-1169, Set. 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21069555>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

ARRUDA, A. R. et al. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 377-384, 2007. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/97/323>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

BRASIL. Portaria nº 64, de 23 de abril de 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**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 24 abr. 2008.

BRASIL. Portaria nº 229, de outubro de 1988. **Aprova as normas referentes a complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 31 out. 1988.

BRASIL. Decreto nº 6.871, de 04 de Junho de 2009. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 5 jun. 2009.

CARMO, S. K. S. et al. Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 1, p. 15-20, 2012. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev141/Art1412.pdf>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

CARVALHO, D. S. et al. Elaboração e avaliação sensorial de bebida alcoólica fermentada de umbu. ENCONTRO NACIONAL DE AGROINDÚSTRIA, 1, 2015, Bananeiras. **Anais...** Bananeiras: 2015. Disponível em: <https://drive.google.com/folderview?id=0B9kyeGpBcaRYZkdEM0dJSTBhNTA&usp=drive_web&tid=0B9kyeGpBcaRYVVM1RFcyZGFZNUk>. Acesso em: 01 Fev. 2016.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Crescimento de plantas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na caatinga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UMBU, CAJÁ E ESPÉCIES AFINS, 1, 2008, Recife. **Anais...** Recife: IPA; Embrapa Agroindústria Tropical; UFRPE, 2008. CD-ROM. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/37471/1/OPB1742.pdf>>. Acesso em: 09 Mar. 2016.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora Unicampi, 2003.

CHIARELLI, R. H. C.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. Fermentados de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg): processo de produção, características físico-químicas e rendimento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 277-282, 2005. Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2005/art_277a282.pdf>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

CHOWDHUR, P.; RAY, R. C. Fermentation of jamun (*Syzygium cumini* L.) fruits to form red wine. **ASEAN Food Journal**, v. 14, n. 1, p. 15-23, 2007. Disponível em: <[http://www.ifrj.upm.edu.my/afjv14\(1\)2007/15-23.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/afjv14(1)2007/15-23.pdf)>. Acesso em: 14 Mar. 2016.

CONAB. **Conjuntura Mensal**: Umbu (fruto); Período: dezembro de 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_19_11_12_04_conjuntura_umbu_dezembro_2015.pdf>. Acesso em: 08 Mar. 2016.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Química Nova**, v. 04, n. 04, p. 449-452, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000400004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

COELHO, E. et al. 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**, v. 62, n. 2, p. 1043-1052, Jul. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815001231>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

COSTA, N. P. et al. Caracterização físico-química de frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.), colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6515/4249>>. Acesso em: 09 Mar. 2016.

DANTAS, C. E. A.; MEDEIROS; G. A. de; SILVA, J. L. A. da. Caracterização físico-química do vinho de umbu produzido no IFRN - Campus Currais Novos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN – CONGIC, 10, 2014. Pau dos Ferros. **Anais...** Pau dos Ferros: Editora do IFRN, 2014. p. 408-414. Disponível em: <<http://portal.ifrn.edu.br/pesquisa/editora/livros-para-download/anais-do-x-congresso-de-iniciacao-cientifica-do-ifrn-pau-dos-ferros/>> Acesso em: 06 Mar. 2016.

DANTAS, C. E. A.; MEDEIROS; G. A. de; SILVA, J. L. A. da. Elaboração e avaliação físico-química de fermentado de umbu (*Spondias tuberosa*). In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 10, 2014. Aracaju. **Anais...** Aracaju: 2014. CD.

DANTAS, C. E. A.; MEDEIROS; G. A. de; SILVA, J. L. A. da. Elaboração e caracterização físico-química de fermentado alcoólico de jambo. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 10, 2014. Aracaju. **Anais...** Aracaju: 2014. CD.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 342-350, Dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612003000300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

DINIZ, M. P. F.; PINHEIRO, A. S. Produção e caracterização físico-química de fermentado de abacaxi. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA QUÍMICA, 6, 2013. MACEIÓ. **Anais...** Maceió: 2013. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/entequi/2013/trabalhos/50/50-2506-13963.html>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

DUARTE, W. F. et al. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuaçu, gabioba, jaboticaba and umbu. **LWT – Food Science and Technology**, v. 43, n. 10, p. 1564-1572, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643810001064>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Mossoró: ESAM, 1980.

FERREIRA, J. C.; MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D. Análise sensorial da polpa de umbu submetida a congelamento inicial em temperaturas criogênicas e armazenadas em câmaras frigoríficas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 7-17, 2000. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev21/Art212.pdf>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

GOMES, E. M. S. et al. Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu. **Revista Científica do IFAL**, v. 1, n. 1, p. 59-65, 2010. Disponível em: <<http://www.kentron.ifal.edu.br/index.php/educte/article/view/31/23>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

GOMÉZ, L. F. H.; ÚBEDA, J.; BRIONES, A. Characterisation of wines and distilled spirits from melon (*Cucumis melo* L.). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 4, p. 644-650, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2007.01500.x/abstract>>. Acesso em: 13 Mar. 2016.

IBGE. **Quantidade e valor dos produtos da extração vegetal, por produtos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação**. 2013. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_\[anual\]/2013/pdf/tab02.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_da_Extracao_Vegetal_e_da_Silvicultura_[anual]/2013/pdf/tab02.pdf)> Acesso em: 1 Ago. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo, 2008.

JAGTAP, U. B.; BAPAT, V. A. Phenolic composition and antioxidante capacity of wine prepared from custard apple (*Annona squamosa* L.) fruits. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 2, p. 175-182, 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.12219/abstract>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

JAGTAP, U. B.; BAPAT, V. A. Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus, **Food Bioscience**, p. 80-96. v. 9, Dez. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429214000625>>. Acesso em: 09 Mar. 2016.

LEE et al. Studies on the quality and flavor of ponkan (*Citrus poonensis* hort.) wines fermented by different yeasts. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 21, p. 301-309, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949813000379>>. Acesso em: 12 Mar. 2016.

LI, X. et al. Fermentation of three varieties of mango juices with a mixture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Williopsis saturnus* var. *Mrakii*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 158, p. 28-35, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22800660>>. Acesso em: 28 Fev. 2016.

LIMA, L.F.N.; ARAÚJO, J. E.; ESPÍNDOLA, A. C. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. p.29.

LIMA, U. A. **Agroindustrialização de frutas**. 2.ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2008.

MAEDA, R. N.; ANDRADE, J. S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dúbia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. **Acta Amazônia**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 489-498, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672003000300014>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

MANFROI, L. et al. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n. 2, Jun. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Ago. 2014.

MELO, E. A.; ANDRADE, A. M. S. Compostos bioativos e potencial antioxidante de frutos do umbuzeiro. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 3, p. 453-457, 2010. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1208/1208>>. Acesso em: 09 Mar. 2016.

MELO, D. L. F. M. de et al. Identification of yeasts isolated from the pulp in nature and the production of homemade "umbu" wine. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 887-892, Set. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132007000500017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

MÉLO, D. L. F. M. **Potencial biotecnológico do umbu**: perspectivas para o semi-árido. 2005. 82f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, SE. 2005.

MENA et al. Pomegranate varietal wines: Phytochemical composition and quality parameters. **Food Chemistry**, v. 133, p. 108-115, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461200012X>>. Acesso em: 10 Mar. 2016.

MENDES, B. S.; TOMÉ, P. H. F.; FRAGIORGE, E. J. Elaboração e análise sensorial e quimiométrica do vinho de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 1, 2011. Uberaba. **Anais...** Uberaba: IFTM, 2011. Disponível em: <[http://www.iftm.edu.br/SITES/spes/cd/trabalhos/021011200048_2011\(2\)_artigo_04s_emanata_ic_vinho_tamarindo_bruna.pdf](http://www.iftm.edu.br/SITES/spes/cd/trabalhos/021011200048_2011(2)_artigo_04s_emanata_ic_vinho_tamarindo_bruna.pdf)>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

MENDES, B.V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**: importante fruteira do semi-árido. Mossoró: ESAM, 1990. 63p. (ESAM. Coleção Mossoroense, série C, v.564).

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, n. 3, p.426-428, 1959. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac60147a030>>. Acesso em: 09 Mar. 2016.

MORETTO, E. et al. **Vinhos e Vinagres - Processamento e Análises**. Santa Catarina: UFSC, 1988.

MOUCHREK FILHO, V. E. et al. Produção, processamento e análise bromatológica do vinho obtido de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Caderno de Pesquisa**, São Luís, v. 13, n. 1, p. 46-59, 2002. Disponível em: <[http://www.pppg.ufma.br/cadernosdepesquisa/uploads/files/Artigo%205\(15\).pdf](http://www.pppg.ufma.br/cadernosdepesquisa/uploads/files/Artigo%205(15).pdf)>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

MUNIZ, C. R. et al. Bebidas fermentadas a partir de frutas tropicais. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 309-322, 2002. Disponível em:

<<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/1256/1055>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

NARAIN, N. et al. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, v. 44, p. 255-259, 1992. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308814692900476>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

NELSON, D. L; COX, M. **Princípios de bioquímica de lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NEMETH, A. H. et al. Evaluación química del vino de semeruco (*Malpighia spp.*) producido em el estado Falcón, Venezuela. **Multiciencias**, v. 10, n. 3, p. 234-240, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90416328003>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

NULTSCH, W. **Botânica Geral**. 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

OKIGBO, R. N.; OBIRE, O. Mycoflora and production of wine from fruits of soursop (*Annona muricata* L.). **International Journal os Wine Research**, v. 1, n. 1, p.1-9, 2009. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/49605711_Mycoflora_and_production_of_wine_from_fruits_of_soursop_Annona_Muricata_L>. Acesso em: 17 Mar. 2016.

OKUNOWO, W.; OSUNTOKI, A. Quantification of alcohols in orange wine fermented by four strains of yeast. **African Journal of Biotechnology**, v. 4, n. 11, p. 1290-1296, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/237043777_Quantitation_of_alcohols_in_orange_wine_fermented_by_four_strains_of_yeast>. Acesso em: 15 Mar. 2016.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Elaboração e caracterização de bebida alcoólica fermentada de umbu-cajá. In: Encontro Nacional e Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 19, 5, 2015, Natal. **Anais...** Natal: 2015. CD.

OLIVEIRA, M. E. S. et al. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2391-2400, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691100130X>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

ORDOÑEZ, J. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PALERMO, J. R. **Análise sensorial: fundamentos e métodos**. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 2015.

PAULA, B. de et al. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1688-1693, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000900027&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

PICÓ, Y. **Análise química de alimentos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of Enology, The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments**. Paris: Wiley, 2006.

PINO, J. A.; QUERIS, O. Analysis of volatile compounds of pineapple wine using solid-phase microextraction techniques. **Food Chemistry**, v. 122, n.4, p. 1241-1246, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610003079>>. Acesso em: 15 Mar. 2016.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2010.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Franc para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, Ago. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612001000200022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Ago. 2014.

RIZZON, L. A.; MIELI, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v23s0/19489.pdf>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como Elaborar Vinho de Qualidade na Pequena Propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa, 1994.

SCHMITZER, V. et al. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) wine: A product rich in health promoting compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 18, p. 10143-10146, 2010. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf102083s>>. Acesso em: 16 Mar. 2016.

SEGTOEWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 147-154, Jun 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232013000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

SEVDA, S. B.; RODRIGUES, L. Fermentative behavior of saccharomyces strains during guava (*Psidium guajava* L) must fermentation and optimization of guava wine production. **Food Processing and Technology**, v. 2, n. 4, p. 1-9, 2011. Disponível em: <<http://www.omicsonline.org/fermentative-behavior-of-saccharomyces-strains-during-guava-psidium-guajava-l-must-fermentation-and-optimization-of-guava-wine-production-2157-7110.1000118.php?aid=1828>>. Acesso em: 17 Mar. 2016.

SEVERO JÚNIOR, J. B. et al. Wine clarification from *Spondias mombin* L. Pulp by hollow fiber membrane system. **Process Biochemistry**, v. 42, p. 1516-1520. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359511307002280>>. Acesso em: 17 Mar. 2016.

SILVA, C. L. et al. Caracterização físico-química do fermentado artesanal do pendúculo de caju (*Anacardium occidentale* L.). In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 10, 2014. Aracaju. **Anais...** Aracaju: 2014. CD.

SILVA, J. L. A. da et al. Utilização de abacaxi para elaboração de vinhos: avaliação físico química e aceitabilidade. **Holus**, v. 03, p. 108-118, 2010. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/401/346>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

SILVA, N. S. et al. Elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir do suco de manga rosa (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 05, n. 01, p. 367-378, 2011. Disponível em: <<http://www.journals4free.com/link.jsp?l=40764395>>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO. – 4. ed. rev. e ampl.. -- **Núcleo Estudos e Pesquisas em Alimentação**. Campinas: UNICAMP, 2011.

TEIXEIRA, A. S. et al. Elaboração e avaliação da estabilidade de fermentado alcoólico de maracujá. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2014. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj_kdbso63MAhVBIJAKHS1WBroQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.gvaa.com.br%2Frevista%2Findex.php%2FCVADS%2Farticle%2Fdownload%2F2829%2F2561&usq=AFQjCNE6FLS6eBv4jE1eEXns--q_fpqvyQ>. Acesso em: 11 Mar. 2016.

TEIXEIRA, E.; MENERT, E. M.; BARBERTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987.

TORRES NETO, A. B. et al. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 489-492, 2006. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol29No3_489_14-AR05109.pdf>. Acesso em: 06 Mar. 2016.

TRINDADE, R. C. et al. Yeasts associated with fresh and frozen pulps of Brazilian tropical fruits. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 25, n. 2, p. 294-300, Ago. 2002. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12353886>>. Acesso em: 07 Mar. 2016.

TOWANTAKAVANIT, K.; PARK, Y. S.; GORINSTEIN, S. Quality properties of wine from Korean hiwifruit new cultivars. **Food Research International**, v. 44, p. 1364-1372, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911000408>>. Acesso em: 11 Mar. 2016.

VENTURINI FILHO, W. G. et al. **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia, volume 1.** São Paulo: Blücher, 2010.