



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
AGROINDUSTRIAIS UTILIZANDO DIFERENTES
GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO

RENATA TORRES DOS SANTOS E SANTOS

Salvador-BA

2018

RENATA TORRES DOS SANTOS E SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
AGROINDUSTRIAIS UTILIZANDO DIFERENTES
GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO**

Orientadora: Dra Aline Telles Biasoto Marques

Co-orientadoras: Dra Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro

Dra Ana Cecília Poloni Rybka

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Salvador-BA

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

RENATA TORRES DOS SANTOS E SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS
UTILIZANDO DIFERENTES GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 19 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA



Dr^a. Aline Camarão Telles Biasoto
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Orientadora



Dr^a. Eliete da Silva Bispo
Universidade Federal da Bahia



Dr^a. Rita de Cássia Mirela Resende Nassur
Universidade do Estado da Bahia

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas
(SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SANTOS, RENATA TORRES DOS SANTOS E
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS
UTILIZANDO DIFERENTES GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO / RENATA
TORRES DOS SANTOS E SANTOS. -- SALVADOR, 2018.
157 f. : Il

Orientadora: ALINE TELLES BIASOTO MARQUES.
Coorientadora: CLIVIA DANUBIA PINHO DA COSTA
CASTRO.

Dissertação (Mestrado - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS) -- Universidade Federal da
Bahia, UFBA, 2018.

1. Spondias tuberosa Arruda. 2. Umbu. 3. Doce
em massa. 4. Fermentado alcoólico. I. MARQUES,
ALINE TELLES BIASOTO. II. CASTRO, CLIVIA DANUBIA
PINHO DA COSTA. III. Título.

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

Dedico este trabalho aos meus Pais e irmãos, por todo o amor incondicional e apoio. E por compreenderem minha ausência, quando se fez necessário em muitos momentos de estudos.

AGRADECIMENTOS

Gratidão infinita a Deus, Senhor de toda a existência, pelo dom da vida e por me dar forças e guiar-me com a sua luz e sabedoria quando tudo pareceu impossível.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da UFBA pela oportunidade concedida.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

À Embrapa Semiárido pelo acolhimento e oportunidade concedida durante esta jornada, em especial na pessoa da minha orientadora Dra Aline Telles Biasoto Marques. Gratidão por todos os ensinamentos, conhecimentos compartilhados, oportunidades, e, por acima de tudo, sempre me conduzir com sua dedicada e eficiente orientação. Agradeço, ainda, pela confiança em mim depositada e pela compreensão e paciência nos momentos difíceis. És uma grande exemplo de profissionalismo e ética a ser seguido.

Às pesquisadoras Dra Ana Cecília Rybka e Dra Clivia Danubia Pinho pela dedicada e eficiente co-orientação, não me faltaram com atenção e disponibilidade.

Aos colegas e colaboradores do laboratório de Enologia e demais laboratórios, pela disponibilidade e serviço, sempre dispostos, principalmente, nos momentos de correria, todos foram essenciais durante esta caminhada.

Aos amigos “Embrapianos” que a vida se encarregou de me presentear, vocês fizeram a diferença tornando meus dias mais leves e alegres.

Aos consumidores participantes dos testes sensoriais realizados.

Aos membros da banca examinadora pela participação e contribuição.

E, aos familiares e amigos que me acompanharam e apoiaram, com orações e palavras de carinho e otimismo, me impulsionaram pela vibração da torcida.

A vocês, com carinho, gratidão por tudo!

Gratidão é saber reconhecer que todas as pessoas que cruzam nosso caminho são necessárias para a nossa evolução. (Autor desconhecido.)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
INTRODUÇÃO GERAL.....	17
OBJETIVOS GERAIS.....	19
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
1. UMBU.....	21
1.1 GENÓTIPOS DE UMBU.....	24
2. PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DO UMBU.....	27
3. DOCE EM MASSA.....	29
3.1 PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO DOCE EM MASSA DE UMBU.....	33
3.2 SINÉRESE NO DOCE EM MASSA DE UMBU.....	36
3.3 PADRÕES DE IDENTIDADE DE DOCE EM MASSA NO BRASIL.....	37
4. FERMENTADO ALCOÓLICO DE FRUTAS.....	37
4.1 FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU.....	43
4.2. PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO FERMENTADO ALCOOLICO DE UMBU.....	44
4.3 FERMENTAÇÃO ALCOOLICA DO FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU.....	49
4.3.1 CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO.....	50
4.4 DESENVOLVIMENTO DO AROMA SABOR DO FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU.....	52
4.5 PADRÕES DE IDENTIDADE DE FERMENTADO DE FRUTAS NO BRASIL.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	54
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO DE DOCE EM MASSA.....	64

RESUMO.....	65
1. INTRODUÇÃO.....	66
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	68
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4. CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DE UM FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU (<i>SPONDIAS TUBEROSA</i> ARRUDA), CINÉTICA FERMENTATIVA E AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E FENÓLICA.....	91
--	-----------

RESUMO.....	92
1. INTRODUÇÃO.....	94
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	95
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
4. CONCLUSÃO.....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116

CONCLUSÕES GERAIS.....	121
-------------------------------	------------

ANEXOS.....	122
--------------------	------------

ANEXO A - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE UMBU.....	123
ANEXO B - OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DO DOCE UTILIZANDO O DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL – DCCR.....	128
ANEXO C - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE EM MASSA DE UMBU E TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL PELOS CONSUMIDORES.....	129
ANEXO D - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE COMERCIAL.....	136

ANEXO E - AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE SINÉRESE NO DOCE COMERCIAL.....	137
ANEXO F – FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE SENSORIAL APLICADO.....	138
ANEXO G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE).....	139
ANEXO H – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO E PERFIL SOCIOECONOMICO.....	140
ANEXO I – OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DO FERMENTADO DE UMBU.....	142
ANEXO J - PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA.....	143

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Composição físico-química do umbu (<i>Spondias Tuberosa</i> Arruda).....	23
Tabela 2. Variação de características dos frutos de 79 genótipos de umbu do BAG da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE, 2014.....	26
Tabela 3. Composição físico-química de genótipos do umbu.....	27
Tabela 4 – Estudos sobre o processamento de doces e geleias de frutas.....	29
Tabela 5. Estudos sobre fermentado de frutas.....	37
Tabela 6. Limites estabelecidos para a comercialização de fermentado de fruta.....	54

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composição físico-química das polpas dos genótipos de umbu.....	73
Tabela 2. Composição físico-química das amostras de doces em massa de umbu avaliadas.....	77
Tabela 3. Resultado do teste de consumidor ($n = 112$) com relação a aceitação das amostras de doce em massa de umbu.....	79
Tabela 4. Escores médios dos termos do questionário CATA (<i>check-all-that-apply</i>) avaliados pelos consumidores ($n = 112$).....	80

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Composição físico-química do mosto de umbu obtida da polpa congelada e dos frutos <i>in natura</i> , após adição de água destilada.....	104
Tabela 2. Rendimento, produtividade e rendimento em produto do processo fermentativo para elaboração do fermentado de umbu.....	105
Tabela 3. Composição físico-química, valor de vitamina C, fenólicos totais e avaliação da coloração do fermentado alcoólico de umbu elaborado com o fruto <i>in natura</i> e polpa congelada.....	110
Tabela 4. Perfil de compostos fenólicos do fermentado alcoólico de umbu elaborado com o fruto <i>in natura</i> e com a polpa.....	114

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Foto do umbuzeiro (A) e dos seus frutos (B).....22
- Figura 2.** Genótipos do fruto umbu. Da esquerda para a direita: Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68.....25
- Figura 3.** Fluxograma do processo de elaboração do doce em massa.....34
- Figura 4.** Fluxograma do processo de elaboração do fermentado de umbu.....45

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Polpas dos genótipos de umbu do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, Petrolina – PE.....72
- Figura 2.** Doces elaborados a partir dos genótipos de umbu do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE.....74
- Figura 3.** Mapa de Preferência Interno (MDPREF) obtido a partir dos resultados de aceitação global utilizando a escala hedônica de nove pontos, mostrando a configuração das amostras de doce em massa de umbu ($n = 7$) e consumidores representados pelos círculos vermelho ($n = 112$).....82
- Figura 4.** Regressão de Mínimos Quadrados Múltiplos (PLS) obtida para prever aceitação global de doces em massa de umbu (variável dependente) a partir de análises físico-químicas (A) Intervalo de confiança (95%) dos coeficientes de regressão de PLS para a predição da aceitação global das amostras de doce em massa de umbu, onde as barras brancas representam as variáveis físico-químicas que contribuíram positivamente para a aceitação do produto ($p \leq 0,05$) e as barras cinzas representam as variáveis sem contribuição significativa para a aceitação do produto.(B) Análise de Componentes Principais (ACP) gerada pelo modelo PLS, associando as características físico-químicas das amostras de doce em massa de umbu avaliadas com a aceitação global do produto.....83
- Figura 5.** Análise de correspondência (AC) obtida com a somatória de citação dos termos do questionário CATA nas amostras de doce em massa de umbu.....85
- Figura 6.** (A) Análise de correspondência obtida a partir da somatória de citação dos termos do questionário CATA e das médias de aceitação global das amostras de doce de umbu em massa. (B) Frequência (%) de citação dos termos do questionário CATA pelos consumidores ($n = 112$).....86

CAPÍTULO 3

Figura 1. Fluxograma do processo de elaboração do fermentado de umbu.....98

Figura 2. (A) Mosto na pré-fermentação (fase preliminar), (B) Mosto em fermentação (fase tumultuosa), (C) Mosto pós-fermentação (fase estacionária).....105

Figura 3. Curva de consumo de açúcares x produção de etanol x densidade durante o processo fermentativo do fermentado alcoólico de umbu elaborado a partir do fruto *in natura*. (A), (B) e (C) correspondem as repetições (triplicata) do processo.....107

Figura 4. Curva de consumo de açúcares x produção de etanol x densidade durante o processo fermentativo do fermentado alcoólico de umbu elaborado a partir da polpa congelada. (A), (B) e (C) correspondem as repetições (triplicata) do processo.....108

Figura 5. Fermentado de umbu obtido a partir do seu fruto *in natura* e da polpa congelada. Da esquerda para a direita: R1, R2 e R3 do fermentado elaborado com a polpa congelada; R1, R2 e R3 do fermentado elaborado com o fruto *in natura*.....111

RESUMO

A elevada produção brasileira de diferentes variedades de frutos tropicais responde pelo terceiro lugar no ranking mundial. No entanto, ainda há inúmeros frutos nativos e exóticos pouco explorados economicamente, devido a sua baixa disponibilidade, desconhecimento sobre os sistemas de produção e conservação, bem como aspectos relacionados à qualidade dos frutos. Nesse contexto, o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) que é um fruto nativo da região semiárida brasileira é considerado um produto vegetal do extrativismo de grande importância econômica para o fortalecimento da agricultura familiar e do desenvolvimento regional da população semiárida nordestina, que realiza a colheita dos frutos e os vendem para o consumo *in natura*, ou sob a forma de polpas, geleias, doces, sorvestes e bebidas. Neste cenário, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de seis genótipos (Acessos 37, 44, 48, 52, 55, 68) do umbu para o processamento industrial sob a forma de doce em massa e analisar a composição de uma bebida fermentada alcoólica de umbu, elaborada a partir da polpa do fruto *in natura* e de sua polpa congelada. Os doces foram elaborados a partir da formulação constituída de 49% polpa, 1% pectina e 50% sacarose, em panela de aço inoxidável, sob agitação manual constante e temperatura aproximada em 100°C, até o alcance mínimo de sólidos solúveis em 75°Brix. Os fermentados foram elaborados a partir da fermentação do mosto de umbu chaptalizado com sacarose na concentração de 180 g L⁻¹, pela ação das leveduras *Saccharomyces cerevisiae*; sendo o mosto constituído da polpa do umbu diluído em 50% de água destilada. A qualidade dos doces foi determinada, diante de uma amostra comercial, quanto a composição físico-química (pH, acidez total, atividade de água, sólidos solúveis, umidade, firmeza, cor (L*, a*, b*), açúcares redutores e não-redutores, vitamina C e sinérese), teste de aceitação pelos consumidores, utilizando escala hedônica de nove pontos, e aplicação do questionário CATA contendo 23 termos que incluíam emoções e características sensoriais relacionadas à aparência, textura, sabor e aroma. Os resultados das análises físico-químicas e do teste sensorial dos doces foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey (p≤0,05), enquanto os resultados do CATA foram analisados por análise de correspondência e teste Q de Cochran (p≤0,05). De acordo com os resultados, a composição físico-química das amostras apresentou diferença significativa (p≤0,05) diante das variáveis analisadas, exceto para o teor de sólidos solúveis das amostras elaboradas com os genótipos, que foi fixado em 75 °Brix durante sua cocção, enquanto a amostra comercial apresentou 72°Brix. O teste de

aceitação sensorial mostrou que no geral, todas as amostras receberam aceitação satisfatória pelos consumidores, sendo que os doces elaborados com os Acessos 37, 44, 52 e 55 apresentaram maior preferência pelos consumidores, enquanto o doce comercial, menor preferência no Mapa de Preferência Interno. Por conseguinte, a análise descritiva a partir do CATA, demonstrou que os termos gosto doce, enjoativo e aroma adocicado foram igualmente percebidos nos doces dos diferentes genótipos de umbu testados, sem diferença significativa ($p \leq 0,05$), e que o termo de umbu não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre todas as amostras de doces, incluindo o comercial. As bebidas obtidas foram avaliadas quanto a cinética fermentativa do processo (rendimento em etanol, produtividade em etanol e rendimento em produto) e sua composição físico-química (pH, densidade, acidez volátil e total, teor alcoólico e extrato seco, dióxido de enxofre livre e total, açúcares redutores e totais, cor (L^* , a^* , b^* , C^* , h), compostos fenólicos totais, vitamina C e quantificação de compostos fenólicos). Os resultados da cinética fermentativa e das análises físico-químicas dos fermentados foram submetidos à ANOVA e teste de Student ($p \leq 0,05$) e mostraram que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos na cinética fermentativa, demonstrando que foi satisfatória, com rendimento médio de 70%, produtividade média de etanol em $0,50 \text{ g L}^{-1} \text{ h}$ e um rendimento em produto próximo de 0,70. De acordo com os resultados obtidos, os dois tratamentos apresentam diferença significativa ($p \leq 0,5$) na composição físico-química para a maioria das variáveis analisadas, com exceção para o teor de sólidos solúveis, extrato seco e reduzido, luminosidade e teor de compostos fenólicos totais. Entretanto ambos os fermentados atendem a legislação brasileira para fermentado de frutas e classificam-se como uma bebida alcoólica seca, por apresentarem uma quantidade de açúcares menor que 3g/L. Adicionalmente, a qualidade da bebida mostrou a existência de uma grande variedade de compostos bioativos presentes, sendo identificados 22 compostos fenólicos, destes, os flavanóis totais foram majoritários em sua composição, e os estilbenos, minoritários. Ressalta-se, que, os genótipos avaliados podem ser uma alternativa interessante na elaboração de doce em massa, visando melhorar a qualidade e padronização desse produto. Por conseguinte, a bebida alcoólica fermentada apresenta como uma nova opção de investimento na área de bebidas para o semiárido nordestino.

Palavras-chaves: *Spondias tuberosa* Arruda, doce em massa, sinérese, fermentado alcoólico, compostos fenólicos, semiárido.

ABSTRACT

The high Brazilian production of different tropical fruit varieties is the third largest in the world. However, there are still many native and exotic fruits that have not been economically exploited due to their low availability, lack of knowledge about the production and conservation systems, as well as aspects related to fruit quality. In this context, the umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), which is a native fruit of the Brazilian semi-arid region, is considered a vegetal product of extractivism of great economic importance for the strengthening of family agriculture and the regional development of the semi-arid Northeastern population, which harvests fruits and sell them for consumption in natura, or in the form of pulps, jellies, sweets, sorves and drinks. In this scenario, the objective of this study was to evaluate the potential of six umbilical genotypes (Accesses 37, 44, 48, 52, 55, 68) for industrial processing in the form of bulk candy and to analyze the composition of an alcoholic fermented beverage of umbu, made from the pulp of the fruit in natura and its frozen pulp. The sweets were prepared from the formulation consisting of 49% pulp, 1% pectin and 50% sucrose in a stainless steel pan under constant manual stirring at an approximate temperature of 100 ° C until the minimum reach of 75 ° soluble solids Brix. The fermentations were elaborated from the fermentation of the umbu wort chaptalizado with sucrose in the concentration of 180 g L⁻¹, by the action of yeasts *Saccharomyces cerevisiae*; the wort being composed of the pulp of the umbu diluted in 50% distilled water. The quality of the sweets was determined in relation to the commercial chemical composition (pH, total acidity, water activity, soluble solids, moisture, firmness, color (L *, a *, b *), reducing sugars and non-reducing, vitamin C and syneresis), consumer acceptance test using a nine point hedonic scale, and application of the CATA questionnaire containing 23 terms that included emotions and sensory characteristics related to appearance, texture, taste and aroma. The results of the physical-chemical analyzes and the sensorial test of the sweets were submitted to ANOVA and Tukey's test ($p \leq 0.05$), while CATA results were analyzed by correspondence analysis and Cochran's Q test ($p \leq 0, 05$). According to the results, the physicochemical composition of the samples presented a significant difference ($p \leq 0.05$) in relation to the analyzed variables, except for the soluble solids content of the samples made with the genotypes, which was fixed at 75 ° Brix during while the commercial sample had 72 ° Brix. The sensory acceptance test showed that, in general, all samples were satisfactorily accepted by the consumers, and the sweets

elaborated with Accesses 37, 44, 52 and 55 presented a higher preference for consumers, while commercial sweetness, less preference in the Map of Internal Preference. Therefore, the descriptive analysis from the CATA, showed that the terms sweet, cloying and sweet taste were also perceived in the sweets of the different umbu genotypes tested, with no significant difference ($p \leq 0.05$), and that the term umbu did not differ significantly ($p \leq 0.05$) among all samples of sweets, including commercial ones. The obtained beverages were evaluated for the fermentative kinetics of the process (ethanol yield, ethanol yield and product yield) and their physicochemical composition (pH, density, volatile and total acidity, alcohol content and dry extract, free sulfur dioxide and total, reducing sugars and total, color (L *, a *, b *, C *, h), total phenolic compounds, vitamin C and quantification of phenolic compounds). The results of the fermentative kinetics and the physical-chemical analysis of the fermented were submitted to ANOVA and Student's test ($p \leq 0.05$) and showed that there was no significant difference ($p \leq 0.05$) between the treatments in the fermentative kinetics, demonstrating which was satisfactory with an average yield of 70%, average productivity of ethanol at 0.50 g L⁻¹ and a product yield of about 0.70. According to the results obtained, the two treatments present a significant difference ($p \leq 0.5$) in the physico-chemical composition for most of the analyzed variables, except for the soluble solids content, dry and reduced extract, luminosity and total phenolic compounds. However, both ferments comply with the Brazilian legislation for fermented fruits and are classified as a dry alcoholic beverage because they have a quantity of sugars lower than 3 g / L. In addition, the quality of the beverage showed the existence of a great variety of bioactive compounds present, being identified 22 phenolic compounds, of these, the total flavanols were major in its composition, and the stilbenos, minority. It is worth noting that the evaluated genotypes can be an interesting alternative in the elaboration of candy in mass, aiming to improve the quality and standardization of this product. Therefore, the fermented alcoholic beverage presents as a new investment option in the beverage area for the northeastern semi-arid region.

Keys-words: *Spondias tuberosa* Arruda, sweet in mass, syneresis, fermented alcoholic, phenolic compounds, semi-arid.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de frutas encontra-se em constante crescimento devido ao grande investimento e avanço tecnológico no campo. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, sobrepondo-se a países como Estados Unidos, Itália e Espanha, e ficando atrás apenas da China e Índia (SEBRAE, 2016). Entretanto, a fruticultura brasileira ainda tem grande potencial de expansão, pois há inúmeras frutas nativas e exóticas pouco exploradas economicamente, devido à pouca disponibilidade de algumas espécies, desconhecimento sobre os sistemas de produção e conservação, bem como aspectos relacionados à qualidade dos frutos. Neste cenário, há uma variedade abundante de frutos nativos com potencial para ser utilizado pela indústria de alimentos.

Observa-se que um grande número de frutas tropicais nativas é comestível e que, paradoxalmente, poucas espécies estão disponíveis no mercado; a maioria das variedades é de cultivo sazonal, e sua vida de prateleira é limitada por serem perecíveis e deteriorarem em poucos dias (GADELHA et al., 2009; LAGO et al., 2006; ALMEIDA et al., 2011; GALVÃO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

Nos últimos anos, tem-se buscado agregar valor econômico as frutas altamente perecíveis a partir de seu processamento, evitando assim, desperdícios e minimizando as perdas que podem ocorrer antes e durante a comercialização do produto *in natura*. A produção de produtos e subprodutos a partir dessas frutas, também tornou-se uma opção para facilitar a negociação em lugares onde não há produção; e onde o transporte e armazenamento *in natura* tornam-se inviáveis, devido as condições climáticas ou distância (VISSOTTO et al., 2013).

O sabor exótico das frutas tropicais nativas é de crescente interesse para os consumidores em todo o mundo. Por conseguinte, frutas de caráter regional e que são pouco conhecidas fora dos seus trópicos regionais estão ganhando o interesse dos consumidores e pesquisadores devido a sua qualidade sensorial peculiar (GALVÃO et al., 2011).

Entre os frutos tropicais nativos da região Nordeste do Brasil, destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), responsável por significativa parte da renda dos agricultores extrativistas do semiárido nordestino (PAULA et al., 2012). O umbuzeiro é considerado de grande importância econômica para o fortalecimento da agricultura

familiar e do desenvolvimento regional da população do semiárido nordestino, que realiza a colheita dos frutos e os vendem para o consumo *in natura*, ou sob a forma de polpas, geleias, doces, conservas, sorvestes e bebidas (FOLEGATTI et al., 2003; MARTINS et al., 2007).

O doce em massa (ou doce de corte) é bastante popular no Nordeste do Brasil. Oriundo de atividade artesanal de grande tradição regional é encontrado no comércio acondicionado em embalagens de celofane e potes de polipropileno. Entretanto, este produto apresenta problemas de padronização entre lotes e elevada sinérese e escurecimento durante seu armazenamento, provavelmente devido à alta acidez e baixo pH, conforme relatado nos estudos realizados por Policarpo et al. (2007), Martins et al. (2007; 2010), Borges et al. (2011) e Pinto et al. (2001).

Dentre as diversas formas de consumo do umbu processado, pode-se citar também o seu beneficiamento na elaboração de bebidas alcoólicas, como por exemplo, o licor e a cerveja. Esses produtos vêm ganhando espaço no mercado, visto que, há uma forte tendência do setor de bebidas alcoólicas pela diversificação de sabores e tipos de produtos (ROSA et al., 2006). O umbu apresenta propriedades adequadas para o processamento na forma de bebidas alcoólicas, demonstrando o potencial do fruto para crescimento nesse setor.

Assim, considerando os problemas industriais do doce em massa comercial, o estudo foi conduzido para avaliar o potencial de diferentes genótipos de umbu do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE (OLIVEIRA et al., 2016), para o processamento na forma de doce em massa. Também foi realizado estudo de desenvolvimento do fermentado alcoólico de umbu, que se apresenta como mais uma alternativa de beneficiamento na cadeia produtiva deste fruto, possibilitando maior agregação de valor ao fruto e fortalecimento da agricultura familiar e desenvolvimento regional do semiárido.

OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a qualidade de produtos agroindustriais, na forma de doce em massa e fermentado alcoólico, a partir de diferentes genótipos do umbuzeiro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a composição físico-química do doce em massa de umbu obtidos de diferentes genótipos;
- Avaliar a aceitação pelos consumidores dos doces em massa de umbu obtidos de diferentes genótipos;
- Descrever o perfil sensorial dos doces em massa de umbu obtidos de diferentes genótipos;
- Comparar a composição físico-química e perfil sensorial dos doces em massa de umbu elaborados com diferentes genótipos com uma amostra de doce comercial.
- Otimizar fluxograma para elaboração do fermentado alcoólico “vinho” de umbu;
- Avaliar parâmetros de qualidade do fermentado alcoólico de umbu, por meio da cinética da fermentação, análises físico-químicas e colorimétricas, verificando os resultados com os padrões estabelecidos pela legislação vigente;
- Descrever a composição fenólica do fermentado alcoólico de umbu

CAPITULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. UMBU

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma árvore frutífera tropical nativa de regiões semiáridas do nordeste brasileiro, ocorrendo de forma espontânea e com elevada diversidade genética nas regiões da Caatinga (Pernambuco e Bahia), do Cariri (Paraíba), do Agreste (Piauí), do Seridó (Rio Grande do Norte) e no norte de Minas Gerais (MENDES, 1990; LORENZI, 1992).

É uma planta xerófila, caducifólia, da família das anacardiáceas, de grande importância ao bioma Caatinga devido à sua adaptação às condições climáticas que assolam a região, como o calor, solos rasos e à falta de água (MENDES, 1990; SANTOS et al., 2008).

É uma árvore de pequeno porte, com aproximadamente 5 m de altura, com uma copa em forma de guarda-chuva, atinge até 15 m de diâmetro, esparramada, de tronco curto, com galhos retorcidos e muito ramificados, pode produzir de 15 a 32 mil frutos com uma média de produção de até 350 kg de frutas por safra (PIRES & OLIVEIRA, 1986; FOLEGATTI et al., 2003; BORGES et al., 2007; REZENDE et al., 2007; MOURA et al., 2013).

Seu fruto, conhecido como umbu, imbu ou ambu, é uma drupa glabra ou levemente pilosa, de superfície lisa ou com quatro a cinco pequenas protuberâncias na porção distal, apresenta formato arredondado com variação de 3-4 cm de comprimento, 2-4 cm de diâmetro, e 8-23 g de massa; sendo constituído por cerca de 22% de casca, 68% de polpa e 10% de caroço (SILVA et al., 1987; MENDES, 1990; NARAIN et al., 1992).

São classificados em três estádios de maturidade (verde, intermediário e maduro), determinados pelos pigmentos clorofila e carotenóides, responsáveis pela coloração da casca verde, no estádio imaturo, ou amarelo esverdeada, quando maduro (GALVÃO et al., 2011).

Sua polpa, branca esverdeada, mole, succulenta e de sabor exótico e agridoce, apresenta teor de sólidos solúveis em torno de 9,5°Brix, pH entre 2,5 e 3,0, e acidez (em ácido cítrico) em torno de 1,2% (SOUZA & CATÃO, 1970; BISPO, 1989; GALVÃO et al., 2011). Caracteriza-se, ainda, como fonte de vitaminas (B1, B2, A, C e B3) e minerais (cálcio, fósforo e ferro), com elevado teor de tanino em sua composição (VIDIGAL et al., 2011).



Figura 1. Foto do umbuzeiro (A) e dos seus frutos (B).
Fonte: arquivos da autora, 2018.

A composição físico-química do umbu, apresentada na Tabela 1 e determinadas por diferentes autores, pode variar de acordo com o clima da região de origem da planta, conforme relatam Duarte et al. (2010).

Campos (2007) acompanhando o desenvolvimento das características físico-químicas dos frutos do umbuzeiro, durante o seu crescimento e no período pós-colheita, verificou que as modificações de cor foram os mais evidentes sintomas de amadurecimento, principalmente devido à destruição das clorofilas e à síntese de pigmentos tais como antocianinas e carotenóides. Observou que durante o amadurecimento dos frutos, houve diminuição no teor de ácido orgânico (ácido cítrico) e vitamina C e aumento no teor de sólidos solúveis (°Brix). E que, os frutos do umbuzeiro passaram da cor verde no momento da colheita, para a cor amarela, quando maduros. Constatou, ainda, que na polpa e na casca do umbu, quando submetidas ao

cozimento, os teores de fenóis aumentam e os teores de nitrato diminuem, fato que favorece ao consumo e à industrialização deste fruto.

Tabela 1. Composição físico-química do umbu (*Spondias Tuberosa* Arruda).

Variáveis	Souza						
	& Catão (1970)	Bispo (1989)	Narain et al. (1992)	Ferreira (2000)	Mattietto (2005)	Ushikubo (2006)	Paula et al. (2012)
pH	-	2,45	3,07	2,21	2,75	1,70	2,47
Sólidos solúveis (°Brix)	-	10,00	9,47	10,03	9,59	9,4	6,47
Acidez em ácido cítrico (g/100g)	1,34	1,23	1,14	1,45	1,39	1,95	1,38
Ratio (°Brix/acidez)	-	8,13	8,56	6,92	6,89	4,82	4,59
Umidade (%)	87,80	89,89	87,25	91,33	89,40	-	89,48
Proteínas (%)	-	0,52	0,31	-	0,75	0,58	0,44
Lipídeos (%)	-	0,35	0,85	-	0,30	0,16	0,39
Fibras (%)	-	0,37	1,04	-	0,30	0,30	-
Açúcares redutores (%)	-	6,07	4,09	3,61	3,63	3,22	1,92
Açúcares não-redutores (%)	-	1,88	1,29	2,50	1,30	1,89	0,54
Açúcares totais (%)	8,34	7,95	5,38	6,25	4,93	5,11	2,46
Pectina (%)	-	0,82	1,39	-	-	1,80	1,10
Taninos (mg/100g)	-	126,27	120,00	-	183,76	62,10	-
Vitamina C (mg/100g)	31,20	9,61	15,80	13,31	23,83	5,40	24,97
Cinzas (%)	-	0,35	0,30	0,53	0,40	0,40	0,41

Apresenta-se como um produto vegetal do extrativismo com significado papel secular para a renda familiar da população do semiárido nordestino. No entanto, o sucesso da economia na colheita está sujeito aos efeitos da sazonalidade e perecibilidade do fruto. A safra dura em torno de quatro meses, janeiro a abril, ou, ainda, dezembro a março. E, quando colhido, sua vida útil pós-colheita é de apenas três dias (POLICARPO

et al., 2007). No início do pico da produção ocorre uma grande perda, o que também pode ser atribuído, em parte, ao excesso de oferta, ao avanço da maturação e ausência de infraestrutura adequada de colheita e pós-colheita (CONAB, 2017).

Considerando o expressivo valor comercial do umbu para o mercado interno e, de forma particular, para a industrialização, a expansão da comercialização destes frutos para o consumo *in natura* e na forma de polpas, geleias, doces, sorvetes e bebidas, a partir de uma produção do extrativismo estimada em 7.565 toneladas (IBGE, 2017), sinaliza um mercado bastante promissor para esta espécie endêmica do bioma Caatinga. Neste cenário, o Estado da Bahia é o maior produtor nacional, com produção de 5.808 toneladas em 2017, segundo o IBGE.

Economicamente, a saca do umbu pesando 45 kg rende, em média, no estado da Bahia, ao produtor e sua família, aproximadamente R\$ 28,00, conforme dados da Companhia Nacional de Abastecimentos – Conab (2017). E, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 60 Kg da fruta, se processada e transformada em doce, suco ou geleia, pode elevar, em média, para R\$ 135,00 de rendimento líquido (EMBRAPA, 2003).

1.1 GENÓTIPOS DE UMBU

Genótipos são os frutos formados pelos genes de uma espécie que não são modificados naturalmente. O desenvolvimento de genótipos dos frutos surge a partir da necessidade de modificar a constituição genética do indivíduo, cujas deficiências e qualidades são conhecidas, visando melhorar o aumento da produtividade da planta, melhoria da qualidade do fruto e adaptação da espécie à determinado ambiente (SILVA et al., 2009).

Considerando a necessidade de se preservar e conservar espécies nativas ou bem adaptadas à região e que emergem como alternativas para o cultivo sustentável e buscando evitar o risco da erosão genética e otimizar o uso dessas espécies, tornou-se necessário o estabelecimento de estratégias efetivas de conservação, mantendo-a disponível para utilização em programas de melhoramento genético (SILVA et al., 2009; MACHADO et al., 2015).

Neste contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) implantou o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de *Spondias*, tendo como atividades

principais a conservação dos recursos genéticos do gênero *Spondias* e a caracterização, a avaliação, o intercâmbio e a documentação desse germoplasma (SILVA *et al.*, 2009; MACHADO *et al.*, 2015).

O BAG de *Spondias* é constituído, conforme Machado *et al.* (2015), por 182 Acessos pertencentes às espécies de interesse imediato e/ou potencial para o melhoramento genético (*S. tuberosa*, *S. mombin*, *S. purpurea*, *Spondias bahiensis* e *Spondias* spp.). Desse total, *S. tuberosa* encontra-se em maior representatividade, apresentando frutos com diferentes tamanhos, pesos, pH, acidez, teores de açúcares, vitamina C, entre outras características de interesse (CAMPOS, 2007), conforme ilustrado na Figura 2. Estando distribuídos nas seguintes Unidades Descentralizadas da Embrapa: Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE; Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI; Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA; e Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA (MACHADO *et al.*, 2015).



Figura 2. Genótipos do fruto umbu. Da esquerda para a direita: Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68. Fonte: arquivos da autora, 2018.

Campos *et al.* (1999), na formação do banco de germoplasma de umbuzeiro, avaliaram 70 genótipos do fruto, os quais observaram que o teor de sólidos solúveis variou de 8,9 a 14,8°Brix.

Machado & Fonseca (2010) ressaltam que, a pesquisa com o umbuzeiro tem avançado e visa, sobretudo, a seleção de genótipos com características agrônômicas desejáveis; boa produtividade, com frutos superiores a 20 g, com casca fina e lisa, maior percentagem de polpa e com alto teor de sólidos solúveis totais.

Machado *et al.* (2015) apresentam os resultados de trabalhos de caracterização de germoplasma do gênero *Spondias*, onde descrevem a variação de características do

fruto em 79 genótipos de umbu (Tabela 2) do Banco Ativo de Germoplasma de Umbu da Embrapa Semiárido em 2014. Constataram uma considerável variabilidade no tamanho, sabor, cor e aroma dos frutos, os quais apontam seis Acessos de umbuzeiro (BGU16, BGU44, BGU47, BGU48, BGU52 e BGU69) como os genótipos promissores comercialmente, selecionados quanto às propriedades físico-química dos frutos.

Tabela 2. Variação de características dos frutos de 79 genótipos de umbu do BAG da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE, 2014.

Característica	Mínimo	Máximo
Largura do fruto (cm)	2,50	5,33
Peso do fruto (g)	4,88	85,00
Peso da casca (g)	1,37	22,50
Peso da semente (g)	0,30	10,00
Peso da polpa (g)	3,60	58,00
Sólidos solúveis (°Brix)	8,60	14,80

Fonte: Machado et al., 2015.

Por conseguinte, Moura et al. (2017) avaliando a qualidade físico-química e características biométricas de 55 genótipos, no estágio intermediário de maturação, de frutos do umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, propõem que os Acessos 37 e 58 são indicativos de maior potencial para o consumo *in natura* e processamento, por apresentarem maiores teores de sólidos solúveis e alta relação SS/AT.

Adicionalmente, visando identificar genótipos com potencial para o consumo *in natura* e/ou processamento, Silva et al. (2017) avaliaram a qualidade físico-química de frutos do umbuzeiro (BGU37, BGU44, BGU48, BGU52, BGU55 e BGU68) do BAG da Embrapa semiárido, em dois estágios de maturação. Os autores concluem, a partir das variáveis analisadas, apresentadas na tabela 3, que no estágio intermediário de maturação, os genótipos BGU44 e BGU48 são os mais indicados para o consumo *in natura* e processamento por apresentarem a maior relação SS/AT. Enquanto que no estágio de maturação maduro, os genótipos BGU37 e BGU52 são os mais adequados por apresentarem o maior teor de sólidos solúveis.

Tabela 3. Composição físico-química de genótipos do umbu.

Estádio de maturação	Variável	Genótipos					
		BGU37	BGU44	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68
intermediário	SS (%)	10,02	10,55	10,35	9,88	10,83	11,55
	AT (%)	0,74	0,60	0,60	0,78	0,74	0,76
	SS/AT	14,04	17,58	17,70	12,89	14,83	15,37
maduro	SS (%)	13,48	12,20	11,60	11,05	12,40	14,08
	AT (%)	1,34	1,15	1,12	1,30	1,04	1,11
	SS/AT	10,09	12,04	10,48	8,99	12,05	13,11

Fonte: Silva et al., 2017.

Silva et al. (2017), pontuam ainda, que o uso de genótipos superiores pode garantir uma qualidade elevada e mais homogênea dos frutos ofertados no mercado *in natura*. Dessa maneira, conforme Silva et al. (2009) investir no melhoramento e na conservação desta cultura proporciona uma importante alternativa agrícola ecologicamente eficiente e competitiva para o Estado da Bahia.

Dentre os genótipos, os Acessos 44, 52, 55 e 68 encontram-se registrados.

2. PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL DO UMBU

A agroindústria do umbuzeiro responde por parte do desenvolvimento regional da população semiárida nordestina que realiza a colheita dos frutos e os vendem para o consumo *in natura*, ou através do processamento (artesanal ou industrial) sob a forma de polpas, geleias, doces, compotas, sucos, umbuzada, sorvestes e bebidas, como o licor e a cerveja. Este beneficiamento garante importante fonte de renda e trabalho para os agricultores, durante todo o ano, devido a possibilidade de instalação de pequenas estruturas de processamento em comunidades, vinculadas a políticas públicas de âmbito municipal, estadual ou federal (EMBRAPA, 2014).

A maior importância econômica para o umbu está na sua industrialização sob a forma de polpa (NEVES & CARVALHO, 2005) e a sua obtenção, ocorre, tradicionalmente, pelo cozimento com água dos frutos inteiros, e/ou através do

despolpamento do fruto *in natura* ou cozido em despoldadeira elétrica (onde a polpa é extraída por separação do fruto e da casca).

A obtenção de doces e geleias ocorre pela utilização da água do cozimento (utilizada para o processo de despolpamento) e/ou da polpa integral do fruto com adição de sacarose, submetidos ao cozimento até a obtenção da firmeza desejada (CAMPOS, 1994). As geleias são comercializadas, normalmente, em potes de vidro; enquanto os doces (cremoso ou de corte) são comercializados em embalagens de polipropileno e celofone (POLICARPO et al., 2007).

Adicionalmente, tem-se também o umbu cristalizado, que consiste no açucaramento dos frutos de umbu maduros, a partir de sua imersão em sacarose e posterior secagem em forno ou estufa, sendo os frutos secos até a obtenção de aspecto semelhante ao da uva passas. A compota que é elaborada a partir de frutos no estágio de maturação intermediário, onde, depois de higienizados, são submersos em solução xarope elaborado à base de uma calda (água e açúcar), sendo envasados em potes de vidro. O suco e o néctar, processados a partir do despolpamento do fruto *in natura* ou da polpa congelada, podem ser elaborados pelo método convencional do cozimento dos frutos, diluição da polpa congelada ou pela extração do suco do fruto por arraste de vapor, através da extratora (equipamento para extração artesanal de sucos por inserção de vapor). A umbuzada é uma bebida tradicional de consistência cremosa, obtida pela homogeneização da polpa do fruto com leite e açúcar, podendo ser consumida em seguida a elaboração ou após a refrigeração (ANJOS & RYBKA, 2016).

O licor é elaborado tradicionalmente a partir da mistura de álcool etílico (ou cachaça comercial) com um xarope de sacarose contendo quantidades do fruto ou polpa, sendo em seguida realizada a decantação ou filtração (PENHA et al., 2003).

A cerveja, Saison Umbu, comercializada pela maior cooperativa do semiárido baiano (Coopercuc), é resultado da associação da cooperativa com uma empresa mineira especializada em cervejas com frutas e especiarias brasileiras em comunidades nativas. Com 10% da fruta em sua composição e 6,2% de teor alcoólico, caracteriza-se por apresentar a acidez, doçura e aroma do umbu.

3. DOCE EM MASSA

A legislação brasileira denomina "doce em massa" como o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador do pH e outros ingredientes e aditivos permitidos por estes padrões até uma consistência apropriada; e, "geleia de fruta" como o produto obtido pela cocção, de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água, podendo ser adicionado pectina e acidulantes, e concentrado até consistência gelatinosa (BRASIL, 1978).

De acordo com a legislação, quando se tratar de "doce em massa" elaborado com uma única espécie de fruta, o doce em massa deve ser designado pela expressão "doce em massa" seguida do nome da fruta.

No Brasil, a tradição do consumo e fabricação dos doces teve início com a colonização, junto com as primeiras mudas de cana-de-açúcar o colonizador português trouxe o hábito de comer doces. Com a fartura do açúcar e a variedade de frutas existentes, as culturas foram se misturando e novos doces foram surgindo dos tachos (SETEC, 2007).

A literatura relata uma grande diversidade da utilização de frutas na elaboração de doces em pasta e geleias, conforme apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Estudos sobre o processamento de doces e geleias de frutas.

Objetivo do estudo	Referência
Estudo de produtos industrializáveis do umbu (<i>Spondias tuberosa</i> , Arr. Câmara)	Bispo (1989)
Processamento do fruto do imbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.).	Cavalcanti et al. (2000)
Determinação do efeito do processamento de doce em massa de umbu verde e maduro sobre sua composição e aceitação.	Pinto et al. (2001)
Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geleia e compota	Folegatti et al. (2003)
Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil textuométrico do doce de manga	Soares Junior et al. (2003)
Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com araçá-pêra (<i>Psidium Acutangulum</i> D. C.) para o pequeno produtor	Wille et al. (2004)

Objetivo do estudo	Referência
Avaliação da estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu no estágio de maturação verde.	Policarpo et al. (2007)
Determinação das características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores	Martins et al. (2007)
Estabilidade da cor de geleia de jambo (<i>Eugenia Malaccensis</i> , L.) sem casca armazenada aos 25 °C e 35 °C na presença e ausência de luz	Cardoso (2008)
Avaliação física, química e sensorial de doce cremoso de goiaba acondicionado em bisnaga plástica	Freire et al. (2009)
Avaliação química de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa	Damiani et al. (2009)
Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.) da cultivar Pedro Sato	Menezes et al. (2009)
Estudo da composição físico-química e aceitação de bananadas comerciais por meio de análise multivariada	Godoy et al. (2009)
Avaliação das alterações físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de doces de umbu verde e maduro	Martins et al. (2010)
Avaliação do efeito de aditivos sobre a cor durante o armazenamento de doces de umbu verde e maduro	Borges et al. (2011)
Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i>)	Dias et al. (2011)
Estabilidade de doces em massa de banana prata	Martins et al. (2011)
Caracterização química e sensorial de geleia da casca e polpa de cajá-manga (<i>Spondias cytherea</i> Sonn.)	Lago-Vanzela et al. (2011)
Caracterização físico-química e avaliação energética de geleia elaborada em diferentes tipos de tachos com polpa e suco de acerola	Caetano et al. (2011)
Caracterização físico-química e sensorial de geleias de goiaba preparadas com açúcar mascavo	Fernandes et al. (2013)
Perfil sensorial de geleias tradicionais de umbu-cajá	Oliveira et al. (2014)
Desenvolvimento, caracterização e estabilidade de geleia tradicional de umbu-cajá	Oliveira et al. (2014)
Estabilidade de geleias convencionais de umbu-cajá durante o armazenamento em condições ambientais	Oliveira et al. (2014)
Influência das variáveis de processo nas características físicas e químicas de geleias de umbu-cajá	Oliveira et al. (2014)

Objetivo do estudo	Referência
Elaboração e caracterização de doce cremoso de caqui com adição de sementes da araucária	Bolzan & Pereira (2017)
Avaliação microbiológica e de textura de doce de banana em massa comercializada na cidade de Pombal – PB	Silva et al. (2017)

Cavalcanti et al. (2000) elaboraram e testaram sensorialmente quatro tipos de doce preparados com os frutos do umbuzeiro em diferentes fases de maturação (muito inchado, inchado, maduro, muito maduro), visando à possibilidade de aproveitamento desse fruto como alternativa alimentar e fonte de complementação da renda de pequenos agricultores. O resultado do teste sensorial apontou que o fator que mais contribuiu para a aceitação dos tipos de doce pelos consumidores foi a acidez de ambas as formulações; sendo os doces elaborados a partir dos frutos maduro e muito maduro os que apresentaram maior nota média de aceitação.

Pinto et al. (2001) estudaram o efeito do processamento de doce em massa de umbu verde e maduro sobre sua composição e aceitação, buscando verificar o efeito da variação do pH e relação polpa/açúcar sobre a aceitação sensorial. Os resultados mostraram que a adição de carbonato de cálcio elevou o pH para no máximo 3,45, o que contribuiu para o alcance da nota média máxima de 7,0 (gostei moderadamente), atribuída pelos provadores para a formulação de umbu maduro, com relação polpa/açúcar de 50/50. Sendo o doce elaborado a partir da polpa do umbu verde sem a correção de pH, o doce de menor aceitação.

Folegatti et al. (2003) analisaram o aproveitamento industrial do umbu através do processamento de geleia e compota, a partir de proporções de polpa e açúcar de 50:50 e 40:60, para a geleia, e da utilização de xaropes com diferentes teores de sólidos solúveis totais para a obtenção de compotas com 25, 30 e 35 °Brix. Os autores obtiveram geleias com valores de pH entre 2,82 e 3,05, teores de acidez total entre 0,62% e 0,88% (em ácido cítrico) e de sólidos solúveis totais entre 66,3 e 68,6 °Brix; e, compotas com valores de pH 2,70, teor de acidez total entre 1,07 a 1,22%, e teor de ácido ascórbico entre 3,52 mg/100g a 3,54 mg/100g. O teste sensorial aplicado revelou que a geleia de umbu mais aceita foi a produzida com proporção polpa/açúcar de 50:50, ao passo que para a compota houve uma relação direta entre a aceitação sensorial e o teor final de sólidos solúveis

totais, sendo os produtos finais com 30°Brix e 35°Brix os mais bem aceitos sensorialmente.

Martins et al. (2007) estudaram as características de doce em massa de umbu verde e maduro e a sua aceitação pelos consumidores, a partir de quatro formulações com variação da quantidade de goma xantana, xarope de glicose, amido modificado e pectina, utilizando a relação polpa/açúcar de 1:1. Os resultados demonstraram que as formulações de doce em massa de umbu verde, com adição de 5% de xarope de glicose e 0,3% de goma xantana, e de doce em massa de umbu maduro com 0,5% de pectina apresentaram maior firmeza entre as demais. E que, apesar de apenas 30% dos consumidores conhecerem o fruto, não houve diferença significativa ($p > 0,5$) entre as notas médias de aceitação, atribuídas para as formulações.

Paralelamente, Policarpo et al. (2007) acompanharam a estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias Tuberosa* Arruda) no estágio de maturação verde, em função de diferentes formulações, embalagens (polipropileno e celofane) e temperaturas (33 e 43 °C), durante 90 dias de armazenamento. Os autores verificaram que a embalagem não exerceu efeito significativo sobre a luminosidade (L^*), mas afetou a intensidade das cores a^* e b^* aos 90 dias de estocagem, em ambas as temperaturas. Os resultados globais indicaram o uso de pectina e xarope de glicose, embalagens de polipropileno e estocagem em temperatura mais baixas como sendo as condições mais adequadas para a preservação da cor.

Por conseguinte, Martins et al. (2010) estudaram as alterações físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de doces de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Câmara) verde e maduro por 120 dias à temperatura de 30°C. Os produtos apresentaram resultados microbiologicamente estáveis, bem como os valores de pH e acidez, decréscimo na atividade de água, aumento no teor de sólidos solúveis totais e no açúcar redutor, e uma tendência à redução no conteúdo de açúcar não redutor em ambos os doces.

E, adicionalmente, Borges et al. (2011) ao analisarem o efeito de aditivos sobre a cor durante o armazenamento de doces de umbu (*Spondias Tuberosa* Arruda) verde e maduro, sob condições controladas de temperatura e umidade (30°C e 75%) durante 120 dias, observaram nos resultados um decréscimo de luminosidade ao longo do período de estocagem. Constataram que o aditivo xarope de glicose teve a capacidade de diminuir as perdas de luminosidade do doce de umbu maduro devido ao aumento do brilho; e que a

goma xantana foi responsável por aumentar o valor do parâmetro a^* do doce de umbu verde, contribuindo para a perda da sua cor característica. Enquanto os aditivos amido modificado, xarope de glicose e pectina favoreceram o acréscimo deste parâmetro o longo do tempo no doce de umbu maduro. Entretanto, os valores do parâmetro b^* , diminuíram em todas as formulações, independente do aditivo utilizado, sendo a maior perda ocorrida na formulação sem adição de aditivo.

Com a finalidade de desenvolver e caracterizar geleia tradicional de umbu-cajá a partir de frutos maduros, Oliveira et al. (2014) estudaram os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensorial do produto elaborado e avaliaram a estabilidade durante o armazenamento de seis meses em condições ambientais. Durante o estudo, foi observado aumento significativo nos valores de pH, sólidos solúveis totais e firmeza, enquanto a acidez, atividade de água, luminosidade (L^*), intensidades da coloração vermelho e amarelo (a^* e b^*), cromo c^* , ângulo de tonalidade, de extrusão e de adesividade apresentaram reduções significativas; todavia, os valores de umidade e sólidos totais mantiveram-se estatisticamente estáveis durante todo o período avaliado. As análises microbiológicas resultaram na ausência dos microorganismos pesquisados (bolores e leveduras, coliformes a 35°C e 45°C). Constatou-se boa aceitação sensorial, com índices de aceitação superiores a 70%, para todas as variáveis analisadas (cor, aparência, aroma, consistência, sabor, doçura, impressão global e intenção de compra).

3.1 PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO DOCE EM MASSA DE UMBU

Conforme a metodologia descrita por Pinto et al. (2001), Martins et al. (2007), Policarpo et al. (2007), Maia et al. (2009) e Borges et al. (2011) as etapas básicas para a elaboração do doce em massa de umbu estão apresentadas na Figura 3, sendo descritas a seguir.



Figura 3. Fluxograma do processo de elaboração do doce em massa.

A colheita compreende o processo de obtenção do fruto no campo através da colheita nas plantas conforme sua maturidade e integridade física. Em seguida, devem ser selecionados, visualmente, frutos saudáveis, considerando a coloração intermediária do verde ao amarelo, a firmeza da casca (frutos sem amassamento e rompimento da casca) e com ausência de injúrias microbiana (contaminações aparentes) (MATTA & FREIRE JUNIOR, 1995; TORREZAN, 2015). A seleção proporciona uma maior uniformidade ao produto final e melhora a padronização do produto (MAIA et al. 2009).

A sanitização compreende as etapas de lavagem e higienização da matéria-prima. A lavagem, por imersão, é realizada utilizando água corrente para a remoção dos resíduos aderidos à casca do fruto, como folhas e terra. Em seguida, a sanitização visa reduzir a carga microbiana presente na parte externa do fruto e consiste na imersão da matéria-prima em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 50 a 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de cloro ativo entre 10 e 30 minutos (TORREZAN, 2015; SOLIVA-FORTUNY & MARTÍN-BELLOSO, 2003). Ao fim da higienização, os frutos seguem para a lavagem com água, por imersão, para remoção das impurezas remanescentes, além da retirada do excesso de cloro (MORAES, 2006).

O despulpamento é o processo utilizado para separar da polpa da fruta a semente, casca e o material fibroso; devendo ser realizado em equipamentos específicos, denominados de despulpadeiras ou desintegradores (MATTA & FREIRE JUNIOR, 1995).

A correção do pH é realizada a partir da adição de carbonato de cálcio, CaCO_3 , com o objetivo do alcance do pH ideal da polpa para conferir a geleificação adequada da pectina (JACKIX, 1988), e para evitar o escurecimento no doce e a ocorrência de sinérese durante o armazenamento (POLICARPO et al., 2007; MARTINS et al., 2010; BORGES et al., 2011). A literatura relata que para doces em massa de umbu, foram considerados o pH ideal na faixa de 3,2 a 3,4 (POLICARPO et al. 2007; BORGES et al. 2011).

A formulação compreende o balanço de massa da quantidade dos ingredientes a serem adicionados durante a elaboração, como a polpa, a sacarose e a pectina. A sacarose é adicionada sob a forma de açúcar cristal ou xarope de glicose, promove maior brilho ao doce (JACKIX, 1988). O teor de pectina natural presente em alguns frutos não é suficiente para o alcance do ponto de corte no doce, assim, buscando obter o efeito desejado do corte, é necessário realizar a adição de uma quantidade extra de pectina comercial, que geleificam em presença de alto teor de sólidos solúveis provenientes da adição de sacarose; sua concentração pode variar de 0,5% a 1,0% do peso do material que deverá ser concentrado (MAIA et al., 2009; OLIVEIRA, et al., 2013).

O cozimento, além de ser o tratamento térmico responsável pela eliminação da maioria dos microrganismos presentes, tem como objetivo a completa dissolução e mistura dos ingredientes, a cocção da mistura e a evaporação de parte da água presente, a fim de alcançar a concentração do teor de sólidos solúveis desejável, expresso em °Brix e

determinado por refratometria (MAIA et al., 2009). Pinto et al. (2011) determinaram uma concentração de sólidos solúveis em torno de 75°Brix para doce em massa de umbu a partir da polpa do fruto verde e maduro.

Ao fim da cocção, o produto é então envasado a quente em embalagens herméticas, considerando o tempo de armazenamento, a umidade relativa e a temperatura ambiente em que o doce estará exposto (MARTINS et al., 2010).

3.2 SINÉRESE NO DOCE EM MASSA DE UMBU

O doce em massa de umbu é oriundo de uma atividade artesanal de grande tradição no nordeste, e é encontrado no comércio acondicionado, principalmente, em embalagens de celofane e potes de polipropileno. Entretanto, estes produtos apresentam elevada sinérese e escurecimento durante o armazenamento, devido à alta acidez e baixo pH, conforme relatado nos estudos realizados por Policarpo et al. (2007), Martins et al. (2007; 2010), Borges et al. (2011) e Pinto et al. (2001).

A sinérese é o processo de liberação de água, caracterizado também como exsudado com aspecto de melado, a partir da estrutura do gel causada por um aumento de associações moleculares entre as cadeias de amido, em particular a retrogradação da amilose (MORRIS, 1990). Desta forma, a quantidade de água liberada, devido a sinérese, é um indicador útil de deterioração (KARIN et al., 2000).

A sinérese e o escurecimento dos doces muito ácidos, como o de umbu, podem ser reduzidos ou evitados pelo ajuste do pH e com o uso de agentes específicos, com propriedade de evitar este fenômeno, sem prejudicar as características sensoriais; como por exemplo, a pectina, as gomas e o amido modificado, os quais são estáveis a baixos pH e altas temperaturas de cocção, e possuem a capacidade de reter água, e apresentam poder geleificante e espessante ao meio, relatam Policarpo et al. (2007) e Martins et al. (2007). Desta maneira, o grau de esterificação da pectina e o pH do doce, influenciam no processamento do doce. E, além disso, conforme Martins et al. (2007), fatores extrínsecos como: pré-processamento da fruta, temperatura de cocção, tamanho da embalagem, tempo e temperatura de geleificação, além da ordem na colocação dos ingredientes afetam o processo de fabricação dos doces e, por conseguinte a qualidade do produto final.

3.3 PADRÕES DE IDENTIDADE DE DOCE EM MASSA NO BRASIL

No Brasil, os padrões de qualidade de produtos de frutas, bem como de produtos processados são baseados na legislação estabelecida pelo Ministério da Agricultura e pelo Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão responsável pela Resolução Normativa RDC nº272 de 22 de setembro de 2005 em que aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Frutas.

Esta resolução institui produtos de frutas como os produtos elaborados a partir de fruta(s), inteira(s) ou em parte(s) e ou semente(s), obtidos por secagem e ou desidratação e ou laminação e ou cocção e ou fermentação e ou concentração e ou congelamento e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Podem ser apresentados com ou sem líquido de cobertura e adicionados de açúcar, sal, tempero, especiaria e ou outro ingrediente desde que não descaracterize o produto.

Devem ser designados, ainda, por denominações consagradas pelo uso, seguida de expressão(ões) relativa(s) ao(s) ingrediente(s) que caracteriza(m) o produto; a designação pode ser seguida de expressões relativas ao processo de obtenção e ou forma de apresentação e ou característica específica (BRASIL, 2005).

4. FERMENTADO ALCÓOLICO DE FRUTAS

Conforme o Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, o fermentado de fruta pode ser classificado como fermentado de fruta, fermentado de fruta licoroso e fermentado de fruta composto.

Fermentado de fruta, é a bebida com graduação alcoólica de no mínimo quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do respectivo suco integral ou concentrado, ou polpa, que poderá nestes casos, ser adicionado de água e de açúcar (sacarose), durante o processo de fermentação (BRASIL, 2009).

Fermentado licoroso de fruta, doce ou seco, é a bebida com graduação alcoólica de quatorze a dezoito por cento em volume, a vinte graus Celsius, adicionado ou não de álcool etílico potável de origem agrícola, caramelo e sacarose (BRASIL, 2009).

Fermentado de fruta composto, é a bebida com graduação alcoólica de quinze a vinte por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtido pela adição ao fermentado de fruta, de macerado ou extrato de planta amarga ou aromática, adicionado ou não de álcool etílico potável de origem agrícola, caramelo e sacarose (BRASIL, 2009).

De acordo com a Lei nº 7.678, de 08 de novembro de 1988 do MAPA, regulamentada pelo Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014 do MAPA, vinho é a bebida obtida da fermentação alcoólica do mosto simples de uva sã, fresca e madura, sendo a denominação “vinho” vetada para produtos obtidos de outras matérias-primas (BRASIL, 1988).

Qualquer fruta que contenha em sua composição os substratos, água, açúcar e outros nutrientes, em níveis suficientes para que as leveduras realizem a reação de fermentação, podem ser utilizadas como matéria-prima para produção de bebidas alcoólicas fermentadas (PRUDÊNCIO, 1969).

A literatura existente relata grande diversidade da utilização de frutas na elaboração da bebida alcoólica fermentada, conforme apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Estudos sobre fermentado de frutas.

Referência	Estudo desenvolvido
Corazza et al. (2001)	Preparação e caracterização do vinho de laranja
Muniz et al. (2002)	Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais
Arruda et al. (2003)	Processamento de bebida fermentada de banana
Dias et al. (2003)	Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (<i>Spondias mombin</i> L.)
Santos et al. (2005)	Elaboração e Análise Sensorial do Fermentado de Acerola (<i>Malpighia Punicifolia</i> L.)
Lopes & Silva (2006)	Elaboração de fermentados a partir do figo-da-india
Neto et al. (2006)	Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (<i>Anacardium occidentale</i> L.)
Melo et al. (2007)	Identification of Yeasts Isolated from the Pulp in Nature and the Production of Homemade “Umbu” Wine

Referência	Estudo desenvolvido
Silva et al. (2008)	Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (<i>Myrciaria jabuticaba</i>)
Gomes et al. (2010)	Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu
Neto et al. (2010)	Elaboração de bebida alcoólica fermentada de jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.)
Paula (2011)	Produção de fermentado de umbu (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.)
Oliveira et al. (2011)	Produção de fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (<i>Cereus jamacaru</i>)
Paula et al. (2012)	Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu
Carmo et al. (2012)	Produção e caracterização de fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial
Oliveira et al. (2012)	Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L.)
Andrade et al. (2013)	Fermentação Alcoólica e Caracterização de Fermentado de Morango
Diniz & Pinheiro (2013)	Produção e caracterização físico-química de fermentado de abacaxi
Segtowitz & Brunelli (2013)	Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola
Dantas et al. (2014)	Caracterização físico-química do vinho de umbu produzido no IFRN - Campus Currais Novos
Ferreira (2014)	Elaboração de fermentado alcoólico de araçá-boi (<i>Eugenia stipitata</i>)
Parente et al. (2014)	Cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi 'pérola' e caracterização da bebida
Pinto et al. (2015)	Estudo da fermentação alcoólica de frutas tropicais

Referência	Estudo desenvolvido
Dantas (2015)	Elaboração e análise físico-química e sensorial de fermentado alcoólico de umbu
Alcântara & Menezes (2017)	Vinho de laranja (<i>Citrus sinensis</i> L.Osbeck): um estudo com diferentes linhagens de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Bizinoto (2017)	Desenvolvimento do fermentado alcoólico de murici (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth) – Malpighiaceae
Dantas & Silva (2017)	Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química

Muniz et al. (2002) estudaram a produção de bebidas fermentadas utilizando as frutas tropicais pinha (*Annona squamosa* L.), ciriguela (*Spondias purpúrea* L.) e mangaba (*Harconia speciosa* Gom.), sendo elaboradas a partir de um mosto constituído de 30% de polpa e 60% água, com a correção do teor de sólidos solúveis para 16°Brix com adição de sacarose. A fermentação, conduzida na faixa de temperatura de 18 a 21°C, ocorreu por 21 dias a partir da utilização de leveduras da estirpe *Saccharomyces cerevisiae* var. bayanus. Os fermentados apresentaram teores alcoólicos de 8,4°GL, 10°GL e 9,8 °GL para a pinha, ciriguela e mangaba, respectivamente; com valores de pH de 4,12, 3,06 e 3,21; sólidos solúveis de 5,36°Brix, 5,76°Brix e 6,26°Brix; acidez titulavel em 0,31%, 0,34% e 0,74%; e, açúcares totais de 0,19%, 0,35% e 0,36%. O teste de aceitação sensorial demonstrou que as bebidas de pinha e mangaba foram bem aceitas, não apresentando diferença significativa na aceitação global.

Por conseguinte, em 2003, Dias et al. elaboraram um fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.) a partir do mosto chaptalizado para 24°Brix com solução de sacarose a 10%. O pH do mosto foi corrigido de 3,3 para 3,8 utilizando carbonato de cálcio (CaCO₃). Em seguida, o mosto foi submetido ao processo de clarificação a partir do tratamento enzimático com uso da enzima pectinase, de sulfitação com metabissulfito de potássio (K₂S₂O₅) e de uma segunda clarificação com o agente de sedimentação bentonite. A fermentação foi conduzida a 22°C durante 10 dias, permanecendo o mosto fermentado sob estabilização por 10 dias a 10°C, para

posteriormente ser trasfegado e filtrado. O produto obtido apresentou teor alcoólico de 12°GL, acidez total de 29 meq L⁻¹, acidez volátil de 5,5 meq L⁻¹ e pH 3,5. A análise sensorial da bebida revelou boa aceitação nos atributos avaliados (aparência, aroma, sabor, aspectos gerais) por consumidores.

Neto et al. (2006) estudaram a cinética e caracterização do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.) a partir do suco integral da matéria-prima. A fermentação, conduzida em temperatura ambiente (30±2°C) por 64 horas, ocorreu a partir da filtração do suco integral, clarificação utilizando gelatina comercial incolor a 10%, suplementação de nutrientes, sulfitação com metabissulfito de sódio a 10%, chaptalização com sacarose (200 g L⁻¹) e inoculação do fermento utilizado na fabricação de pães. Após a fermentação, a bebida seguiu a filtração e o engarrafamento. O produto obtido apresentou pH 3,5, acidez total de 7,2 g L⁻¹, teor de sólidos solúveis de 3,6°Brix e teor alcoólico de 11,5°GL. Posteriormente, a análise dos compostos voláteis (acetona e acetato de etila), metanol e alcoóis superiores (n-propanol, isobutanol, n-butanol e isoamílico) revelou que o produto apresentava constituintes abaixo do máximo especificado pela legislação brasileira.

Silva et al. (2008), avaliaram a composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*), branco e tinto, seco e suave, produzidos de maneira artesanal em Minas Gerais nas safras de 2002 a 2006. Os resultados obtidos revelaram que a maior parte das amostras, nas safras de 2002 a 2005, não se enquadraram nos limites exigidos pela legislação brasileira. Após ter sido iniciada a implementação de programas de qualidade e de algumas técnicas enológicas, na safra de 2006, as amostras apresentaram teor alcoólico dentro dos limites estabelecidos na classificação das bebidas.

Neto et al. (2010) ao elaborar uma bebida alcoólica fermentada de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) a partir da polpa da fruta, obtiveram uma bebida com densidade de 0,99401 g L⁻¹, pH 3,8, sólidos solúveis de 7,0°Brix, teor alcoólico de 4,1°GL, acidez total de 220 meq L⁻¹ e cinzas de 3,55 g L⁻¹. A fermentação ocorreu durante dez dias em temperatura entre 25 e 30°C. E, os resultados da análise sensorial indicaram uma média de aceitação situada nos termos “nem gostei / nem desgostei” e “gostei ligeiramente”.

Buscando avaliarem e estudarem a cinética da fermentação do fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*), Oliveira et al. (2012)

produziram uma bebida alcoólica a partir da clarificação (gelatina a 10%), filtração, sulfitação e adição de nutrientes no suco da polpa, sem chaptalização. O produto obtido apresentou pH 3,79, sólidos solúveis de 3,00°Brix, acidez total de 0,48% e teor alcoólico de 5,2°GL. E, quanto aos parâmetros cinéticos avaliados, os resultados encontrados foram satisfatórios, sendo o $Y_{p/s} = 0,413$, rendimento = 80,79% e produtividade = $1,9 \text{ g L}^{-1} \text{ h}$.

Diniz & Pinheiro (2013) produziram e caracterizaram um fermentado de abacaxi a partir do mosto ajustado para 24°Brix de sólidos solúveis com adição de sacarose. A bebida obtida apresentou aparência límpida e coloração amarelo clara, com teor alcoólico de 12,90°GL, pH 3,72, acidez total de 40,33 meq L^{-1} e extrato seco total de $42,24 \text{ g L}^{-1}$.

Segtowick & Brunelli (2013) elaboraram e avaliaram sensorialmente o fermentado de acerola, caracterizado como seco, semi-seco e suave. A fermentação ocorreu a partir da polpa da fruta diluída em água na proporção 1:1, com correção do teor de sólidos solúveis para 20°Brix, utilizando xarope de açúcar. Os produtos obtidos apresentavam média de teor alcoólico em 10°GL e pH em 3,56 a 3,61. A análise sensorial revelou que os consumidores, não treinados, preferem os fermentados suaves aos secos.

Adicionalmente, em 2014, Parente et al. estudaram a cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi na obtenção de uma bebida que apresentou teor alcoólico de 5,9°GL, pH 3,77, 4,50°Brix de sólidos solúveis, 1,03% de acidez total (expresso em ácido acético). A cinética do processo fermentativo constatou um rendimento de 81,24%, produtividade de $1,55 \text{ g L}^{-1} \text{ h}$ e rendimento em produto ($Y_{p/s}$) igual a 0,413.

Por conseguinte, Pinto et al. (2015) estudaram a fermentação alcoólica das frutas tropicais graviola, pitanga e tamarindo a partir do ajuste da concentração de sólidos solúveis dos mostos para 25°Brix e do pH inicial para 4,5. A fermentação foi conduzida a temperatura ambiente, sem agitação, durante sete dias. Os produtos obtidos demonstraram que as frutas apresentaram potencial de utilização, gerando bebidas com teores alcoólicos de 7,5°GL (pitanga), 7,9°GL (graviola) e 8,9°GL (tamarindo).

Alcântara et al. (2017) estudaram diferentes linhagens da levedura *Saccharomyces cerevisiae* na produção de um fermentado de laranja. Foram utilizadas três estirpes de leveduras, sendo elas: *S. cerevisiae* CA 11, *S. cerevisiae* PE 2 e fermento

FERMIX®. Os resultados concluíram que a cepa PE 2 foi a linhagem que apresentou maior rendimento e eficiência no processo fermentativo e a linhagem CA 11 demonstrou menor tempo para estabilização da fermentação e menor teor de açúcares residual, enquanto o fermento comercial utilizado na fabricação de pães, FERMIX®, demonstrou resultados inferiores na cinética da fermentação.

4.1 FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU

Com o objetivo de estudarem as espécies de leveduras existentes na polpa do umbu, Melo et al. (2007) isolaram 54 cepas de leveduras, das quais 17 espécies foram identificadas no fruto do umbuzeiro. Destas, nove espécies dos gêneros *Candida*, *Kluyveromyces* e *Kloeckera* foram utilizadas na elaboração de um fermentado de umbu a partir de um mosto com 20°Brix, resultando numa bebida com teor alcoólico entre 8 e 10°GL, sólidos solúveis de 12.6 a 16°Brix e acidez total de 0,82 a 0,99% (ácido acético). O teste sensorial aplicado com consumidores avaliou a aparência, aroma e sabor das bebidas e demonstraram boa aceitação, revelando uma bebida caracterizada como translúcida, de cor intermediária entre o verde e o amarelo claro e com sabor e aparência agradáveis.

Adicionalmente, Gomes et al. (2010) produziram um fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu utilizando as leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação alcoólica foi conduzida em temperatura de 30°C por 14 dias e ocorreu a partir da lavagem e sanitização do fruto, despulpamento, filtração, fermentação, chaptalização, correção de acidez, trasfega, clarificação, filtração, ajuste do açúcar e álcool e engarrafamento. Os autores obtiveram uma bebida com teor alcoólico de 11,6 °GL e açúcar residual de 6,0 g L⁻¹.

Paula et al. (2012) produziram e caracterizaram o fermentado de umbu, a partir da polpa comercial pasteurizada. A fermentação alcoólica foi conduzida em temperatura de 18°C por 18 dias e ocorreu a partir das seguintes etapas: diluição da polpa de umbu com água na proporção 35:65, chaptalização até a obtenção de um mosto com 20,5°Brix, sulfitação, correção do pH do mosto para 3,7, adição de enzima pectinolítica, adição de compostos nitrogenados (nutrientes), fermentação, trasfega, sulfitação, clarificação (utilizando os agentes de sedimentação gelatina e bentonite) a 1°C por 14

dias, trasfega, filtração e engarrafamento. A bebida obtida apresentou teor alcoólico de 11,2 °GL, densidade relativa de 1,0026 g mL⁻¹, acidez total de 50,07 meq L⁻¹, acidez fixa de 42,8 meq L⁻¹, acidez volátil de 7,27 meq L⁻¹, extrato seco reduzido de 23,50 g L⁻¹, extrato seco total de 44,90, açúcares redutores de 22 g/L, açúcares totais de 22,36 g/L e cinzas de 2,36%.

Por conseguinte, Carmo et al. (2012) estudaram a produção e caracterização do fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial. A fermentação alcoólica ocorreu em temperatura ambiente por 30h a partir da polpa industrialmente comercializada, seguindo as etapas: clarificação e filtração do suco, correção do pH para 4,5 (utilizando hidróxido de sódio), sulfitação e adição de nutrientes, chaptalização (adição de açúcar), fermentação, filtração à vácuo, engarrafamento e pasteurização (65°C/30min). A bebida obtida apresentou teor alcoólico de 5,9 °GL, pH de 3,6, teor de sólidos solúveis de 3,4°Brix, açúcares redutores totais de 3,87 g L⁻¹ e acidez total de 0,43 g/100mL.

Dantas & Silva (2017) estudaram a produção, cinética de fermentação e caracterização do fermentado alcoólico de umbu. A fermentação foi conduzida a 22°C a partir do preparo da diluição da polpa de umbu em água na proporção 1:1,5, correção do pH para 4,0, sulfitação, chaptalização até 20°Brix, fermentação, trasfega, filtração e envase. A bebida obtida apresentou densidade relativa de 0,9930 g mL⁻¹, teor alcoólico de 12,57 °GL, acidez total de 45,50 meq L⁻¹, acidez volátil de 5,51 meq L⁻¹, acidez fixa de 39,99 meq L⁻¹, pH de 3,43, açúcares redutores de 1,07 g L⁻¹, açúcares não-redutores de 0,69 g L⁻¹, açúcares totais de 1,76 g L⁻¹, extrato seco total de 22,49 g L⁻¹, extrato seco reduzido de 21,73 g L⁻¹, cinzas de 3,65 g L⁻¹ e sulfatos <0,7 g L⁻¹.

4.2 PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU

Conforme a metodologia descrita por Melo et al. (2007), Gomes et al. (2010), Paula et al. (2011), Carmo et al. (2012) e Dantas & Silva (2017), as etapas básicas para a elaboração do fermentado alcoólico de umbu estão apresentadas na Figura 4, sendo descritas a seguir.



Figura 4. Fluxograma do processo de elaboração do fermentado de umbu.

A colheita compreende o processo de obtenção do fruto no campo através da colheita nas plantas conforme sua maturidade e integridade física. Em seguida, devem ser selecionados, visualmente, frutos saudáveis, considerando a coloração intermediária do verde ao amarelo, a firmeza da casca (frutos sem amassamento e rompimento da casca)

e com ausência de injúrias microbiana (contaminações aparentes) (MATTA & FREIRE JUNIOR, 1995; TORREZAN, 2015).

A sanitização compreende as etapas de lavagem e higienização da matéria-prima. A lavagem, por imersão, é realizada utilizando água corrente para a remoção dos resíduos aderidos à casca do fruto, como folhas e terra. Em seguida, a sanitização visa reduzir a carga microbiana presente na parte externa do fruto e consiste na imersão da matéria-prima em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 50 a 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de cloro ativo entre 10 e 30 minutos (TORREZAN, 2015; SOLIVA-FORTUNY & MARTÍN-BELLOSO, 2003). Ao fim da higienização, os frutos seguem para a lavagem com água, por imersão, para remoção das impurezas remanescentes, além da retirada do excesso de cloro (MORAES, 2006).

O despulpamento é o processo utilizado para separar da polpa da fruta a semente, casca e o material fibroso; devendo ser realizado em equipamentos específicos, denominados de despulpadeiras ou desintegradores (MATTA & FREIRE JUNIOR, 1995).

O processo de preparo do mosto é caracterizado pela pesagem do volume para posterior correção do pH, sulfitagem, tratamento enzimático e o enriquecimento com nutrientes nitrogenados.

A correção do pH é realizada objetivando o alcance do pH ideal para a ação das leveduras utilizadas no processo fermentativo, sendo realizada a partir da adição de carbonato de cálcio, CaCO_3 , ou hidróxido de sódio, NaOH , na polpa de umbu (CARMO et al., 2012; PAULA et al., 2012).

A sulfitagem compreende a adição do aditivo dióxido de enxofre (SO_2), na forma de metabissulfito de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$), objetivando evitar a ocorrência de reações oxidativas e proliferação de microorganismos indesejáveis, dentre eles as leveduras selvagens. No entanto, se presente em excesso, este aditivo influencia no retardo da fermentação alcoólica e promove modificações sensoriais indesejáveis, como a perda de cor e o aparecimento de sabores desagradáveis oriundos do sulfeto de hidrogênio e da mercaptana (OUGH & AMERINE, 1988; HASHIZUME, 1983; GUERRA & BARNABÉ, 2005). Este processo deve ocorrer durante o preparo do mosto, ao fim da fermentação lenta (antes de dar início a clarificação) e após a clarificação, antes do envase.

O tratamento enzimático promove a redução da viscosidade do mosto através da degradação (hidrólise) das moléculas estruturais da pectina, do amido e da celulose, com adição de uma enzima pectinolítica. Conforme relata Mahler (1997), a pectina presente nas frutas promove um aumento na viscosidade, o que dificulta a filtração e diminui o rendimento.

O enriquecimento do mosto com nutrientes é realizado pela adição do composto de nutrientes, fósforo e nitrogênio, visando suplementar, satisfatoriamente, as necessidades das leveduras, para a promoção de uma maior eficiência de trabalho (CARMO et al., 2012). Guerra & Barnabé (2005) citam que concentrações elevadas de nitrogênio promovem uma excessiva multiplicação celular, favorecendo, conseqüentemente, a redução da conversão de açúcar à etanol, o que é indesejável. Enquanto Amerine & Singleton (1976) ressaltam que baixas concentrações de nitrogênio favorecem a liberação de alcoóis superiores indesejáveis.

A Chaptalização consiste na correção do teor de sólidos solúveis do mosto, causado pela deficiência de açúcar da matéria-prima, com adição da sacarose. É empregada para produzir a quantidade de álcool desejada, uma vez que a adição de 18g/L de açúcar eleva o teor alcoólico do vinho em 1°GL (GUERRA & BARNABÉ, 2005). O excesso de chaptalização pode resultar no desequilíbrio da qualidade sensorial da bebida (HASHIZUME, 1983).

Fermentação alcoólica é o processo de transformação de açúcares em álcool etílico (etanol) e gás carbônico (CO₂) pela ação de um determinado grupo de organismos unicelulares denominados leveduras, sendo as do gênero *Saccharomyces* as mais importantes e usadas na produção do etano (AMORIM & LEÃO, 2005).

Ressalta-se que durante a fermentação é realizado um processo denominado de remontagem ou aeração, que consiste em oxigenar o mosto que está sendo fermentado, sendo o volume total diário remontado de duas a três vezes o volume total do recipiente (GUERRA & BARNABÉ, 2005). Este processo além de promover a oxigenação do mosto, homogeneiza o mosto no interior do recipiente, uniformiza a temperatura do meio, a concentração de açúcares e das leveduras, e evita a formação de aromas indesejáveis (DAY et al., 2015; RIBEREAU-GAYON et al., 2006).

Outro fator importante para o sucesso do processo fermentativo é a manutenção do controle da temperatura ambiente, pois temperaturas inadequadas causam reações indesejáveis e alteram o rendimento e a qualidade do produto final (AMORIM &

LEÃO, 2005). Adicionalmente, ao decorrer da fermentação, análises de rotinas como a verificação da densidade e da quantidade de açúcares redutores são necessárias na confirmação do fim do processo fermentativo.

Trasfega é o processo de transferência do mosto fermentado de um recipiente para outro com o objetivo de separar o líquido dos sólidos depositados, que se sedimentam no fundo do recipiente (tanque, garrafão) ao término da fermentação. Este sedimento recebe o nome de borra, e é um depósito indesejável constituindo-se de vestígios de cascas e fibras da matéria-prima, leveduras, pectinas, mucilagens, terra e ácidos, que podem originar produtos de odor desagradável, como o sulfeto (H_2S) e a mercaptana, resultado de diversas reações químicas, além de microorganismos que podem alterar a qualidade da bebida (HASHIZUME, 1983; GUERRA & BARNABÉ, 2005).

As trasfegas podem ser realizadas por ação da gravidade, com o uso de mangueiras, ou por meio de bombas, e devem ocorrer após a finalização da fermentação lenta e após o processo de clarificação, antes do engarrafamento (GUERRA & BARNABÉ, 2005).

A clarificação consiste na remoção de substâncias que causam a turbidez na bebida através da adição de um agente clarificante (orgânico ou mineral), que por adsorção, promove a coagulação, floculação e arrastam as partículas em suspensão, tais como pectina, celulose, amido, proteínas, polifenóis e leveduras; sendo os agentes clarificante também removidos juntamente com as partículas adsorvidas. Este processo é realizado sob baixas temperaturas e torna a bebida mais límpida e estável, pois alguns microrganismos indesejáveis são também arrastados juntamente com as partículas em suspensão trasfega (GUERRA & BARNABÉ, 2005; PAULA, 2011).

No engarrafamento, o acondicionamento da bebida ocorre, preferencialmente, em garrafas de vidro âmbar de 750 mL, a fim de minimizar a ação da luz solar sobre a estabilidade dos vinhos. Neste processo, antes do envase, deve-se injetar no interior da garrafa gás nitrogênio ou dióxido de carbono em substituição ao ar atmosférico. E, adicionalmente, durante o envase, o espaço livre dentro das garrafas deve ser de, no máximo, 13 a 15 mm, para evitar perdas de qualidade em função de reações oxidativas ocorridas após o engarrafamento (CHRISTAKI & TZIA, 2002; GUERRA & BARNABÉ, 2005).

4.3 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DO FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU

A fermentação alcoólica é a transformação de açúcares solúveis da matéria-prima a glicose em álcool etílico ou etanol (C₂H₅OH) e gás carbônico (CO₂), por meio da atividade metabólica das leveduras do gênero *Saccharomyces*, conforme a equação global (1):



As leveduras do gênero *Saccharomyces*, em especial a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, são as mais utilizadas por apresentarem características de promover uma rápida e homogênea fermentação, utilização completa dos açúcares fermentáveis (formando uma elevada quantidade de álcool etílico (2 mols) por grama de açúcar consumido), maior resistência ao álcool e habilidade de fermentar a altas temperaturas. Além de apresentarem efeitos específicos na formação do aroma e sabor do vinho, com menor formação de ácido acético, acetaldeído e piruvato, diminuição da capacidade do mosto em formar espuma e clarificação do mosto por floculação (HASHIZUME, 1983; AMERINE & SINGLETON, 1976; GUERRA & BARNABÉ, 2005; ZOECKLEIN et al., 2001).

O processo fermentativo é derivado de uma reação exotérmica e tem início assim que a levedura entra em contato com o mosto e é caracterizado pela ocorrência de três etapas, denominadas de pré-fermentação, fermentação tumultuosa e fermentação lenta (AMORIM & LEÃO, 2005).

A pré-fermentação, também denominada de fase preliminar, é caracterizada pela adaptação das leveduras e multiplicação celular. Nesta fase, o mosto, mesmo sem ter sido oxigenado, contém, ainda, uma determinada quantidade de oxigênio para facilitar o início do desenvolvimento das leveduras. O aumento de temperatura nesta fase é insignificante e não se nota formação de bolhas (CLETON & MUTTON, 2004; AMORIM & LEÃO, 2005).

A fermentação alcoólica principal ou tumultuosa é determinada pela alta atividade das leveduras, em que ocorre a sua reprodução rapidamente e o número de organismos aumenta exponencialmente. Esta fase é caracterizada pela elevação da temperatura, produção de etanol e grande liberação de gás CO₂, além da ocorrência de

presença de espumas e borbulhamento intenso, causando desprendimento das partículas sólidas presente no mosto (bagaço e leveduras) da parte inferior para a parte superior do recipiente. Com o prosseguimento da fermentação, nota-se um aroma agradável e característico (CLETON & MUTTON, 2004; AMORIM & LEÃO, 2005).

E, a fermentação alcoólica lenta ou pós-fermentação é a fase estacionária que pode variar de 07 a 30 dias e é determinada pela redução gradual da taxa de crescimento das leveduras, decorrente da diminuição da concentração de açúcar e do acréscimo dos teores de etanol, que limitam o desenvolvimento das leveduras (ROSIER, 1995; GUERRA & BARNABÉ, 2005). Caracteriza-se, ainda, pela diminuição da produção de gás carbônico, igualdade das temperaturas de fermentação e ambiente, e pela precipitação das leveduras (CLETON & MUTTON, 2004; AMORIM & LEÃO, 2005).

Para permitir a produção de álcool etílico, principal metabolito formado na fermentação, o mosto (composto de água e substrato adicionado ou não de açúcar) deverá apresentar componentes nutritivos à levedura e uma concentração de açúcares, sólidos solúveis, em quantidades suficientes para a obtenção desejável do teor alcoólico.

A fermentação alcoólica compreende duas etapas, a glicolise e a redução do ácido pirúvico. A degradação de açúcares via glicolítica compreende as reações que permitem às células transformarem a glicose em ácido pirúvico por meio das enzimas produzidas no citoplasma da célula; nesta etapa ocorre a formação dos compostos voláteis, como os álcoois superiores e ésteres. A redução do ácido pirúvico compreende o conjunto de reações que conduzem à formação dos produtos da fermentação; nesta etapa ocorre a formação do etanol (NELSON & COX, 2000; CORDONNIER, 2007; OKAMURA-MATSUI et al., 2003).

4.3.1 CINÉTICA DA FERMENTAÇÃO

A cinética fermentativa compreende o acompanhamento de dados do processo fermentativo, considerando a determinação de: fase de latência (lag) a uma determinada temperatura; regularidade fermentativa; duração total do processo; curva termodinâmica de cada cepa; resposta ao stress fermentativo (PAULA, 2011). É caracterizada pela determinação do rendimento (%) e da produtividade da fermentação alcoólica ($g.L^{-1}.h$) e do rendimento em produto ($Y_{P/S}$).

Conforme descrito por Torres Neto *et al.* (2006), é possível estimar a concentração de sacarose do mosto, expressa em g/L, ao decorrer do processo fermentativo, por análises diárias do teor de sólidos solúveis (TSS), em °Brix, pela Equação 2:

$$\text{sacarose (g/L)} = (10,13 \times \text{TSS}) + 1,445 \quad (2)$$

A concentração de etanol, expressa em °GL, no mosto pode ser determinada pela densidade relativa do fermentado, a 20°C, a partir da Equação 3 (OURA, 1977):

$$\text{álcool (°GL)} = (D_i - D_x) \times 125 \quad (3)$$

Onde:

D_i - densidade relativa no momento em que a fermentação se inicia;

D_x - densidade relativa no momento em que se deseja obter o teor alcoólico.

O rendimento (R) da fermentação alcoólica, expresso em %, é calculado a partir do valor de etanol produzido (%p/v) em relação aos açúcares consumidos (%p/v), de acordo com a equação 4 (Aquarone & Zancanaro Júnior; 1983).

$$R (\%) = \frac{\text{Etanol produzido}}{\text{Açúcares consumidos}} \times 100 \quad (4)$$

A produtividade (Pr) da fermentação alcoólica, corresponde a quantidade produzida de etanol experimental em relação ao tempo de fermentação, em horas, e é obtida pela Equação 5 (ALMEIDA *et al.*, 2006; FONTAN *et al.*, 2011):

$$\text{Pr (g/L.h)} = \frac{Q_{\text{exp}}}{t} \quad (5)$$

Onde:

Q_{exp} - concentração de etanol experimental:

$$Q_{\text{exp}} = 0,7895 \text{ (g/mL)} \times (\text{°GL}/100) \times 1000 \text{ (mL/L)}$$

Q_{teo} - concentração de etanol teórico:

$$Q_{\text{teo}} = \text{quantidade de açúcares consumido} \times 0,511$$

t - tempo de fermentação (h).

O rendimento em produto ($Y_{P/S}$), quantidade de produto formado em relação à quantidade de substrato limitante consumido é obtido por meio da Equação 6 (ALMEIDA *et al.*, 2006):

$$Y(P/S) = \frac{Pf - P0}{S0 - Sf} \quad (6)$$

Onde:

$P0$ = concentração inicial do produto (etanol), em $g L^{-1}$;

Pf = concentração final do produto (etanol), em $g L^{-1}$;

$S0$ = concentração inicial de substrato (sacarose), em $g L^{-1}$;

Sf = concentração final de substrato (sacarose), em $g L^{-1}$.

4.4 DESENVOLVIMENTO DO AROMA E SABOR NO FERMENTADO ALCÓOLICO DE UMBU

Durante o processo fermentativo, dentre os compostos formados, os ésteres, álcoois superiores, ácidos orgânicos (ácidos láctico, succínico e cítrico) e o glicerol são produzidos pela levedura em menores concentrações e são os que mais contribuem para o desenvolvimento do aroma, sabor e corpo desejáveis. Enquanto alguns metabólitos secundários, como mercaptanas, gás sulfídrico e ácido acético são responsáveis pela formação de odores desagradáveis, podendo reduzir a qualidade da bebida (HASHIZUME, 1983; BOULTON *et al.*, 1996; DIAS *et al.* 2010).

Os ésteres, produto da reação entre álcoois e acetil- CoA, são os compostos com maior influência no aroma das bebidas, dentre eles, destacam-se o acetato de etila (encontrado em maior quantidade e apresenta aroma frutado), o acetato de isobutila (aroma de banana), o caproato de etila (aroma de maçã) e o acetato de 2-feniletila (aroma de mel, flores e frutas) (ZOHRE & ERTEN, 2002; DIAS *et al.*, 2010).

Os álcoois superiores, também conhecidos como álcoois fúseis, produzidos através da fermentação do açúcar ou pelo catabolismo de aminoácido, por serem muito voláteis, influenciam extremamente nas propriedades aromáticas de vinhos (GIUDICI *et al.*, 1990; GUIMARÃES, 2006). Conforme citam Dias *et al.* (2010), os principais álcoois superiores, encontrados em bebidas são o n-propanol, isobutanol, 2-feniletanol, álcool isoamílico, álcool amílico e hexanol.

Dentre os ácidos orgânicos, classificados em voláteis e não voláteis, os principais ácidos não voláteis encontrados em mostos são o tartárico e o málico, enquanto que o ácido volátil mais encontrado é o acético, normalmente produzido durante a fermentação (DIAS et al., 2010). Neste contexto, conforme relatam Dartiguenave et al. (2000) a acidez caracteriza-se por ser um dos parâmetros organolépticos mais importantes em vinhos e deve-se, principalmente, à presença de ácidos orgânicos fracos.

O glicerol, composto formado através da redução da dihidroxicetona fosfato formada na rota da frutose 1,6 bifosfato, é responsável por atribuir características de suavidade e uma sensação bucal aveludada à bebida (LEPE & LEAL, 2004).

4.5 PADRÕES DE IDENTIDADE DE FERMENTADO DE FRUTAS NO BRASIL

A padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção, a fiscalização e a comercialização de bebidas é regulamentada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) através do Decreto N°6.871, de 4 de junho de 2009.

Os padrões de Identidade e Qualidade para o fermentado de fruta é regulamentado pela Instrução Normativa N°34 do MAPA, de 29 de novembro de 2012, qual estabelece que a composição química e a classificação do fermentado de fruta deverão atender aos limites fixados pelo órgão responsável, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Limites estabelecidos para a comercialização de fermentado de fruta.

Parâmetros	Limite Mínimo	Limite Máximo	Classificação
Acidez fixa, em meq.L ⁻¹	30	----	----
Acidez total, em meq.L ⁻¹	50	130	----
Acidez volátil, em meq.L ⁻¹	----	20	----
Anidro Sulfuroso, em g.L ⁻¹	----	0,35	----
Cloretos totais, em g.L ⁻¹	----	0,5	----
Extrato seco reduzido, em g.L ⁻¹	12	----	----
Gradação alcoólica, em % v/v a 20°C	4	14	----
Pressão, em atm	2	3	Gaseificado
Teor de açúcar, em g.L ⁻¹	----	≤3	Seco
	>3	----	Doce ou suave

Fonte: BRASIL, 2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, V. C.; MENEZES, E. G. T. Vinho de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck): um estudo com diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 6, p. 780-785, 2017.
- ALMEIDA, M.M.; TAVARES, D.P.S.A.; ROCHA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H.; MOTA, J.C. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2006.
- AMERINE, M.A.; SINGLETON, V.L. **Wine - an Introduction**. 2ed. Davis, CA: University of Califórnia Press, 1976. 356p.
- AMORIM, H. V.; LEÃO R. M.; Fermentação Alcoólica: ciência e tecnologia. Piracicaba: Fermentec, 2005. 448 p.
- ANDRADE, M. B. de; PERIM, G. A.; SANTOS, T. R. T. dos; MARQUES, R. G. Fermentação Alcoólica e Caracterização de Fermentado de Morango. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v.2, n.3, p.265-268, 2013.
- ANJOS, J. B. dos; RYBKA, A. C. P. Processamento de produtos à base de umbu. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de. **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2016. cap. 7, p. 217-242.
- ARRUDA, A. R.; CASIMIRO, A. R. S. de; GARRUTI, D. dos S.; ABREU, F. A. P. de. Processamento de bebida fermentada de banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 2, p. 161-167, 2003.

BISPO, E.S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará; 1989.

BIZINOTO, C. S. **Desenvolvimento do fermentado alcoólico de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) – Malpighiaceae**. 2017. 48p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro Campus Uberaba, Minas Gerais, Uberaba.

BOLZAN, A. B.; PEREIRA, E. A. Elaboração e caracterização de doce cremoso de caqui com adição de sementes de araucária. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e. 2016061, p. 1-11, 2017.

BORGES SV, Maia MCA, Gomes RCM, Cavalcanti NB. Chemical composition of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) seeds. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 49-52, 2007.

BORGES, Soraia Vilela et al. Efeito de aditivos sobre a cor durante o armazenamento de doces de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Câmara) verde e maduro. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 2, p.307-313, 2011.

BOULTON, R. B.; SINGLETON, V. L.; BISSON, L. F.; KUNKEE, R. E. **Principles and practices of winemaking**. Davis: Chapman & Hall, 1996. 604p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº 12, de 1978**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78.htm> Acesso em: 15 março 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Brasília, 2005.

BRASIL. Decreto n.6871 de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a lei n.8918 de 14 de junho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a padronização e a fiscalização de bebidas**. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2009.

BRASIL. Instrução Normativa n. 34 de 29 de novembro de 2012. **Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 229 de 29 de outubro de 1988. **Aprova as Normas referentes a Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho**. Brasília, 1988.

CAETANO, P. K.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. Caracterização físico-química e avaliação energética de geleia elaborada em diferentes tipos de tachos com polpa e suco de acerola. **Revista Energia na Agricultura**, v. 26, n. 2, p. 103-118, 2011.

CAMPOS, C. O.; NASCIMENTO, C.E.; SANTOS, C. A. F. **Formação do Banco Ativo de Germoplasma de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).** Juazeiro,BA. 1999. 10p. (EBDA, UNEB/FAMESF, EMBRAPA).

CAMPOS, C. de O. **Industrialização caseira do umbu: uma nova perspectiva para o semi-árido.** Salvador: EBDA, 1994.

CAMPOS, C. de O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita.** 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, Botucatu.

CARDOSO, Ricardo Luis. Estabilidade da cor de geleia de jambo (*Eugenia malaccensis*, L.) sem casca armazenada aos 25°C e 35°C na presença e ausência de luz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1563-1567, 2008.

CARMO, S.K.S.; SÁ, S.K.C.V. de L. e; ALMEIDA, M.M. de; SILVA, F.L.H. da; SWARNAKAR, R. Estudo de 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.

CHRISTAKI, T; TZIA, C. Quality and safety assurance in winemaking. **Food Control**, v. 13, p. 503 -517, 2002.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. **Revista Química Nova**, v.24, n. 4, p. 449-452, 2001.

DANTAS, C. E. A.; MEDEIROS, G. A.; SILVA, J. L. A. Caracterização físico-química do vinho de umbu produzido no IFRN – Campus Currais Novos. In: Anais do 10º Congresso de Iniciação Científica no IFRN – CONGIC. P. 408-414. Pau dos Ferros, RN.

DANTAS, C.E.A.; SILVA, J.L.A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Revista HOLOS**, v. 2, n. 32, 108-121, 2017.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos; ARAÚJO, F. P. Doce de Umbu. **Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido**, n. 36, p. 1-5, 2000. Petrolina-PE.

CLETO, F. V. G., MUTTON, M. J. R. Rendimento e Composição das aguardentes de cana, laranja e uva com utilização de lecitina no processo fermentativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 577-584, 2004.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento.** Conjuntura Mensal – Umbu (fruto), Período de 01 a 30/01/2017. 6p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_03_16_46_47_conjuntura_umbu__jan-2017.pdf>. Acesso em 26 mar. 2017.

CORDONNIER, R. A bioquímica do vinho. **Scientific American Brasil**, v. 1, p. 22-35, 2007.

DAMIANI, C.; BOAS, E. V. de B. V.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; PAULA, M. do L. de; ASQUIERI, E. R. Avaliação química de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 177-184, 2009.

DARTIGUENAVE, C.; JEANDIT, P.; MAUJEAN, A. Study of the contribution of major organic acids of wine to the buffering capacity of wine in model solutions. **American Journal Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 352-356, 2000.

DAY, M. P. et al. use and impact of oxygen during winemaking. **Australian Journal of Grape and Wine research**, v. 21, p. 693-704, 2015.

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**, v. 23, n.3, p. 342-350, 2003.

DIAS, D. R.; PANTOJA, L.; SCHWAN, R. F. Fermentados de frutas. In: FILHO, W.G. V. **Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia**. v. 1, 1.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2010. p. 85-111.

DIAS, M. V.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; FERRUA, F. Q.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; BORGES, S. V.; CLEMENTE, P. R. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 65-71, 2011.

DINIZ, M. P. F.; PINHEIRO, A. S. Produção e caracterização físico-química de fermentado de abacaxi. In: ENTEQUI, Maceio – AL, 2013.

DUARTE, Whasley F. et al. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabiroba, jaboticaba and umbu. **Lwt - Food Science And Technology**, v. 43, n. 10, p.1564-1572, 2010.

EMBRAPA. **Balanco social 2002**. In: MONTEIRO, F. G. (Coord.). Brasília: Assessoria de Comunicação Social, 2003. 61p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113909/1/BalancoSocialEmbrapa2002.pdf>>. Acesso em 17 mar. 2017.

FERREIRA, J. C. **Efeitos do congelamento ultrarápido sobre as características físico-químicas e sensoriais de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) durante a armazenagem frigorificada**. 2000, 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000.

FERREIRA, A. da S. **Elaboração de fermentado alcoólico de araçá-boi (*Eugenia stipitata*)**. 2014, 39 P. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, Ariquemes, 2014.

FERNANDES, L. G. V.; BRAGA, C. M. P.; KAJISHIMA, S.; SPOTO, M. H. F.; BORGES, M. T. M. R.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Caracterização físico-química e sensorial de geleias de goiaba preparadas com açúcar mascavo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 2, p. 167-172, 2013.

FIORAVANTE, M. B.; HIANE, P. A.; NETO, J. A. B. Elaboração, aceitação sensorial e caracterização de bebida fermentada saborizada à base de extrato hidrossolúvel da amêndoa de baru. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, p. 1-6, 2017.

FOLEGATTI M. I. S.; MATSUURA F. C. A. U.; CARDOSO R. L.; MACHADO S. S.; ROCHA A. S.; LIMA R. R. Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geleia e compota. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 22, n.6, p. 1308-1314, 2003.

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

FREIRE, M. T. de A.; PETRUS, R. R.; HASHIDA, J. C.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Avaliação física, química e sensorial de doce cremoso de goiaba acondicionado em bisnaga plástica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 3, p. 172-180, 2009.

GALVÃO M. S.; NARAIN, N.; SANTOS, M. S. P.; NUNES, M.L. Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1919-1926, 2011.

GIUDICI, P., ROMANO, P., ZAMBONELLI, C. A biometric study of higher alcohol production in *Saccharomyces cerevisiae*. **Canadian Journal Microbiology**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 61-14, 1990.

GODOY R. C. B.; MATOS E. L. S.; SANTOS D. V.; AMORIM T. S.; WASZCZYNSKYJ N.; NETO M. A. S. Estudo da composição físico-química e aceitação de bananadas comerciais por meio de análise multivariada. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 373-80, 2009.

GOMES, E.M.S.; LIMA, T. de O.; RABELO, T.C.B.; OLIVEIRA, E.G. de; SILVA, M.C. dos S. Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu. **Revista Científica do IFAL**, v. 1, n. 1, p. 59-64, 2010.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D. Vinho. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF / APPCC, legislação e mercado**. 1º ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. cap. 17, p. 423-451.

GUIMARÃES, D. P. **Avaliação do estresse e do potencial fermentativo de isolados de *Saccharomyces* na microvinificação da jabuticaba**. 2006, 97 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

HASHIZUME, T. Fundamentos da tecnologia do vinho. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. de A.; BORZANI, V. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. cap. 2, p. 14-43.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da siveicultura**: relatório anual 2016. Rio de Janeiro, v. 31, p. 1-54, 2016. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2016/default.shtm>. Acesso em: 20 jun. 2018.

LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. da. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'cajámanga' (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2011.

LEPE, J. A. S; LEAL, I. B. **Microbiologia enológica: Fundamentos devinificaci3n**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004. 761 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Piracicaba: Plantarum, 1992. 352 p.

LOPES, R. de V. V.; SILVA, F. L. H. da. Elaboração de fermentados a partir do figoda-india. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, 2006.

MACHADO, C. de F.; FONSECA, N. **Variabilidade de características físicas e químicas de frutos de germoplasmas de umbuzeiros (*Spondias tuberosa*)**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

MACHADO, C. de F.; OLIVEIRA, V. R. de.; MAIA, M. C. C.; ALVES, R. M.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; FONSECA, N. **Banco ativo de Germoplasma de *Spondias* da Embrapa**. 2015.

MAHLER, J. L. Enzyme characteristics and why they are used in juice production. **Fruit Processing**, v. 7, n. 10, 1997.

MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; CUNHA, A. C.; OLIVEIRA, F. P.; AUGUSTA, I. M.; AMORIM, E. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, 2007.

MARTINS, G. A. de S.; FERRUA, F. Q.; MESQUITA, C. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. de. D. S. Estabilidade de doces em massa de banana prata. **Revista Instituto Adolf Lutz**, v. 70, n.3, p. 332-340, 2011.

MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; CUNHA, A. C.; OLIVEIRA, F. P.; AUGUSTA, I. M.; AMORIM, E. Alterações físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de doces de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) verde e maduro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2010.

- MATTA, V. M. da; FREIRE JUNIOR, M. **Manual de Processamento de Polpas de frutas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 20p.
- MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara)**. 2005, 299 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- MELO, L. F. M. de; SANTOS, F. C.; BARBOSA JUNIOR, A. C.; SANTOS, P. O.; CARNELOSSI, M. A. G.; TRINDADE, R. de C. Identification of Yeasts Isolated from the Pulp in Nature and the Production of Homemade “Umbu” Wine. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 5, p.887-892, 2007.
- MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990. v. 564. 63p.
- MENEZES, A. A.; BORGES, S. V.; CIRILLO, M. A.; FERRUA, F. Q.; OLIVEIRA, L. F.; MESQUITA, K. S. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 618-625, 2009.
- MUNIZ, C. R.; BORGES, M. de F.; ABREU, F. A. P. de; NASSU, R. T.; FREITAS, C. A. S. de. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 309-322, 2002.
- MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n.4, p. 764-772, 2013.
- MOURA, N. R.; FERREIRA, M. A. R.; PASSOS, T. O.; LIMA, A. S.; CASTRO, C. D. P. C.; RYBKA, A. C. P.; OLIVEIRA, V. R.; FREITAS, S. T. **Qualidade Físico-química e Características Biométricas de Frutos de Umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. Anais: XII Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, p. 271-276, 2017. Petrolina – PE.
- NARAIN, N.; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; VASCONCELOS, M. A. S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, v. 44. p. 255-259, 1992.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4. ed., New York: W. H. Freeman and Company, 2000.
- NETO, E. F. de A.; CRUZ, J. M. P. da; BRAGA, A. C. C.; SOUZA, J. H. P. de. Elaboração de bebida alcoólica fermentada de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 2, p. 186-197, 2010.
- NETO, A. B. T.; SILVA, M. E. da; SILVA, V. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA, F. L. H. da. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 489-492, 2006.

OKAMURA-MATSUI, T.; TOMADA, T.; FURKADA, S.; OHSUGI, M. Discovery of alcohol dehydrogenase from mushrooms and application to alcoholic beverages. **Journal Molecular Catalysis B: enzymatic**, v. 23, p. 133-144, 2003.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. da C.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T.; SILVA, W. P. da. Physicochemical Stability of Diet Umbu-Caja Jams Stored under Ambient Conditions. **Journal Of Food Processing And Preservation**, v. 39, n. 1, p.70-79, 2014.

OLIVERA, E. A. de; BORGES, S. V.; FURTADO, A. A. L.; MODESTA, R. C. D.; GODOY, R. de O. Heat processing (HTST) of umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 923-928, 2011.

OLIVEIRA, L. A.; LORDELO, F. dos S.; TAVARES, J. T. de Q.; CAZETTA, M. L. Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 702-712, 2012.

OUGH, C. S.; AMERINE, M. A. **Methods for analysis of musts and wines**. 2° ed. Davis: John Wiley & Sons, 1988. 377 p.

OURA, E. Reaction products of yeast fermentations. **Process Biochemistry**, v. 12, n. 3, p. 19-21, 35, 1977.

PARENTE, G. D. L.; ALMEIDA, M. M. de; SILVA, J. L. da; SILVA, C. G. da; ALVES, M. F. Cinética da produção do fermentado alcoólico de abacaxi ‘pérola’ e caracterização da bebida. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 230-247, 2014.

PAULA, B. de. **Produção de Fermentado de Umbu *Spondias tuberosa* Arr. Cam.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

PAULA, B. de; FILHO, C.D.C.; MATTA, V.M. da; MENEZES, J. da S.; LIMA, P. da C.; PINTO, C.O.; CONCEIÇÃO, L.E.M.G. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. **Revista Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1688-1693, 2012.

PENHA, E. M.; MODESTA, R. C. D.; GONÇASVES, E. B.; SILVA, A. L. S.; MORETTI, R. H. Efeito dos teores de álcool e açúcar no perfil sensorial de licor de acerola. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 33-42, 2003.

PINTO, L. C.; ZAULI, C.; OLIVEIRA, E. A.; MALDONADO, R. R. Estudo da fermentação alcoólica de frutas tropicais. **In: XX Simpósio Nacional de Bioprocessos e XI Simpósio de Hidrolise Enzimática de Biomassa**, Fortaleza, Ceará – Brasil. 2005.

PINTO P. R.; BORGES S. V.; CAVALCANTI N. B.; OLIVEIRA V. M.; DELIZA R. Efeito do processamento de doce em massa de umbu verde e maduro sobre sua composição e aceitação. **Alimentos e Nutrição**, v. 12, p. 45-53, 2001.

PIRES, I.E.; OLIVEIRA, V.R. de. Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro. Petrolina, PE: Embrapa-CPATSA, 1986. 2p. (Embrapa-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 50).

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, V. S.; ANJOS, V. D.; CAVALCANTI, N. B. Green umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 31, n. 2, p. 201-210, 2007.

PRUDÊNCIO, A. J. Vinhos de mesa. Ver. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Núcleo Regional de Santa Catarina. n. 09, junho, 1969.

REZENDE, A. A.; GUIMARAES, G. F.; MIYAJI, M.; FONTAN, G. C. R.; BONOMO, R. C. F. **Produção de bebida láctea tipo umbuzada como alternativa de renda para o pequeno agricultor do sudoeste baiano**. In: Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural; 2007; Londrina - Brasil. Londrina: Uel; 2007. p.1-17.

RIBEREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. Phenolic Compounds. **Handbook of Enology: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments**, v. 2, p. 141-203, 2006.

ROSIER, J. P. **Manual de elaboração de vinho para pequenas cantinas**. 2º ed. Florianópolis: EPAGRI, 1995. 72 p.

SANTOS, S. C.; ALMEIDA, S. dos S.; TOLEDO, A. L.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R. de. Elaboração e Análise Sensorial do Fermentado de Acerola (*Malpighia Punicifolia* L.). **Brazilian Journal of Food**, p. 47-50, 2005.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1037-1043, 2008.

SEGTOWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI, W. G. F. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 16, n. 2, p. 147-154, 2013.

SETEC. **Doces e geleias**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/publica_setec_doces_geleias.pdf>. Acesso em 12 mar. 2017.

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

SILVA, C. M. M. de S.; PIRES, I. E.; SILVA, H. D. da. **Caracterização dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina, PE: Embrapa, 1987. 17p.

SILVA, L. P. F. da; RODRIGUES, L. M. de S.; VIEIRA, A. F.; ARAUJO, A. dos S.; ALMEIDA, R. D. Avaliação Microbiológica de Textura de Doce de Banana em Massa Comercializada na Cidade de Pombal – PB. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.7, n.2, p. 233-236, 2017.

SILVA, V. P.; SANTOS, T. B.; FERREIRA, M. A. R.; VARJÃO, L. L.; OLIVEIRA, V. R.; FREITAS, S. T. de. **Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro para consumo in natura em dois estádios de maturação**. In: III Encontro Nacional da Agroindústria, Bananeiras. 2017.

SILVA, S. A.; DANTAS, A. C. V. L.; COSTA, M. A. P. de C.; FERREIRA, C. F.; FONSECA, A. A. O. **Caracterização de genótipos de fruteiras para o nordeste brasileiro**. Tópicos em Ciências Agrárias, v. 1, p. 17-24, 2009.

SOARES JUNIOR, A. M.; MAIA, A. B. R. A.; NELSON, D. L. **Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 23, p. 76-80, 2003.

SOUZA, A. H. de; CATÃO, D. D. Umbu e seu suco. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 51, p. 335-353, 1970.

SOLIVA-FORTUNY, R. C.; MARTÍN-BELLOSO, O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 14, p. 341-353, 2003.

USHIKUBO, F. Y. **Efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana na microfiltração da polpa diluída de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. 2006, 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1988-1996, 2011.

WILLE, G. M.F. C.; MACEDO, R. E. F. de; MASSON, M. L.; STERTZ, S. C.; NETO, R. C.; LIMA, J. M. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de Doce em massa com araçá-pêra (*Psidium acutangulum* D. C.) para o pequeno produtor. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1360-1366, 2004.

ZOECKLEIN, W. C.; FUGELSANG, K.C.; GUMP, B. H, NURY, F.S. **Análisis y producción de vino**. Tradução de E. L. Macarrón. Zaragoza: Acribia, S. A., 2001. 613 p.

ZOHRE, D. E.; ERTEN, H. The influence of *Kloeckera apiculata* and *Candida pulcherrima* yeasts on wine fermentation. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 319-324, 2002.

CAPITULO 2 – DOCE EM MASSA DE UMBU

Avaliação do potencial de genótipos de umbuzeiro para o desenvolvimento de doce em massa

Renata Torres dos Santos e Santos⁽¹⁾, Carlos Antônio Fernandes Santos⁽²⁾, Viselêdo Ribeiro de Oliveira⁽²⁾, Saulo de Tarso Aidar⁽²⁾, Ana Cecília Poloni Rybka⁽²⁾, Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro⁽²⁾, Aline Telles Biasoto Marques⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Av. Br. Geremoabo, s/n, Campus Universitário – Ondina, Salvador, BA. E-mail: retorressantos@gmail.com ⁽²⁾ Embrapa, BR 128, Km 152, Zona Rural, CEP 56302-970, Petrolina, PE. E-mail: carlos-fernandes.santos@embrapa.br, viseldo.oliveira@embrapa.br, saulo.aidar@embrapa.br, ana.rybka@embrapa.br, clivia.castro@embrapa.br, aline.biasoto@embrapa.br

Resumo – Uma das relevantes importâncias econômicas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) ao semiárido nordestino pode ser atribuída ao beneficiamento do fruto na forma do tradicional doce em massa. Entretanto, existem limitações na produção e padronização deste derivado quanto sua cor, sabor e textura, o que prejudica sua qualidade, identidade e alcance de outros mercados. Este trabalho foi conduzido buscando analisar o potencial de genótipos de umbu (Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68), registrados pela Embrapa, para o desenvolvimento de doce em massa. Avaliou-se a qualidade dos produtos obtidos, diante de uma amostra comercial, quanto a composição físico-química (pH, acidez total, atividade de água, sólidos solúveis, umidade, firmeza, cor (L*, a*, b*), açúcares redutores e não-redutores, vitamina C e sinérese) e teste sensorial de aceitação por consumidores. Aplicou-se o método *Check-all-that-apply* para descrever o perfil sensorial das amostras. De acordo com os resultados, há diferença significativa ($p \leq 0,05$) na composição físico-química das amostras. Os doces receberam médias de aceitação satisfatória pelos consumidores, sendo as amostras 37, 44, 52 e 55 de maior preferência, e o doce comercial de menor preferência, no Mapa de Preferência Interno. A análise descritiva demonstrou que os termos gosto doce, enjoativo e aroma adocicado foram igualmente percebidos nos doces dos diferentes genótipos de umbu testados, sem diferença significativa ($p \leq 0,05$), e que o termo de umbu não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre todas as amostras de doces, incluindo o comercial. Ressalta-se, que, os genótipos avaliados podem ser uma alternativa interessante na elaboração de doce em massa, visando melhorar a qualidade e padronização desse produto.

Palavra-chaves: *Spondias tuberosa*, bioma caatinga, Banco de Germoplasma, CATA-*Check-all-that-apply*, Mapa de Preferência Interno – MDPREF.

Abstract – One of the important economic importance of the umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) to the northeastern semi-arid region can be attributed to the processing of the fruit in the form of traditional bulk candy. However, there are limitations in the production and standardization of this derivative as to its color, taste and texture, which impairs its quality, identity and reach of other markets. This work was carried out to analyze the potential of umbu genotypes (Accesses 37, 44, 48, 52, 55 and 68), registered by Embrapa, for the development of bulk candy. (PH, total acidity, water activity, soluble solids, moisture, firmness, color (L*, a*, b*), reducing and non-reducing sugars, vitamin C and syneresis) and sensory acceptance test by consumers. The Check-all-that-apply method was applied to describe the sensorial profile of the samples. According to the results, there is a significant difference ($p \leq 0.05$) in the physical-chemical composition of the samples. The sweets received averages of satisfactory acceptance by consumers, with samples 37, 44, 52 and 55 being most preferred, and commercial sweetness less preferred on the Internal Preference Map. The descriptive analysis showed that the terms sweet, cloying and sweet taste were also perceived in the sweets of the different umbu genotypes tested, with no significant difference ($p \leq 0.05$), and that the umbu term did not differ significantly ($p \leq 0, 05$) among all candy samples, including the commercial one. It is worth noting that the evaluated genotypes can be an interesting alternative in the elaboration of candy in mass, aiming to improve the quality and standardization of this product.

Key-words: *Spondias tuberosa*, caatinga biome, Germoplasma Bank, CATA- Check-all-that-apply, Internal Preference Mapping – MDPREF.

Introdução

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pertence à família Anacardiaceae, é uma frutífera tropical nativa de regiões semiáridas do nordeste brasileiro e norte de Minas Gerais (MENDES, 1990).

Espécie de grande importância para o bioma Caatinga, é considerado um produto vegetal do extrativismo com significativo papel secular para a renda familiar da população do semiárido nordestino, devido à sua adaptação às condições climáticas extremas que assolam a

região, como o calor, os solos rasos e a falta de água (MENDES, 1990; SANTOS et al., 2008).

Entretanto, ao longo dos últimos anos, alguns estudos relatam que a produção gerada pelo extrativismo de frutos do umbuzeiro tem apresentado declínio, o que pode estar relacionada à redução das populações naturais, com conseqüente risco de extinção da espécie (SANTOS et al., 2005). Neste contexto, visando à formação de áreas produtivas com maior potencial de geração de renda, o cultivo de genótipos com características superiores e estáveis quanto à produção de frutos se apresenta como uma alternativa para assegurar a continuidade da oferta de frutos no futuro, além de diminuir a pressão do extrativismo sobre as populações naturais da espécie (ARAÚJO, 2014; ARAÚJO et al., 2016). O cultivo de genótipos que apresentem características físico-químicas desejáveis e de maior produtividade representa uma importante alternativa para produtores no Vale do São Francisco.

O fruto do umbuzeiro, conhecido como umbu, imbu ou ambu, é uma drupa glabra ou levemente pilosa, de superfície lisa ou com 4 a 5 pequenas protuberâncias na porção distal, apresentando formato arredondado, variando de 3-4 cm de comprimento, 2-4 cm de diâmetro, e 8-23 g de massa; constituído por cerca de 22% de casca, 68% de polpa e 10% de caroço (MENDES, 1990; NARAIN et al., 1992). Sua polpa possui pH entre 2,5 e 3,0, acidez de 1,2% (em ácido cítrico), teor de pectina de 0,8% e 31,2 mg de vitamina C em 100 g de polpa (Bispo, 1989). No início da maturação, sua casca é de cor verde e, quando maduro, amarela esverdeada e a polpa branco esverdeada, mole, suculenta e de sabor exótico e agridoce, apresentando teor de sólidos solúveis em torno de 9,5°Brix (GALVÃO et al., 2011).

Considerando o expressivo valor comercial do umbu para o mercado interno e, de forma particular, para a industrialização, a expansão da comercialização dos frutos para o consumo *in natura* e o seu beneficiamento através de polpas, geleias, doces, sorvetes e bebidas, a partir de uma produção do extrativismo estimada em 8.390 toneladas (IBGE, 2016), sinaliza um mercado bastante promissor para esta espécie endêmica do bioma Caatinga. Neste cenário, o Estado da Bahia é o maior produtor nacional, com produção de 6.361 toneladas em 2016, segundo o IBGE.

Dentre os derivados de umbu, o doce em massa é bastante popular e muito consumido na região Nordeste do país. É caracterizado como o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais com açúcares, com ou sem adição de água, pectina (0,5 a 1,5% em relação à polpa), ajustador de pH (em quantidade suficiente para que a polpa apresente 3,0 a 3,4) e outros ingredientes e aditivos permitidos por estes

padrões até uma consistência de gelatinização, sendo finalmente, acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação (GAVA et al., 2009).

Por conseguinte, o desenvolvimento de tecnologia apropriada para a elaboração do doce em massa visa o aproveitamento da produção integral do fruto, minimizando, conseqüentemente, as perdas pós-colheita, além de agregar valor ao produto, contribuindo para o fortalecimento da agricultura familiar e desenvolvimento regional (MARTINS et al., 2007).

Desta maneira, este estudo foi conduzido com o objetivo de analisar a viabilidade da utilização de genótipos de umbu do Banco de Germoplasma, registrados pela Embrapa Semiárido, Petrolina-PE (OLIVEIRA et al., 2016), para o processamento na forma da elaboração de doce em massa. A qualidade dos produtos obtidos foi avaliada a partir de teste de aceitação por consumidores, descrição do perfil sensorial utilizando a metodologia CATA (*Check-all-that-apply*) e análises físico-químicas, e comparada à do doce em massa comercial, adquirido da maior cooperativa do semiárido nordestino, e elaborado a partir da mistura da polpa de umbu originário de diferentes municípios do estado da Bahia.

Material e Métodos

Matéria-prima

Para a elaboração do doce em massa de umbu, foram utilizados os genótipos de umbu altamente produtivos durante a safra de 2017, identificados como Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68. Os frutos, no estágio intermediário de maturação, foram colhidos manualmente de plantas provenientes do campo experimental da Embrapa (coordenadas 09°04'16,4"S, 0 40°19'5,37"W, Petrolina/PE). Os frutos foram selecionados visualmente considerando a coloração intermediária do verde ao amarelo e firmeza da casca (firme), em seguida, foram lavados em água corrente, e sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg.L⁻¹ por 15 min. e enxaguados em água corrente, sendo na sequência despulpados em despulpadeira elétrica (Macanuda, modelo DMJI-05, Indústria Brasileira) em peneira mesh 10.

As polpas dos genótipos de umbu foram caracterizadas físico-quimicamente, em triplicatas, quanto a seguinte composição físico-química: pH, a partir da leitura direta da amostra em pHmetro (Hanna Instruments, modelo HI 2221), previamente calibrado; acidez

titulável (expressa em % de ácido cítrico), por titulometria com solução de NaOH 0,1N em titulador automático (Metrohm, modelo Tritino Plus 848, Switzerland - Suíça), previamente calibrado; sólidos solúveis (expresso em °Brix), por leitura direta da amostra em refratômetro portátil (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3) (IAL, 2008); açúcares redutores (% glicose) e não-redutores (% sacarose), por titulometria a quente da amostra com soluções de Fehling A e B e indicador azul de metileno (IAL, 2008); cor, por leitura direta da superfície da amostra dos parâmetros L*, a* e b* através do sistema de cor CIELab em colorímetro portátil (marca Konica Minolta, modelo CR-400), previamente calibrado; vitamina C (em mg/100g), por titulometria do extrato da amostra (com solução de ácido oxálico) com solução de Tilman (2,6-dicloro-fenol indofenol) (Strohecker & Henning, 1967); pectina (em mg/100g), por leitura do extrato da amostra (extraída com álcool etílico 95% e 75%) com solução de tetraborato + ácido sulfúrico (0,0125 M) e m-hidroxifenil (0,15%) em refratômetro (520 nm) segundo a técnica utilizada por McReady & MacComb (1952).

Elaboração do doce

A otimização do processamento do doce ocorreu utilizando a polpa de umbu no estágio intermediário de maturação para a elaboração de onze ensaios (formulações) utilizando um Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR, conforme descrito nos ANEXOS A e B. Os ensaios foram caracterizados quanto a sua composição físico-química e a formulação ideal foi determinada pelo teste de aceitação sensorial, descritos, respectivamente, nos ANEXOS C e D.

A polpa do genótipo de umbu foi submetida ao aquecimento em panela de aço inoxidável, sob pressão atmosférica, e agitação manual constante até o alcance mínimo do teor de sólidos solúveis em torno de 75°Brix. Os doces foram elaborados, em duplicatas, a partir da mesma formulação, utilizando 49% de polpa de umbu de cada acesso, 50% de sacarose (açúcar cristal, marca Primavera, Pernambuco, Brasil) e 1% de pectina (Mago, São Paulo, Brasil). Anteriormente ao processamento, o pH da polpa foi corrigido para 3,2 a partir da adição de carbonato de cálcio. O açúcar e a pectina foram adicionados ao processamento somente quando a polpa de umbu se encontrava na temperatura superior ou igual a 65°C. Os doces foram envasados a quente em embalagens de polipropileno, que foram fechadas e resfriadas com água (temperatura ambiente, 22±2°C), e, armazenados sob refrigeração (7°C), para posterior realização das análises físico-químicas e sensorial.

A amostra do doce em massa de umbu comercial utilizada no estudo foi selecionada a partir da caracterização da composição físico-química e da avaliação da presença de sinérese de doces comerciais oriundos de cooperativas localizadas no semiárido baiano, conforme apresentado nos ANEXOS D e E. A amostra selecionada do doce em massa de umbu comercial foi adquirida diretamente da maior Cooperativa localizada no semiárido baiano (com mais de 270 cooperados), sendo este processado a partir da polpa obtida do cozimento do fruto *in natura*.

Análises físico-químicas

Após 15 dias de armazenamento refrigerado, os doces dos Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68 e o doce em massa de umbu comercial foram caracterizados quanto a sua composição físico-química. Foram realizadas as seguintes análises: pH, a partir da leitura direta das amostras em pHmetro (Hanna Instruments, modelo HI 2221), previamente calibrado; acidez titulável (expressa em % ácido cítrico), por titulometria com solução de NaOH 0,1N em titulador automático (Metrohm, modelo Tritino Plus 848, Switzerland - Suíça), previamente calibrado; açúcares redutores (em % glicose) e não-redutores (em % sacarose), por titulometria da amostra com soluções de Fehling A e B e indicador azul de metileno (IAL, 2008); açúcares totais pela adição dos açúcares redutores e não-redutores (IAL, 2008); umidade, a partir da leitura direta da amostra em balança determinadora de umidade (AND Moisture Analyzer, MX-50); vitamina C (em mg 100g⁻¹), por titulometria do extrato da amostra (com solução de ácido oxálico) com solução de Tilman (2,6-dicloro-fenol indofenol) (Strohecker & Henning, 1967); atividade de água (Aa), por leitura direta da amostra em medidor de Aa a 25°C (Decagon, modelo PawKit Acqualab); sólidos solúveis (em °Brix), por leitura direta da amostra em refratômetro portátil (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3) (IAL, 2008); firmeza (em N), por avaliação da força em texturômetro (Stable Micro Systmes, Surrey, Reino Unido), baseado em Martins et al. (2007), com a célula P/45φ e velocidades de pré-teste e pós-teste de 2mm s⁻¹, 1mm s⁻¹ e 20.000mm s⁻¹, respectivamente; cor, por leitura direta da superfície da amostra, através do sistema de cor CIELab (parâmetros L*, a*, b*), em colorímetro portátil (marca Konica Minolta, modelo CR-400), previamente calibrado; sinérese (em cm²), a partir da análise da área dos exsudatos dos doces - colocados em coletores plásticos (área interna 25,12cm²), sobrepostos em papel filtro quantitativo (ø 12,5cm e espessura 0,20mm), previamente secado em estufa (105°C por 24h), utilizando o

procedimento descrito por Fiszman & Durán (1992) e software ImageJ, versão 1.51p, para o cálculo das áreas.

Análise-sensorial

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no ANEXO G, foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e de Ontologia em Estudos e Pesquisas – CEDEP da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), através do nº de protocolo 1.520.838/2016 e do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE, sob o código 4166.3815.4.0000.5196.

Cento e doze indivíduos foram convidados a participar da avaliação sensorial dos doces dos genótipos de umbu e comercial. As amostras foram apresentadas de forma monádica, uma de cada vez, em cubos de 5g a temperatura ambiente, colocados em copos descartáveis de 50mL codificados com três dígitos. A ordem de apresentação das amostras entre os participantes do teste seguiu o delineamento de blocos completos balanceados proposto por MacFie et. al. (1989). As amostras foram avaliadas quanto à sua aceitação da aparência, sabor, textura e impressão global utilizando a escala hedônica tradicional de nove pontos. Na mesma sessão de avaliação, o método CATA (ARES et al., 2014) foi utilizado para descrever o perfil sensorial dos produtos pelos consumidores, a partir de questionário (ANEXO F) contendo 23 termos previamente selecionados por um grupo de foco. Os indivíduos foram então orientados a assinalar aqueles termos do questionário que achassem que caracterizavam cada amostra. Os termos do CATA incluíram emoções (gostoso, horrível, enjoativo, coloração atrativa) e características sensoriais relacionadas com a aparência, textura, sabor e aroma das amostras, foram elas: brilhoso, cor amarronzada, cor avermelhada, cor esverdeada, opaco, aroma frutado de umbu, aroma adocicado, aroma caramelizado, aroma queimado, ácido, doce, sabor de umbu, adstringente, grudento, residual fibroso na boca (áspero), firme, cremoso e mole. O teste sensorial foi conduzido em cabines individuais, sob luz branca, controle de temperatura $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ nos Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa (Petrolina, PE) e Universidade Federal da Bahia (Salvador, BA).

Antes de dar início ao teste sensorial, os participantes foram instruídos sobre o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (ANEXO G) e convidados a responderem um questionário (ANEXO H) de frequência e consumo de doce em massa, umbu e derivados,

do perfil socioeconômico segundo o Critério de Classificação Econômica Brasil, proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP, 2016).

Analise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas e do teste sensorial de aceitação foram submetidos à ANOVA e teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o software estatístico Statistical Analytical Systems - SAS (SAS Institute, Cary, N.C., USA, University Edition, 2017). Os resultados do CATA foram analisados por análise de correspondência (AC) e Teste Q de Cochran ($p \leq 0,05$) para identificar diferenças significativas entre as amostras, a partir do software XLStat (Addinsoft Inc., Anglesey, UK, 2015). Utilizando o software XLStat, foram também gerados Mapa de Preferência Interno – MDPREF, a partir de matriz de correlação, para confirmar a preferência dos consumidores em relação as amostras de doce em massa de umbu avaliadas, e Regressão de Mínimos Quadrados Parciais (PLS), para relacionar as variáveis físico-químicas analisadas com a aceitação do doce em massa de umbu (BIASOTO et al., 2014).

Resultados e Discussão

A ilustração das polpas dos Acessos de umbu (BGU37, BGU44, BGU48, BGU52, BGU55, BGU68) do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, Petrolina – PE, encontra-se na Figura 1 e a sua composição físico-química apresentada na Tabela 1.



Figura 1. Polpas dos genótipos de umbu do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, Petrolina – PE. Fonte: arquivos da autora, 2018.

Tabela 1. Composição físico-química das polpas dos genótipos de umbu.

variável	Acessos de umbu					
	BGU37	BGU44	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68
pH	2,42±0,01a	2,38±0,02b	2,34±0,01c	2,36±0,01cb	2,35±0,01cb	2,41±0,01a
SS (°Brix)	9,47±0,2cd	10,07±0,06b	9,37±0,01d	9,73±0,06c	9,73±0,06c	10,40±0,00a
AT (%)	1,34±0,07a	1,32±0,03a	1,36±0,01 ^a	1,27±0,01a	1,26±0,01a	1,33±0,01a
AR (%)	37,79±0,1a	39,70±0,03a	38,40±0,08a	39,45±0,06a	38,95±0,1a	39,39±0,05a
ANR (%)	30,71±0,09a	32,33±0,03a	31,12±0,07 ^a	32,31±0,07a	31,83±0,1a	32,09±0,05a
Pectina	119,01±0,02c	92,35±0,02d	52,25±0,04e	162,64±0,02b	49,32±0,04e	220,81±0,04a
Vit. C	16,95±0,5a	13,80±0,8b	15,52±0,8ab	15,80±0,5a	16,09±0,5a	16,95±0,5a
L*	46,95±0,5b	45,18±0,2c	46,48±0,3b	50,59±0,5a	50,88±0,5a	47,49±0,3b
a*	-1,39±0,05f	-0,83±0,01e	0,05±0,02b	-0,56±0,02d	-0,23±0,01c	1,95±0,03a
b*	22,62±0,07a	18,52±0,04c	18,36±0,04c	22,28±0,03a	21,40±0,02ab	20,79±0,05b

⁽¹⁾ Médias ±desvio padrão (n=3) seguidas por letras em comum em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). SS = sólidos solúveis. AT = acidez titulável, em % de ácido cítrico. AR = açúcares redutores, em % de glicose. ANR = açúcares não redutores, em % de sacarose. Pectina em mg 100g⁻¹. Vit. C = vitamina C, em mg 100g⁻¹. L*: branco (0) a preto (100); a*: vermelho (+) a verde (-); b*: amarelo (+) a azul(-).

A ilustração dos doces obtidos a partir dos Acessos de umbu e da amostra comercial encontram-se na Figura 2 e os resultados da caracterização da composição físico-química das amostras encontram-se apresentados na Tabela 2. Verifica-se que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras de doce em massa de umbu para todas as variáveis analisadas.

Os doces em massa de umbu elaborados com os seis genótipos (Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68) apresentam variação no pH de 3,50 (Acesso 68) a 3,82 (Acesso 44), enquanto o valor do pH do doce comercial foi de 2,41. Por consequência, a amostra de doce comercial apresentou acidez total titulável (AT) bem mais elevada, sendo igual a 2,27%, e os valores de AT dos doces dos genótipos variaram entre 0,68 e 0,81 % (valores dos Acessos 37 e 48, respectivamente). Martins et al. (2010) elaboraram doce em massa de umbu, a partir de frutos nos estádios verde e maduro, e obtiveram pH e acidez na faixa de 3,33 a 3,83 e 0,32 a 0,66%, respectivamente. Os valores encontrados pelos autores citados foram similares para o pH e inferiores para a acidez. A diferença significativa ($p \leq 0,05$) observada entre os valores de pH e AT da amostra comercial e das amostras obtidas dos genótipos de umbu, pode ser explicada pela adição de ácido cítrico à formulação comercial, conforme declarado na embalagem do produto como item na lista de ingredientes.

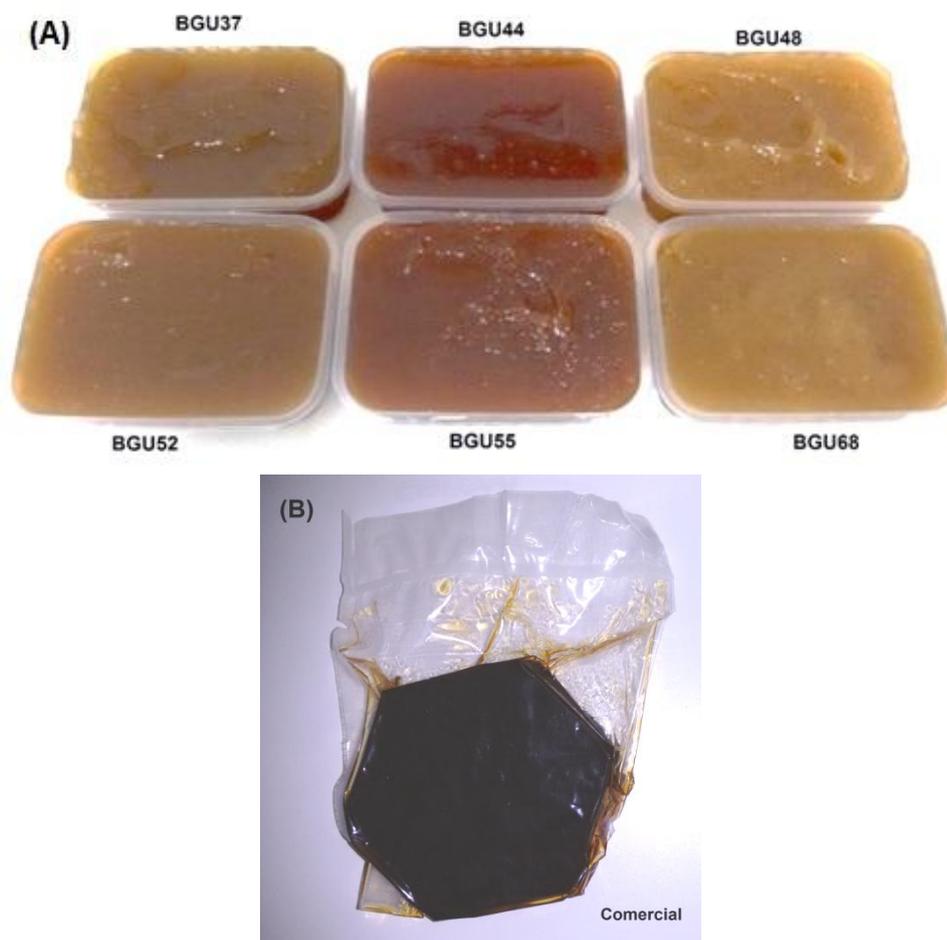


Figura 2. (A) Doces elaborados a partir dos genótipos de umbu do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, Petrolina - PE. (B) Doce em massa de umbu comercial. Fonte: arquivos da autora, 2018.

Considerando os diferentes produtos avaliados, verificou-se que a atividade de água citou-se na faixa média de 0,65 e foi inferior a obtida por Martins et al. (2010), que foi de 0,74 a 0,82 para o doce de umbu verde e maduro. Adicionalmente, o teor de sólidos solúveis foi de 75°Brix para os doces dos genótipos enquanto a amostra comercial apresentou teor de sólidos solúveis de 72,73°Brix, apresentando similaridade com o resultado obtido por Martins et al. (2010) para o doce de umbu maduro, que foi de 72,50°Brix. Salienta-se que, o teor de sólidos solúveis das amostras obtidas a partir dos genótipos com o apresentado na amostra comercial diferiu, principalmente, porque foi fixado, neste estudo, que a cocção dos doces elaborados procederia até o alcance mínimo de 75 °Brix.

A umidade apresentou variação na faixa de 11,71 a 17,55% entre os doces dos genótipos (valores dos Acessos 44 e 48, respectivamente), sendo o valor de 19,27% para a

amostra comercial. Observa-se que a amostra com maior teor de umidade, doce em massa de umbu comercial, foi a que apresentou menor concentração de SST (72°Brix). Resultados similares ao obtido por Dias et al. (2011) ao analisarem doce em massa da casca do maracujá, que observaram que as formulações que apresentaram teores de sólidos solúveis abaixo de 72°Brix, foram as formulações que apresentaram maiores teores de umidade, 26%.

Ao avaliar a firmeza, pode ser observada, que entre os Acessos, houve uma variação desuniforme da firmeza em relação ao teor de SST, desta forma, de 0,20 a 1,37N; enquanto que a amostra comercial apresentou uma firmeza de 3,43N, possuindo menor valor de SST (72°Brix). A literatura relata que a força máxima durante a compressão é relativamente maior para formulações com maior concentração final de sólidos solúveis (DIAS et al., 2011). Observação não similar ao resultado encontrado neste estudo, mas que entretanto, pode ser explicado por Godoy et al. (2009) ao analisarem a composição físico-química de bananadas comerciais, em que afirmam que as variações dos valores que representam a firmeza indicam diferenças na estrutura do gel dos produtos, em decorrência das condições de processamento (tempo de cocção e temperatura) de cada produto, bem como a formação do gel e suas características finais estão diretamente relacionadas ao teor de sólidos solúveis, pectina, ácido e composição da polpa. Menezes et al. (2009) afirmam, ainda, ao avaliar o perfil texturométrico em doces de goiaba, que a adição de ácido cítrico influencia diretamente no aumento da firmeza dos doces; o que leva a concordância do elevado valor de firmeza encontrado na amostra comercial (3,43 N), que apresenta ácido cítrico em sua composição.

Em relação à luminosidade, L^* , verificou-se que de maneira geral as amostras de doce elaboradas com os genótipos, apresentaram valores superiores ao encontrado na amostra comercial, destacando os doces originados dos Acessos 48 e 68, que não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) e apresentaram maior luminosidade. Neste caso, quanto ao Acesso 68, possivelmente esta observação possa ser justificada por Dias et al. (2011), ao relatarem que amostras que possuíam mais pectina em sua composição apresentaram maior valor do parâmetro L^* devido ao poder de ação da pectina em geleificar uma mistura com açúcar e formar um estado amorfo de geleia, qual apresentará propriedade de refletir boa parte da luz incidida, conferindo aspecto mais claro ao produto. Ao analisar a composição físico-química da polpa dos genótipos de umbu (Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68), constata-se que o Acesso 68 apresenta maior teor de pectina (220,80 mg 100g⁻¹), enquanto o Acesso 48 apresenta um teor de 52,25 mg 100g⁻¹.

Analisando o parâmetro de cor a^* , as análises mostram que os doces com frutos dos genótipos 37 e 44 apresentaram o maior valor negativo (-0,38) e o maior valor positivo (4,93), respectivamente, e, conseqüentemente, caracterizam-se possuir a coloração tonalizada em mais verde (Acesso 37) e menos verde e mais avermelhada (Acesso 44). Adicionalmente, o parâmetro cromo b^* , mostra que o Acesso 44 e a amostra comercial apresentaram maior (7,36) e menor (2,24) intensificação da coloração amarela respectivamente.

É possível que a diferença observada entre a coloração dos doces elaborados com os genótipos de umbu e da amostra comercial se deve à composição da matéria-prima, bem como, deve-se considerar que há formação de produtos derivados de reações enzimáticas e não enzimáticas (reação de Maillard, caramelização e oxidação de vitaminas), durante a cocção, influenciados pelas condições de processamento e formulação do produto, conforme reportam Wicklund et al. (2005). Policarpo et al. (2007) cita ainda que, no umbu, a clorofila e os carotenóides são os pigmentos responsáveis pela coloração do fruto, além de uma pequena concentração de compostos fenólicos, os quais, de acordo com Fennema et al. (2010) e Wicklund et al. (2005) sofrem degradação por reações enzimáticas e não enzimáticas, influenciados pelas condições de processamento (temperatura e tempo de cozimento) e formulação (pH, acidez, concentração de açúcare e pectina), transformando-se em compostos de pigmentos escuros, coloração de verde-marrom.

Os teores de açúcares redutores, expressos em porcentagem de glicose, foram superiores aos açúcares não-redutores, expressos em porcentagem de sacarose. Desta maneira, verifica-se que a presença de sacarose foi inferior que a de glicose em todas as amostras, significando que ocorreu maior grau de hidrólise dos açúcares totais durante o processamento do doce (MENEZES et al., 2009). Anteriormente a formulação do doce, as polpas dos genótipos de umbu continham a quantidade de açúcares redutores de 3,7 a 3,9% em glicose. Por conseguinte, é possível constatar que, a amostra comercial diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos doces originados dos genótipos, apresentando valor elevado de açúcares redutores e não redutores. Menezes et al. (2009) relataram em seu estudo com doces de goiaba, que o maior teor de polpa e maior acidez resultaram maior tempo de cocção do doce, permitindo maior inversão da sacarose, e, conseqüentemente aumento dos açúcares redutores. De fato, o doce comercial possuiu acidez titulável superior, de acordo com a Tabela 2, que aqueles originados dos genótipos. Além disso, possivelmente também foi acrescentada maior quantidade de sacarose em sua formulação.

Tabela 2. Composição físico-química de amostras de doces em massa de umbu.

Variáveis	Amostras de doce em massa de umbu ¹						
	Acesso 37	Acesso 44	Acesso 48	Acesso 52	Acesso 55	Acesso 68	Comercial
pH	3,74±0,05ab	3,82±0,02 ^a	3,55±0,04c	3,73±0,04ab	3,71±0,08b	3,50±0,04c	2,41±0,09d
AT (% ácido cítrico)	0,68±0,06d	0,69±0,01d	0,81±0,01b	0,71±0,03cd	0,78±0,02cb	0,80±0,03cb	2,27±0,11a
Umidade (%)	12,38±1,03c	11,71±1,01c	17,55±1,89ab	14,50±1,47bc	14,94±1,52bc	16,55±1,15ab	19,27±4,51a
Firmeza (N)	1,37±0,08b	0,59±0,01cd	0,20±0,00d	0,69±0,01cd	0,30±0,01d	0,98±0,01c	3,43±0,05a
Cor L*	22,90±0,71cd	26,05±1,65abc	29,20±1,48a	25,44±1,71c	23,65±2,71cd	28,30±3,42ab	21,15±0,91d
Cor a*	- 0,38±0,15e	4,93±1,21 ^a	0,29±0,31cde	0,55±0,09cd	1,76±0,17b	0,19±0,27de	1,04±0,18bc
Cor b*	3,97±0,39cd	7,36±1,50 ^a	5,05±0,73bc	4,10±0,63cd	2,97±0,47cd	6,96±2,51ab	2,24±0,51d
AR (%)	25,91±1,43c	26,37±2,08c	26,01±0,57c	29,81±1,30b	27,13±1,28c	19,42±0,57d	38,01±0,93a
ANR (%)	22,99±1,37c	22,94±2,18c	23,16±0,57c	26,30±1,36b	24,02±1,27bc	16,75±0,54d	34,06±0,94a
Açúcares totais (%)	48,89±2,80c	49,32±4,25c	49,17±1,15c	56,11±2,64b	51,15±2,55c	36,17±1,11c	72,20±1,87a
Vitamina C (mg 100g ⁻¹)	16,81±0,47a	13,22±0,45d	15,08±0,47c	15,23±0,45bc	15,95±0,47b	16,81±0,47a	15,95±0,47b
Sinérese (cm ²)	20,33±16,39bc	32,24±7,21ab	35,95±7,97a	31,41±1,48ab	45,32±7,06a	5,49±4,42c	31,59±3,37ab

⁽¹⁾ Médias ±desvio padrão seguidas por letras em comum em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

pH = potencial Hidrogeniônico. AT = Acidez Titulável, AR = Açúcares Redutores, ANR = Açúcares Não Redutores.

L*: branco (0) a preto (100); a*: vermelho (+) a verde (-); b*: amarelo (+) a azul (-).

Observou-se que o teor de ácido ascórbico (vitamina C) variou de 13,22 a 16,81 mg 100g⁻¹ nos doces com os genótipos e no doce comercial foi de 15,95 mg 100g⁻¹; sendo os Acessos 37 e 68 os que apresentam os maiores teores, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) das demais amostras. A literatura relata diferentes valores de ácido ascórbico para o fruto inteiro do umbu, entre eles, Almeida et al. (2011) e Rufino et al. (2010) encontraram valores médios de 12,1 mg 100g⁻¹ e 18,4 mg 100g⁻¹, respectivamente. Os resultados encontrados neste trabalho são similares aos destes autores. Pereira et al. (2013) ressalta que o grau de maturação do fruto e, especificamente, as condições de processamento, influenciam no teor de ácido ascórbico uma vez que a vitamina C é muito volátil.

Ao analisar a sinérese, processo de exudação do líquido (perda de água) do doce durante o período de armazenamento ocasionado pela elevada acidez e baixo pH (Martins et al., 2007), verifica-se que houve uma grande variação entre os doces dos genótipos, com ocorrência de área em 5,49 cm² a 45,32 cm², já para a amostra comercial, a área de sinérese foi de 31,59 cm². Martins et al. (2007) citam ainda, que a correção do pH, a redução da acidez e o uso de agentes com poder geleificante (como a pectina) podem contribuir para a redução da sinérese, sem prejudicar as propriedades sensoriais do produto final. Ressalta-se que o doce do Acesso 68 apresentou o menor grau de sinérese (5,49 cm²) e o doce do Acesso 55 o maior grau (45,32 cm²), não diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) dos Acessos 44, 48, 52 e do doce comercial. Agudelo et al. (2014) e Cropotova et al. (2016) reportam em seus estudos com formulações de recheios de frutas, que a concentração de pectina utilizada na formulação influencia positivamente no grau de sinérese diminuindo-a, e, assim melhorando o comportamento da estabilidade dos géis por agir sobre a capacidade de retenção de água. Conforme cita Santos et al. (2018) ao analisarem a composição físico-química da polpa dos mesmos genótipos de umbu (Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68), que os Acessos 68 e 52 apresentam o maior e o menor teor de pectina, respectivamente, 220,80 mg 100g⁻¹ e 49,32 mg 100g⁻¹.

O público participante do teste sensorial foi formado por 71 mulheres e 41 homens, predominantemente residentes da região Nordeste (58% - Bahia, 39% - Pernambuco, 2% - Paraíba e 1% - Rio Grande do Sul), com faixa etária de 17 a 66 anos, em sua maioria, 85%, pertencentes as classes econômicas B e C. Em relação ao consumo do umbu e seus derivados, 62% afirmaram consumir raramente (2 a 6 vezes ao ano) e 28% ocasionalmente (uma vez por mês). Os consumidores citaram consumir o umbu através do fruto *in natura*, suco (fruto e polpa), umbuzada, doce em massa, geleia, gelados (sorvete e picolé) e bebidas (cerveja e

licor). Quanto ao doce em massa de umbu, 94% dos consumidores afirmaram que a frequência de consumo ocorre raramente (2 a 6 vezes ao ano).

O resultado da avaliação hedônica dos doces em massa pelos consumidores é apresentado na Tabela 3. Observa-se que, no geral, as médias de aceitação em relação à aparência, impressão global, sabor e textura apresentam-se acima de 5,5, e inserem-se nas categorias de “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” da escala hedônica de nove pontos.

Tabela 3. Resultado do teste de consumidor ($n = 112$) com relação a aceitação das amostras de doce em massa de umbu.

Amostras de doce em massa de umbu	Médias de aceitação ^{1,2}			
	Aparência	Impressão global	Sabor	Textura
Acesso 37	6,6 ^a	6,2ab	6,0a	6,0bcd
Acesso 44	6,8 ^a	6,7a	6,5a	6,4ab
Acesso 48	5,3b	5,9b	6,3a	5,3d
Acesso 52	6,9 ^a	6,6a	6,5a	6,4ab
Acesso 55	6,6 ^a	6,4ab	6,5a	6,7a
Acesso 68	5,1b	4,8c	4,6b	6,0bcd
Comercial	5,7b	6,1ab	6,4a	5,7cd

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras em comum em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ⁽²⁾ escala hedônica de nove pontos (1 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei / nem desgostei, 9 = gostei extremamente).

O doce elaborado com o Acesso 52 recebeu a maior média para a aceitação da aparência, entretanto, não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) dos Acessos 37, 44 e 55, já o doce do Acesso 68 recebeu a menor média para aceitação da aparência, não diferindo do Acesso 48 e do doce comercial. Por conseguinte, apesar de receber nota média de aceitação próxima da categoria de neutralidade da escala hedônica de nove pontos (“nem gostei/nem desgostei”), o doce elaborado a partir do Acesso 68 obteve a menor nota média de aceitação quanto à avaliação da sua impressão global e do sabor. Neste contexto, é importante observar que os valores das médias de sabor impactaram no resultado de impressão global, confirmando ser o parâmetro considerado mais importante pelos consumidores para a aceitação ou rejeição de um alimento. Em relação à textura, os doces elaborados a partir dos Acessos 37, 44, 52, 55 e 68 apresentam médias de aceitação superiores aos doces do acesso 48 e da amostra comercial que apresentam menor e maior firmeza, respectivamente conforme a Tabela 2. Nota-se que, as médias de aceitação atribuídas pelos consumidores encontram-se

próximas as do estudo de Martins et al. (2007), que analisaram a aceitação de doce em massa de umbu obtido de frutos no estágio verde e maduro, utilizando também escala hedônica de nove pontos.

Adicionalmente, com o método sensorial descritivo CATA, os consumidores foram solicitados a descrever o perfil sensorial das amostras de doce em massa de umbu e os resultados do teste estão apresentados na Tabela 4, indicando que alguns termos foram igualmente percebidos entre as amostras obtidas dos genótipos de umbu, como o gosto doce, enjoativo e aroma adocicado e só apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao doce comercial; e também que, somente um dos atributos, o aroma de umbu, não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre todos os doces avaliados.

Tabela 4. Escores médios dos termos do questionário CATA (*check-all-that-apply*) avaliados pelos consumidores ($n = 112$).

Termos CATA	Amostras de doce em massa de umbu ¹						
	Genótipos						Amostra Comercial
	BGU37	BGU44	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
Brilhoso	0,6ab	0,6a	0,6ab	0,5ab	0,5ab	0,4b	0,2c
Gosto doce	0,8a	0,8a	0,7a	0,6a	0,6a	0,6a	0,1b
Cor marrom-amarelado	0,4a	0,2b	0,5a	0,3ab	0,2bc	0,4a	ND
Horrível	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,3 ^a
Aroma caramelado	0,1b	0,2ab	0,1b	0,3a	0,2ab	0,1b	0,1b
Firme	0,6a	0,2bcd	0,1d	0,3bc	0,2cd	0,4b	0,8 ^a
Cor marrom-esverdeado	0,2a	ND	0,1ab	ND	ND	0,1ab	ND
Aroma de umbu ^{NS}	0,3a	0,2a	0,3a	0,3a	0,3a	0,3a	0,2 ^a
Cor marrom-avermelhado	0,1cd	0,4a	ND	0,3b	0,5a	ND	0,2bc
Residual fibroso	0,2bcd	0,1cd	0,3ab	0,2bc	0,3ab	0,4a	0,1d
Grudento	0,2bc	0,3ab	0,2bc	0,2bc	0,1bc	0,4a	0,1c
Cremoso	0,2cd	0,5a	0,4ab	0,4a	0,4ab	0,3bc	0,1d
Sabor de umbu	0,5ab	0,4ab	0,5a	0,3b	0,4ab	0,5ab	0,4ab
Enjoativo	0,3a	0,3a	0,4a	0,3a	0,4a	0,3ab	0,1b
Mole	0,2de	0,4bc	0,7a	0,4bc	0,5b	0,3cd	ND
Cor marrom-escuro	ND	ND	ND	ND	0,1b	ND	0,7 ^a
Coloração atrativa	0,3abc	0,4a	0,1cd	0,4ab	0,4a	0,2bcd	0,1d
Aroma adocicado	0,3a	0,3a	0,3a	0,4a	0,4a	0,3a	0,1b
Gostoso	0,4a	0,3abc	0,3abc	0,3abc	0,3bc	0,4ab	0,2c
Cor opaca	0,1bc	ND	0,1bc	0,1bc	0,1c	0,2b	0,3 ^a
Aroma queimado	ND	ND	ND	0,1b	0,1b	ND	0,4 ^a
Gosto ácido	0,1bc	0,1bc	0,3b	0,1bc	0,3b	0,2bc	0,7 ^a
Adstringente	ND	ND	ND	0,1b	0,1b	ND	0,2 ^a

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras em comum em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Cochran's Q ($p \leq 0,05$). ND = não detectado; NS = não significativo.

O termo horrível foi indicado apenas na amostra comercial, que foi também apontada como a amostra com mais gosto ácido, adstringência e aroma queimado. Possivelmente, o gosto ácido e a adstringência podem estar relacionados com o fato do doce comercial apresentar o menor valor de pH e o maior teor de acidez titulável (Tabela 2). Já o aroma de queimado deve estar relacionado as condições de processamento desse doce, que foram diferentes da metodologia previamente padronizada e utilizada para a elaboração dos doces dos genótipos. Por conseguinte, não foi detectado na amostra comercial o termo cor marrom-amarelado e mole. Esses resultados podem estar relacionados com aqueles da análise instrumental de cor e textura (Tabela 2), indicando menores valores de L*, b* e maior firmeza para a amostra comercial.

Em contraposição, o doce comercial foi apontado como a amostra com mais cor marrom-escura e cor opaca. Já a presença da cor marrom-esverdeado foi detectado apenas nos doces dos Acessos 37, 48 e 68, e da cor marrom-avermelhado não foi detectada nos doces dos Acessos 48 e 68. Comprovando os resultados obtidos na análise instrumental de cor da Tabela 2, que mostram que as amostras de doces com os genótipos 37, 48 e 68 apresentaram os menores valores de a*.

O Mapa de Preferência Interno - MDPREF (Figura 3), gerado a partir das respostas dos consumidores em relação à impressão global dos produtos avaliados, mostra que as duas primeiras dimensões explicaram 54,3% da variação ocorrida com relação a preferência entre as amostras. No MDPREF, os consumidores, que são identificados por pontos, localizam-se próximos as amostras de sua preferência, desta maneira, verifica-se que os doces elaborados pelos Acessos 37, 44, 52 e 55 ficaram mais próximos entre si e cercados pela maioria dos indivíduos, indicando que foram as amostras mais preferidas. Ressalta-se, ainda, que na Tabela 3 estas amostras não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) com relação a aceitação de aparência, impressão global e sabor. Por conseguinte, nota-se que, a amostra comercial, localizada em posição oposta a estas amostras e posicionada do lado negativo do primeiro componente principal, apresentou-se como a amostra com o menor número de consumidores próximos a ela.

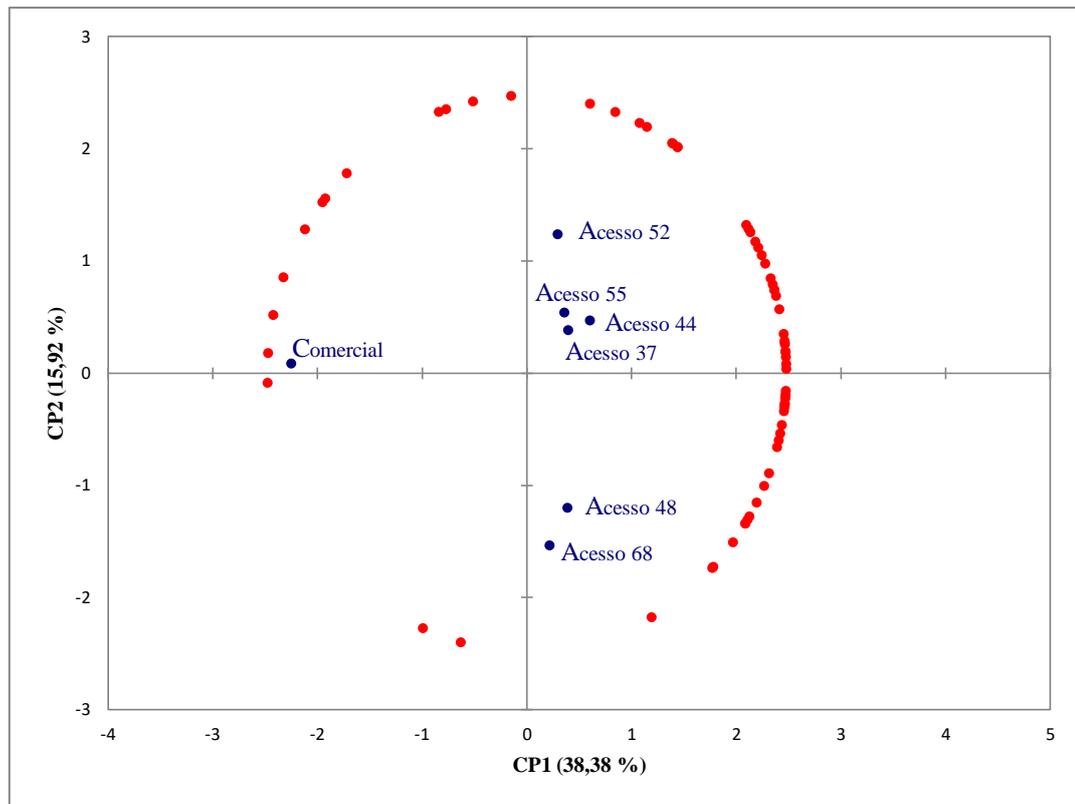


Figura 3. Mapa de Preferência Interno (MDPREF) obtido a partir dos resultados de aceitação global utilizando a escala hedônica de nove pontos, mostrando a configuração das amostras de doce em massa de umbu ($n = 7$) e consumidores representados pelos círculos vermelho ($n = 112$).

Modelo de regressão de mínimos quadrados parciais (PLS) foi gerado para correlacionar as variáveis físico-químicas com a aceitação global do doce em massa de umbu (BIASOTO et al., 2014), conforme exemplificado na Figura 4. Pela Figura 4A, é possível visualizar que apenas o pH e a acidez titulável foram significativas ($p \leq 0,05$), intervalo de confiança 95%, na predição da aceitação global das amostras do doce em massa. Este gráfico demonstrou que quanto maior o pH, maior foi a aceitação sensorial do produto e que, por outro lado, quanto mais elevado o teor de acidez titulável, menor foi essa aceitação. Adicionalmente, a análise de componentes principais (ACP) gerada pelo modelo PLS (Figura 4B), mostrou a distribuição das amostras de doce em massa através da associação das características físico-químicas com a aceitação global do produto. Os resultados da representação gráfica apresentaram-se similares ao ilustrado no MDPREF, anteriormente discutido. Ou seja, as amostras dos Acessos 55, 52, 37 e 44, encontram-se próximas entre si e do vetor que representa a aceitação global, como também da variável físico-química pH.

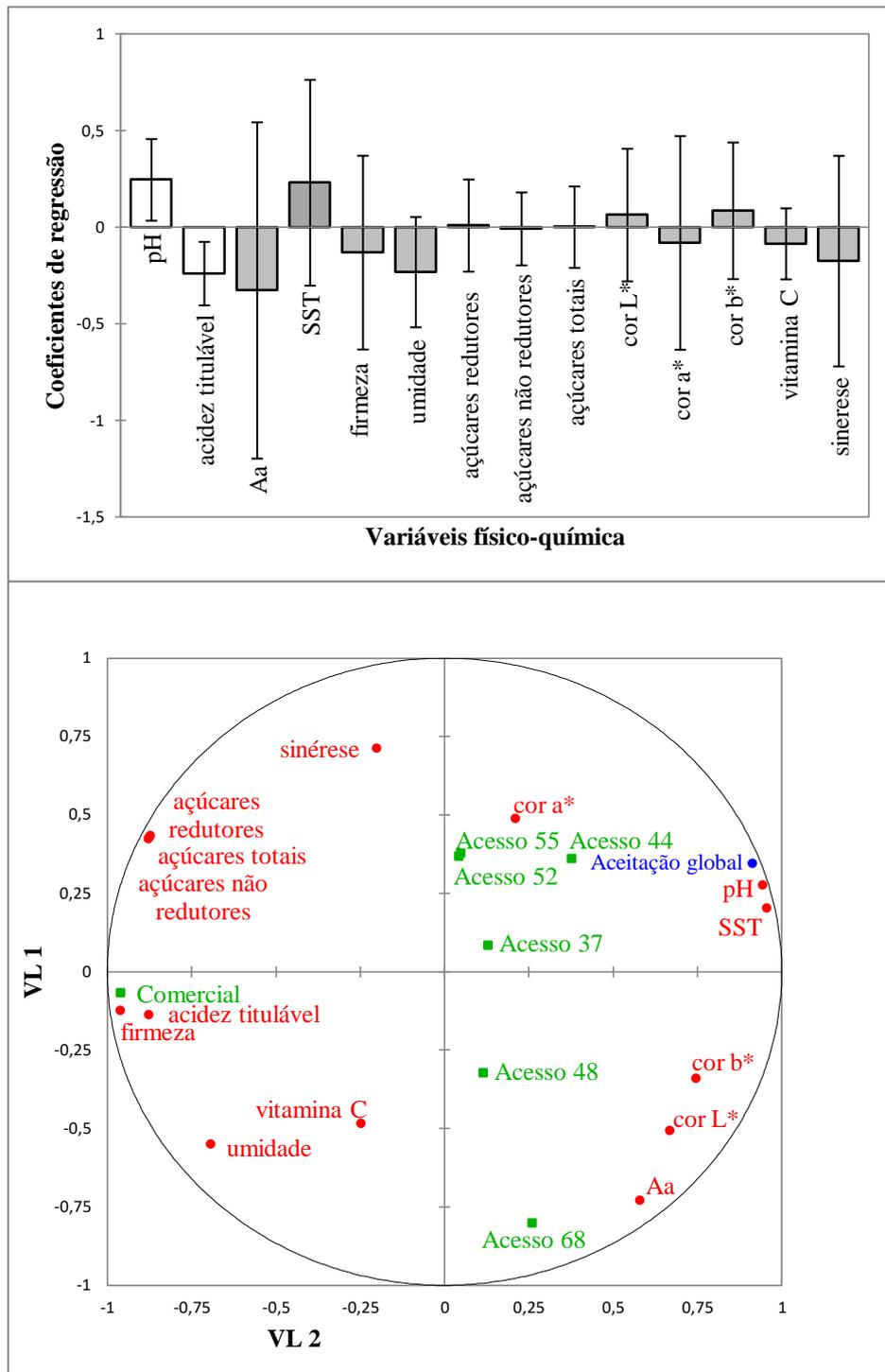


Figura 4. Regressão de Mínimos Quadrados Múltiplos (PLS) obtida para prever aceitação global de doces em massa de umbu (variável dependente) a partir de análises físico-químicas (A) Intervalo de confiança (95%) dos coeficientes de regressão de PLS para a predição da aceitação global das amostras de doce em massa de umbu, onde as barras brancas representam as variáveis físico-químicas que contribuíram positivamente para a aceitação do produto ($p \leq 0,05$) e as barras cinzas representam as variáveis sem contribuição significativa para a aceitação do produto. (B) Análise de Componentes Principais (ACP) gerada pelo modelo PLS, associando as características físico-químicas das amostras de doce em massa de umbu avaliadas com a aceitação global do produto.

De acordo com a análise de correspondência (AC), obtida com a somatória de citação dos termos CATA (Figura 5), é possível observar que as amostras foram divididas em três grupos de similaridade em relação ao perfil sensorial. A amostra comercial que compõe, isoladamente, um único grupo, localizada no lado positivo do primeiro e segundo componente principal, encontra-se descrita pelos termos gosto ácido, adstringente, aroma queimado, cor marrom-escura e horrível. Em seguida, um segundo grupo, composto pelas amostras elaboradas a partir dos Acessos 44, 52 e 55, localizadas a valores negativos do primeiro componente e positivos do segundo, encontra-se descrito, principalmente, pelos termos coloração atrativa, cor marrom avermelhada, aroma caramelado e cremoso. Por conseguinte, o terceiro grupo, composto pelas amostras elaboradas a partir dos Acessos 48, 37 e 68, localizadas a valores negativos do primeiro e do segundo componente, encontra-se descrito, principalmente, como gostoso e cor marrom-amarelado. Além disso, as amostras de doce dos Acessos 48 e 52 foram caracterizadas, como mais enjoativas, grudentas e de aroma adocicado.

Adicionalmente, analisando a representação gráfica da análise de correspondência, obtida a partir da somatória de citação dos termos CATA e das médias de aceitação global das amostras de doce em massa de umbu, Figura 6 (A), nota-se que alguns dos atributos (aroma de umbu, coloração atrativa e sabor de umbu) encontram-se distribuídos bem próximos ao vetor que representa a aceitação global, sendo portanto imprescindíveis para a aceitação do doce em massa de umbu. Por conseguinte, verificando o gráfico que representa a frequência em porcentagem de citação dos termos CATA, Figura 6 (B), pode-se observar que o gosto doce foi apontado como o atributo com maior porcentagem de frequência nas amostras, sendo citado por 60% dos consumidores. Em seguida, o atributo brilhoso, apresenta-se como o segundo termo com maior atribuição de presença pelos consumidores (49%).

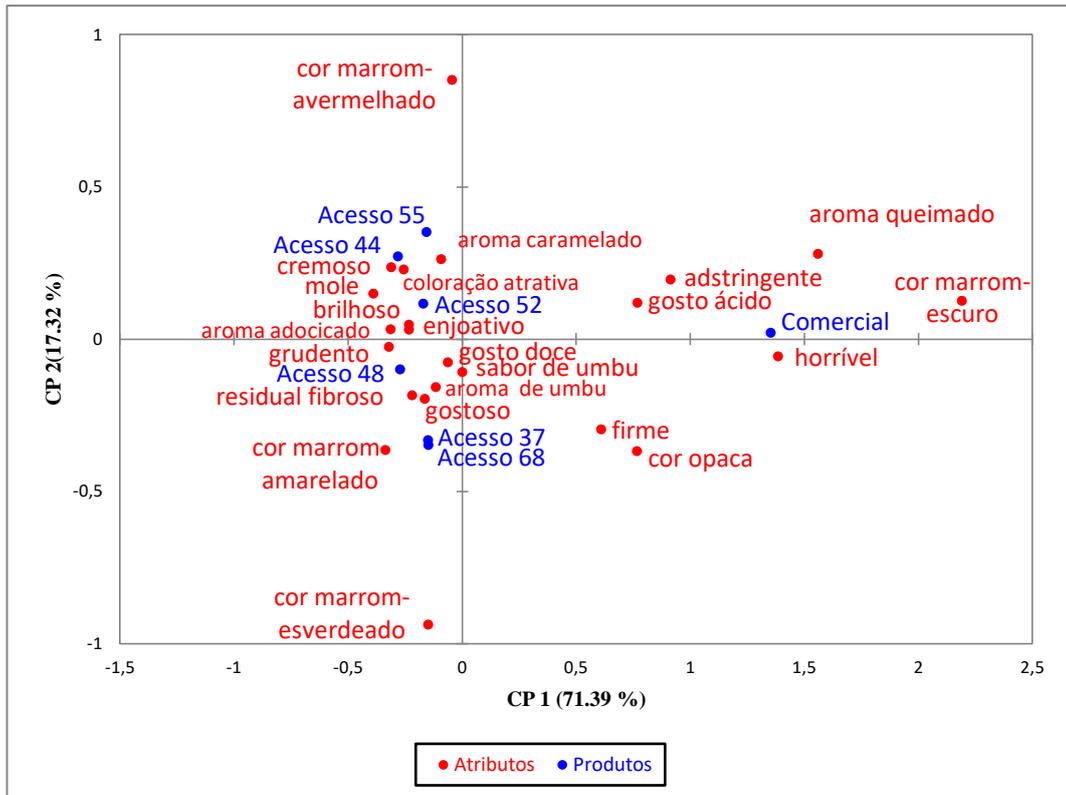


Figura 5. Análise de correspondência (AC) obtida com a somatória de citação dos termos do questionário CATA nas amostras de doce em massa de umbu.

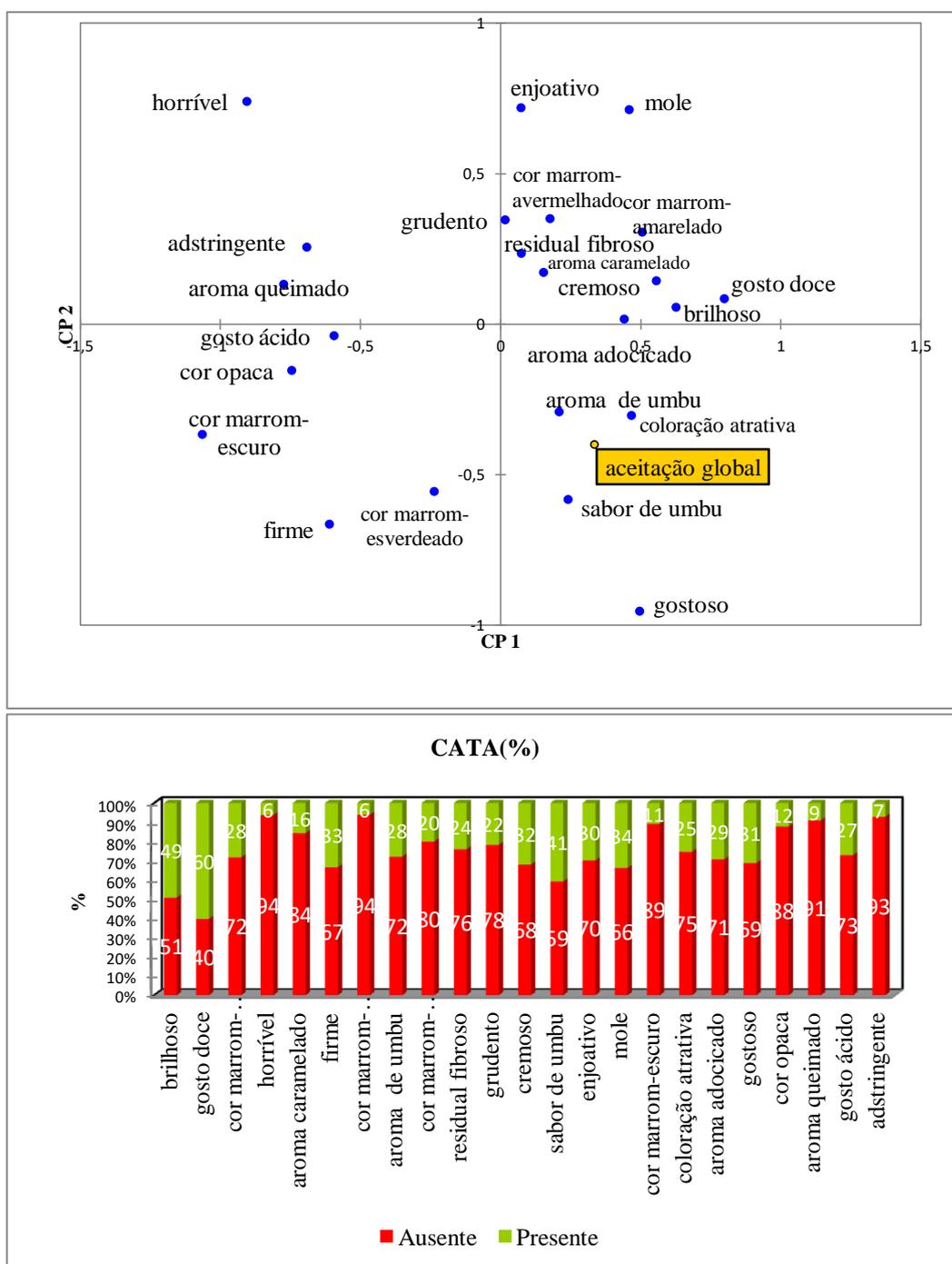


Figura 6. (A) Análise de correspondência obtida a partir da somatória de citação dos termos do questionário CATA e das médias de aceitação global das amostras de doce de umbu em massa. (B) Frequência (%) de citação dos termos do questionário CATA pelos consumidores ($n = 112$).

Conclusão

1. As amostras de doces em massa de umbu a partir dos diferentes genótipos testados possuíram composição físico-química distintas e apenas não diferiram entre si com relação ao teor de sólidos solúveis totais.

2. Os doces em massa de umbu foram satisfatoriamente aceitos pelos consumidores com relação à aparência, impressão global, sabor e textura.

3. O CATA, indicou que os termos gosto doce, enjoativo e aroma adocicado foram igualmente percebidos nos doces elaborados a partir dos diferentes genótipos de umbu testados, sem diferença significativa ($p \leq 0,05$); o termo aroma de umbu não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) entre todas as amostras de doces, incluindo o comercial. O termo horrível foi descrita apenas para o doce comercial.

4. Os doces elaborados a partir dos Acessos 37, 44, 55 e 52 de umbuzeiro foram os preferidos entre os consumidores. Contudo, observou-se que existe um pequeno grupo de consumidores que preferiu o doce comercial.

5. Os genótipos de umbu testados apresentam potencial para serem utilizados na agroindústria e processados na forma de doce em massa, gerando produtos de boa aceitação sensorial, que se destacaram daquele já elaborado em escala comercial.

6. Constatou-se que a exploração destes genótipos de umbu para o beneficiamento agroindustrial na forma de doces, além de facilitar a padronização do produto, poderá proporcionar às cooperativas aumento na rentabilidade financeira, uma vez que os produtos gerados poderão também conquistar maior público consumidor.

Referências

ABEP. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. **Critérios de Classificação Econômica Brasil**. 2016. Disponível em:

<<http://httpwww.abep.org/Servicos/Download.aspx?id=12>>. Acesso em: 15 outubro 2017.

AGUDELO, A.; VARELA, P.; SANZ, T.; FISZMAN, S. Formulating fruit fillings. Freezing and baking stability of a tapioca starch-pectin mixture model. **Food Hydrocolloids**, v. 40, p. 203-213, 2014.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUZA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMO, T. L. G. Bioactive compound and antioxidant activity of fresh exotic fruits from Northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

ARAUJO, F. P. de. Sistema de produção: desenvolvimento de uma fruticultura de sequeiro para o fortalecimento da agricultura de base familiar. In: SEMANA ITINERANTE PROJETO LAGO DE SOBRADINHO, 1., 2014, Petrolina. Palestras... Petrolina, PE: Embrapa, 2014.

ARAUJO, F. P. de; AIDAR, S. de T.; MATTA, V. M. da; MONTEIRO, R. P.; MELO, N. F. de. Umbuzeiro: alternativas de manejo sustentável e aproveitamento em Áreas de produtores familiares em Uauá, BA. In: DIAS, T.; ALMEIDA, J. S. S. E.; UDRY, M. C. F. V. (Ed.). **Diálogos de saberes: relatos da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap.9. p.363-378.

ARES, G.; DAUBER, C.; FERNÁNDEZ, E.; GIMÉNEZ, A.; VARELA, P. Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 65-76, 2014.

BIASOTO, A. C. T.; NETTO, F. M.; MARQUES, E. J. N.; SILVA, M. A. A. P. da. Acceptability and preference drivers of red wines produced from *Vitis labrusca* and hybrid grapes. **Food Research International**, v. 62, p. 456-466, 2014.

BISPO, E.S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará; 1989.

CROPOTOVA, J.; TYLEWICZ, U.; DELLAROSA, N.; LAGHI, L.; ROMANI, S.; ROSA, M. D. Effect of freezing on microstructure and degree of syneresis in differently formulated fruit fillings. **Food Chemistry**, v. 195, p. 71-78, 2016.

DIAS, M. V.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; FERRUA, F. Q.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; BORGES, S. V.; CLEMENTE, P. R. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 65-71, 2011.

- FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. Artmed, 4ed., 2010, 900 p.
- FISZMAN, S. M.; DURÁN, L. Effects of fruit pulp and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, v. 17, p. 11-17, 1992.
- GALVÃO M. S.; NARAIN, N.; SANTOS, M. S. P.; NUNES, M.L. Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1919-1926, 2011.
- GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. da; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel; 2009.
- GODOY R. C. B.; MATOS E. L. S.; SANTOS D. V.; AMORIM T. S.; WASZCZYNSKYJ N.; NETO M. A. S. Estudo da composição físico-química e aceitação de bananadas comerciais por meio de análise multivariada. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n.3, p. 373-80, 2009.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. 1020 p.
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da siveicultura: relatório anual 2016**. Rio de Janeiro, v. 31, p.1-54, 2016. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2016/default.shtm>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- MACFIE, H. J. H.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal Sensory Studies**, v.4, p.129-148, 1989.
- MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; CUNHA, A. C.; OLIVEIRA, F. P.; AUGUSTA, I. M.; AMORIM, E. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, 2007.
- MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; CUNHA, A. C.; OLIVEIRA, F. P.; AUGUSTA, I. M.; AMORIM, E. Alterações físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de doces de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) verde e maduro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2010.
- McREADY, R. M. & McCOMB, E. A. (1952). Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Analytical Chemistry*, 24, 1986-1988.
- MENDES, B. V. **Umbuzeiro (Spondias tuberosa Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Mossoró: ESAM, 1990. V. 564. 63p.
- MENEZES, A. A.; BORGES, S. V.; CIRILLO, M. A.; FERRUA, F. Q.; OLIVEIRA, L. F.; MESQUITA, K. S. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações

de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 618-625, 2009.

NARAIN, N.; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; VASCONCELOS, M. A. S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, v.44. p. 255-259, 1992.

OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; DRUMOND, M. A. **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap.3. p.81-116.

PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. P.; LIMA, A. de; PEREIRA, D. M.; COSTA, C. do N.; NETO, A. A. C. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha de resíduo de acerola (*Malpigha glaba* L.). **Acta Tecnológica**, v. 8, n. 2, p. 50-56, 2013.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, V. S.; ANJOS, V. D.; CAVALCANTI, N. B. Green umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 31, n.2, p. 201-210, 2007.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no Semi-Árido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n8, p. 1037-1043, 2008.

SANTOS, C.A.F.; CAVALCANTI, N. de B.; NASCIMENTO, C.E.; ARAUJO, F.P. de; LIMA FILHO, J.M.P.; ANJOS, J.B. dos; OLIVEIRA, V.R. de. Umbuzeiro: pesquisas, potenciais e desafios. In: ROMÃO, R.R.; RAMOS, S.R.R. (Org.). **Recursos genéticos vegetais no Estado da Bahia**. Feira de Santana: UEFS, 2005. P. 69-81.

SANTOS, R. T. S.; LIMA, A. S.; CASTRO, C.D.P.C.; RYBKA, A.C.P.; MARQUES, A.T.B. Avaliação de polpas de frutos de umbuzeiros do banco de germoplasmas da Embrapa semiárido para o processamento. In: XXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2018, Belém. **Anais**. Belém, PA: 2018.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H.J.; MARTINSEN, B. K.; SUNDFOR, M. W.; LEA, P.; BRUUN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Lebensmittel Wissenschaft und technology**, London, v. 38, p. 387-391, 2005.

CAPITULO 3 – FERMENTADO ALCOÓLICO DE UMBU

Desenvolvimento de um fermentado alcoólico de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), cinética fermentativa e avaliação de sua composição físico-química e fenólica

Renata Torres dos Santos e Santos⁽¹⁾, Rita de Cássia Mirela Resende Nassur⁽²⁾, Ana Paula A. Barros⁽³⁾, Ana Cecília Poloni Rybka⁽⁴⁾, Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro⁽⁴⁾, Aline Telles Biasoto Marques⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Av. Br. Geremoabo, s/n, Campus Universitário – Ondina, Salvador, BA. E-mail: retorressantos@gmail.com ⁽²⁾ Universidade do Estado da Bahia, Av. Edgard Chastinet, s/n - São Geraldo, CEP 48900-000, Juazeiro, BA. E-mail: rnassur@uneb.br ⁽³⁾ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Escola do Vinho – Rodovia BR 235, Km 22, Projeto Senador Nilo Coelho N4, Petrolina, PE. E-mail: paulandrebarros@gmail.com ⁽⁴⁾ Embrapa, BR 128, Km 152, Zona Rural, CEP 56302-970, Petrolina, PE. E-mail: ana.rybka@embrapa.br, clivia.castro@embrapa.br, aline.biasoto@embrapa.br

Resumo – A produção de bebidas alcoólicas fermentadas apresenta-se como uma opção de valorização de frutos nativos, agregação de valor, fortalecimento da agricultura familiar e desenvolvimento regional do semiárido, além de minimizar perdas pós-colheita. Neste contexto, buscando viabilizar alternativas para o processamento do umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), esse estudo teve como objetivo desenvolver fermentado alcoólico a partir do fruto *in natura* e polpa congelada. A cinética fermentativa do processo foi caracterizada através do rendimento da fermentação, produtividade e rendimento em produto. A qualidade dos produtos obtidos foi determinada pela caracterização da composição físico-química quanto ao: pH, densidade, acidez volátil e total (AT), teor alcoólico e extrato seco (ES), dióxido de enxofre (SO₂) livre e total, açúcares redutores (AR) e totais, cor (L*, a*, b*, C*, h), compostos fenólicos totais e vitamina C. Além da quantificação de 22 compostos fenólicos. Os resultados mostraram que a cinética de fermentação foi satisfatória, com rendimento da fermentação médio de 70%, produtividade em etanol média de 0,50 g L⁻¹ h e rendimento em produto próximo a 0,70. As bebidas obtidas apresentaram diferença significativa (p≤0,5), entre os dois tratamentos, na composição físico-química para a maioria das variáveis analisadas, com exceção para o teor de sólidos solúveis, extrato seco e reduzido, luminosidade e teor de compostos fenólicos totais. Entretanto ambos os fermentados atenderam a legislação brasileira para fermentado de frutas, classificando-se como seca por apresentarem teor de açúcares redutores menor que 3g/L. A caracterização do perfil fenólico revelou uma grande variedade de compostos bioativos,

sendo que os flavanóis totais, foram os compostos majoritários em sua composição, e os estilbenos totais, os minoritários. Concluiu-se que o produto apresenta potencial e pode se tornar uma opção de investimento para o semiárido nordestino.

Palavras-chaves: bebida fermentada, compostos bioativos, bioma Caatinga, semiárido.

Abstract - The production of fermented alcoholic beverages presents itself as an option for the valorization of native fruits, value addition, strengthening of family agriculture and regional development of the semiarid, besides minimizing post-harvest losses. In this context, the aim of this study was to develop alternatives for the processing of umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), to develop alcoholic fermentation from fresh fruit and frozen pulp. The fermentative kinetics of the process were characterized by the yield of fermentation, yield and product yield. The quality of the products obtained was determined by the characterization of the physicochemical composition of: pH, density, volatile and total acidity (AT), alcohol content and dry extract (ES), free and total sulfur dioxide (SO₂), reducing sugars (AR) and totals, color (L*, a*, b*, C*, h), total phenolic compounds and vitamin C. In addition to the quantification of 22 phenolic compounds. The results showed that the fermentation kinetics were satisfactory, with an average fermentation yield of 70%, ethanol yield of 0.50 g L⁻¹ h and product yield close to 0.70. The drinks obtained presented a significant difference (p≤0.5), between the two treatments, in the physicochemical composition for most of the analyzed variables, except for the soluble solids content, dry and reduced extract, luminosity and content of compounds phenolics. However, both ferments comply with the Brazilian legislation for fermented fruit, classified as dry because they have a reducing sugar content of less than 3 g / L. The characterization of the phenolic profile revealed a great variety of bioactive compounds, and the total flavanols were the major compounds in their composition, and the total stilbenes, the minor ones. It was concluded that the product has potential and can become an investment option for the northeastern semi-arid region.

Key-words: fermented beverage, bioactive compounds, Caatinga biome, semiarid.

Introdução

As frutas tropicais nativas brasileiras vêm despertando crescente interesse entre os pesquisadores, devido as suas características sensoriais peculiares e qualidade nutricional. O sabor dessas frutas é considerado exótico e de boa apreciação entre os consumidores (GALVÃO et al., 2011). Neste sentido, a elaboração de bebidas alcoólicas a partir delas vêm ganhando crescente espaço no mercado internacional, visto que há uma forte tendência do setor pela diversificação de sabores e tipos de produtos.

Tradicionalmente, o vinho é a bebida obtida da fermentação alcoólica do mosto de uva, sendo a denominação “vinho” vetada em alguns países para produtos obtidos de outras matérias-primas. Entretanto, na busca pela agregação de valor, e devido aos avanços tecnológicos na fruticultura, pesquisas vêm sendo reportadas trazendo o desenvolvimento de diferentes bebidas alcoólicas fermentadas a partir de diversas frutas, como por exemplo: acerola (SEGTOEWICK et al., 2012), amora (PIRES, 2012), morango (ANDRADE et al., 2014), abacaxi (OLIVEIRA et al., 2012), laranja (ALCANTARA & MENEZES, 2017), kiwi (ASSIS et al., 2017), cajá (DIAS et al., 2003), caju (NETO et al., 2006), ciriguela e mangaba (MUNIZ et al., 2002) e jabuticaba (GONÇALVES & SOUZA, 2014).

Fruto de uma planta nativa do nordeste brasileiro, o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) é considerado um produto vegetal do extrativismo de grande importância econômica para o fortalecimento da agricultura familiar e do desenvolvimento regional da população do semiárido do Nordeste brasileiro, que realiza a colheita dos frutos e os vendem para o consumo *in natura*, ou sob a forma de polpas, geleias, doces, sorvestes e bebidas (MARTINS et al., 2007). A produção de umbu é estimada em 8.400 toneladas (IBGE, 2016). Sua polpa, branca esverdeada, mole, suculenta e de sabor exótico e agridoce, apresenta teor de sólidos solúveis médio de 9,5°Brix, pH entre 2,5 e 3,0, e acidez (em ácido cítrico) média de 1,2% (SOUZA & CATÃO, 1970; BISPO, 1989; GALVÃO et al., 2011). Caracteriza-se, ainda, como fonte de vitaminas (B1, B2, A, C e niacina) e minerais (cálcio, fósforo e ferro), com elevado teor de tanino em sua composição (VIDIGAL et al., 2011).

Dentre as diversas formas de consumo do umbu processado, pode-se citar também o seu beneficiamento na elaboração de bebidas alcoólicas, como por exemplo, o licor e a cerveja, que são produtos já comercializados por cooperativas. Também já foi testada a elaboração experimental de fermentado alcoólico de umbu (MELO et al.,

2010; PAULA et al., 2012; CARMO et al., 2012; DANTAS & SILVA, 2017). Estes estudos desenvolveram a bebida a partir de polpa comercial ou fruto *in natura* e avaliaram sua composição físico-química em relação ao pH, densidade, sólidos solúveis, teor alcoólico, acidez total e volátil, extrato seco, açúcares redutores e totais, cinzas, sulfatos e fenólicos totais. No entanto, essas pesquisas não quantificaram os teores de ácido ascórbico e outros compostos bioativos do fermentado, como também não avaliaram a diferença da qualidade da bebida elaborada a partir do fruto *in natura* e da polpa congelada.

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de desenvolver fermentado alcoólico de umbu a partir do fruto *in natura* e polpa congelada, analisar a cinética fermentativa e avaliar a qualidade dos produtos obtidos a partir de análises físico-químicas, quantificação do teor de ácido ascórbico e dos compostos fenólicos. Adicionalmente, tendo em vista que não há registros de anterioridade para o fermentado alcoólico de umbu junto aos bancos de dados de registro de patente, conforme demonstrado pela prospecção tecnológica realizada (ANEXO J), o presente estudo visa fomentar seus resultados para o depósito de uma patente.

Material e Métodos

Matéria-prima

Para a elaboração do fermentado alcoólico de umbu, frutos, no estágio maduro de maturação, foram colhidos manualmente de plantas provenientes do campo experimental da Embrapa Semiárido (coordenadas 09°04'16,4"S, 0 40°19'5,37"O, Petrolina/PE). Os frutos foram selecionados visualmente considerando a coloração amarelo-esverdeado e a firmeza da casca (frutos sem amassamento e rompimento da casca) e com ausência de injúrias microbiana (contaminações aparentes), em seguida, foram lavados em água corrente, imergidos em solução de hipoclorito de sódio a 200 mg L⁻¹ por 15 min. e enxaguados em água corrente, sendo na sequência despulpados em despulpadeira elétrica (Macanuda, modelo DMJI-05, Indústria Brasileira) em peneira mesh 10. Para o processamento utilizou-se 71 kg de frutos *in natura*, após o despulpamento, obteve-se 44,250 kg de polpa; deste total, 23,900 kg de polpa foi utilizada para o processamento do fermentado alcoólico a partir do fruto *in natura* e 20,350 kg foi utilizada para o processamento do fermentado alcoólico a partir da polpa

congelada. Para a obtenção da polpa congelada, após o despulpamento dos frutos, a polpa obtida foi acondicionada em sacos de polietileno, selados à vácuo, e armazenados sob refrigeração a -18°C durante 30 dias.

Antes do processamento da bebida alcoólica, a polpa de umbu foi caracterizada físico-quimicamente, em triplicata, quanto ao pH, a partir da leitura direta da amostra em pHmetro (Hanna Instruments, modelo HI 2221), previamente calibrado; acidez total titulável (expressa em % de ácido cítrico), por titulometria com solução de NaOH 0,1N em titulador automático (Metrohm, modelo Tritino Plus 848, Switzerland - Suíça), previamente calibrado; sólidos solúveis (expresso em °Brix), por leitura direta da amostra em refratômetro portátil (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3) e; açúcares redutores (% glicose) e não-redutores (% sacarose), por titulometria da amostra com soluções de Fehling A e B e indicador azul de metileno (IAL, 2008).

Elaboração das amostras de fermentado alcoólico de umbu

O fluxograma otimizado e utilizado para a elaboração dos fermentados alcoólicos de umbu a partir do fruto *in natura* e polpa congelada, encontra-se ilustrado na Figura 1. Baseando-se nos procedimentos descritos anteriormente pela literatura (MELO et al., 2007; GOMES et al., 2010; PAULA et al., 2011; CARMO et al., 2012; DANTAS & SILVA, 2017) com modificações.

Primeiramente, o mosto foi obtido a partir da diluição da polpa com água destilada na proporção de 50%, sendo em seguida filtrado em tecido tipo “vual” para retirada dos resíduos fibrosos. Assim, para o fermentado da polpa congelada, obteve-se 35,9 kg de mosto (23,9 kg de polpa + 12L de água destilada), já para o fermentado da fruta *in natura* foram obtidos 30,5 Kg de mosto (20,4 kg de polpa + 10,1 L de água destilada). Os dois mostos foram então sulfitados, a partir da adição de 0,1g L⁻¹ do conservante metabissulfito de potássio (AMAZON, Brasil). Na sequência, adicionou-se 2mL/100L de enzima pectinolítica (AEB, Espanha) visando a degradação da pectina, e carbonato de potássio (ALPHATEC, Brasil) para a correção do pH para 3,3, sendo necessário 59,95g e 48,58g de carbonato para o fermentado do fruto *in natura* e para o fermentado da polpa congelada, respectivamente. Os mostos foram então distribuídos em seis garrações de vidro de microvinificação (capacidade de 10L) para a elaboração em triplicata das duas amostras de fermentado de umbu: fermentado da fruta *in natura* e fermentado da polpa congelada. Para ação da enzima pectinolítica, os garrações foram

adicionados a temperatura de $16 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24h. Após este período, adicionou-se $0,5 \text{ g L}^{-1}$ do agente bentonite (AMAZON, Brasil) para clarificação (*débourbage*) durante 24h a temperatura de $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

Finalizada a etapa de clarificação inicial do mosto, foi efetuada a etapa de chaptalização, que consiste na adição de sacarose para corrigir o teor de sólidos solúveis do mosto (expresso em °Brix) e produzir a quantidade de álcool desejada. Nesse estudo, foram adicionados 180 g L^{-1} de sacarose na forma de açúcar cristal, visando um teor alcóolico mínimo de 10%. Então iniciou-se a fermentação alcóolica a temperatura controlada em $24 \pm 2^\circ\text{C}$ (oito dias), após a adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae* var. bayanus Maurivin PDM (MAURIVIN, Austrália), ativada conforme recomendação do fabricante, e 200 mg L^{-1} de ativante de fermentação fosfato de amônio Gesferm® (AMAZON, Brasil). Por todo o período fermentativo foi utilizado a válvula de escape para fermentação (válvula de Muller) e foram realizadas remontagens abertas duas vezes ao dia (50% do volume do garrafão por 5 vezes), e no final do processo fermentativo uma remontagem aberta e outra fechada, este procedimento favoreceu a distribuição uniforme das células de leveduras no mosto e oxigenação adequada.



Figura 1. Fluxograma do processo de elaboração do fermentado de umbu.

A fermentação foi acompanhada por análises diárias de densidade, teor de sólidos solúveis e avaliações da temperatura do ambiente (sala) e do mosto em fermentação. A densidade foi obtida a partir da leitura direta das amostras em balança eletrônica hidrostática (Gibertini, modelo Super Alcomat), previamente calibrada; o teor

de sólidos solúveis, por leitura direta da amostra em refratômetro portátil (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3); temperatura do ambiente e do mosto, obtida com o uso de termômetro digital portátil tipo espeto (Brasilterm, modelo BT TDP 1E). O fim da atividade metabólica das leveduras foi determinada quando alcançou-se a estabilização da densidade ($< 0,995$), e quantidade de açúcares totais ($< 3 \text{ g L}^{-1}$), determinados pelo método titulométrico de Lane-Eynon (BRASIL, 2005). No início (primeiro dia) e final (último dia) da fermentação alcoólica foram quantificados também o teor de açúcares totais (g L^{-1}) pelo método titulométrico de Lane-Eynon (BRASIL, 2005). Ao fim da fermentação, as válvulas de escape foram trocadas por válvulas de vedação e os garrafões foram transferidos para câmara fria em temperatura de 6°C , onde permaneceram em repouso por 24h, buscando aumentar a eficiência da trasfega a ser realizada na próxima etapa. Por ocasião da trasfega, o líquido fermentado foi transferido para outro garrafão, através de uma mangueira, possibilitando a separação do fermentado de seus sedimentos formados.

Após a trasfega realizou-se nova etapa de clarificação e estabilização proteica (25 dias a $6\pm 2^{\circ}\text{C}$), após correção do teor de dióxido de enxofre livre (SO_2 livre) para 50 mg L^{-1} utilizando-se metabissulfito de potássio. Como agentes clarificantes foram adicionados no primeiro dia 500 mg L^{-1} bentonite, no vigésimo primeiro dia 500 mg L^{-1} de sílica (EVER, Brasil) e no vigésimo segundo dia 100 mg L^{-1} de gelatina (EVER, Brasil). Após essa etapa foi realizada análise qualitativa (ausência ou presença) de pectina e proteína (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006) e uma segunda trasfega. Foram realizadas então novas correções do teor de SO_2 livre para 50 mg L^{-1} e quando esta quantidade foi alcançada, adicionou-se também 130 mg L^{-1} do conservante sorbato de potássio (ALPHATEC, Brasil). Na sequência, os fermentados foram engarrafados em garrafas de vidro verde oliva de capacidade 750 mL, com adição de gás nitrogênio para preenchimento do espaço vazio e fechamento com rolhas de cortiça. As garrafas foram armazenadas na posição horizontal em adega climatizada a $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 30 dias.

Composição físico-química

Os mostos obtidos da polpa congelada e fruto *in natura* foram avaliados sem triplicata para a determinação do teor de sólidos solúveis, avaliado pelo com refratômetro portátil (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3) previamente

calibrado, sendo o com resultado expresso °Brix (AOAC, 2006); pH, a partir da leitura direta em potenciômetro previamente calibrado (Hanna Instruments, modelo HI 2221); acidez total titulável (expressa em % de ácido cítrico), a partir do método titulométrico com solução de NaOH 0,1N em titulador automático previamente calibrado (Metrohm, modelo Tritino Plus 848, Switzerland - Suíça); e conteúdo de açúcares redutores (% glicose), por titulometria da amostra, utilizando o método de Lane-Eynon, as soluções de Fehling A e B e azul de metileno como indicador (IAL, 2008).

Após um mês de armazenados na adega climatizada, as garrafas dos fermentados alcoólicos de umbu obtidos do fruto *in natura* e polpa congelada, foram caracterizados físico-quimicamente em triplicatas, quanto o: (1) pH, a partir da leitura direta da amostra em pHmetro (Hanna Instruments, modelo HI 2221), previamente calibrado (IAL, 2008); (2) densidade, por leitura direta da amostra em balança eletrônica hidrostática (Gibertini, modelo Super Alcomat), previamente calibrada; (3) teor de sólidos solúveis, por leitura direta em refratômetro de bancada (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3) com resultado em °Brix, (AOAC, 2006); (4) acidez total titulável (expressa em % de ácido cítrico), a partir do método titulométrico com solução de NaOH 0,1N em titulador automático (Metrohm, modelo Tritino Plus 848, Switzerland - Suíça), previamente calibrado (IAL, 2008); (5) acidez volátil, por titulometria com solução de NaOH 0,1N e fenolftaleína como indicador, após destilação da amostra em destilador enológico (Gibertini, modelo Super DEE); (6) açúcares totais, pelo método titulométrico de Lane-Eynon utilizando os reagentes Fehling A e B e indicador azul de metileno; (7) teor alcoólico, extrato seco e extrato seco reduzido, por densimetria e leitura direta em balança eletrônica hidrostática (Gibertine, modelo Super Alcomat), após destilação simples da bebida em destilador enológico (Gibertini, modelo Super DEE); (8) dióxido de enxofre (SO₂) livre e total, pelo método de Ripper por titulometria com solução de iodo 0,02N e amido como indicador (BRASIL, 2005).

Avaliação colorimétrica

Para a avaliação da coloração das amostras do fermentado, foi utilizado o sistema CIELab e CIEL*C*h para determinação dos parâmetros: L* (luminosidade), a* (coordenada vermelho/verde), b* (coordenada amarelo/azul), C* (cromaticidade ou saturação) e ângulo h (hue ou tonalidade). As leituras foram realizadas utilizando

colorímetro portátil (Delta Color, modelo Delta Vista 450G) previamente calibrado no modo transmitância, com iluminante D65 e ângulo de 10°. A diferença total de cor entre as coordenadas das duas amostras de fermentado foi calculada a partir da seguinte equação: $\Delta E^* = [\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2]^{1/2}$ (CAPILLA et al., 2002).

Quantificação do teor de ácido ascórbico (vitamina C)

A vitamina C (em mg 100g⁻¹) foi quantificada nas amostras de fermentado por titulometria do extrato da amostra (em solução de ácido oxálico) com solução de Tilman (2,6-dicloro-fenol indofenol) seguindo a metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967).

Determinação de compostos fenólicos

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado a partir do método espectrofotométrico proposto por Rossi e Singleton (1965) com pequenas modificações. Este método baseia-se na oxidação dos compostos fenólicos na presença de solução de carbonato de sódio e Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA). O teor de compostos fenólicos foi quantificado a partir da leitura da absorbância a 760 nm em espectrofotômetro (Multiskan GO, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA), utilizando curva de calibração obtida a partir do ácido gálico (pureza >97%, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA), com concentração variando de 1,5 a 8,0 µg mL⁻¹.

Vinte e dois compostos fenólicos foram isoladamente quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE, utilizando cromatógrafo Waters modelo Alliance e2695 acoplado simultaneamente aos detectores de Arranjo de Diodos - DAD (280, 320 e 360nm) e Fluorescência (280 nm excitação e 360 nm emissão), coluna Gemini-NX C18 (150mm x 4,60mm x 3µm) e a pré-coluna Gemini-NX C18 (4,0mm x 3,0mm), ambas da marca Phenomenex® (EUA). A partir de método já otimizado e validado no laboratório de cromatografia da Embrapa Semiárido por Natividade et al. (2013), foi possível quantificar os seguintes compostos: ácidos gálico, cafeico, caftárico, clorogênico, *p*-cumárico e ferrúlico (ácidos fenólico), isoquercetina, rutina, miricetina, caempferol-3-*O*-glucosídeo e isorhamnetina-3-*O*-glucosídeo (flavonóis), *trans*-resveratrol, *cis*-resveratrol, viniferina e piceatanol (estilbenos), (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)- galato epigalocatequina, (-)-galato (epicatequina,

procianidinas A2, B1 e B2 (flavanóis e taninos). Os padrões de ácido gálico e cafeico foram adquiridos da Chem Service (West Chester, USA), ácido caftárico, clorogenico e ρ -cumárico foram adquiridos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA), e os demais ácidos foram obtidos da Extrasintese (Geney, França).

Empregando eluição em gradiente, a fase móvel foi constituída de uma solução a 0,85% de ácido orto-fosfórico como fase A (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) e acetonitrila grau HPLC como fase B (J.T.Backer, Madrid, Espanha), totalizando 60 minutos de corrida. A temperatura do forno foi mantida a 40°C e o fluxo a 0,5 mL min⁻¹. Foram injetados sem diluição no equipamento, após filtração em membrana de nylon de diâmetro de 13 mm e tamanho do poro de 0,45µm, utilizando como volume de injeção 10 µL/amostra. Utilizou-se água ultrapura por ultrapurificador de água PURELAB Option Analítica (São Paulo, SP) e o metanol grau HPLC da marca Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA).

Análise da cinética fermentativa

A cinética da fermentação alcoólica foi determinada realizando-se análises diárias do teor de sólidos solúveis, por leitura direta em refratômetro de bancada (Atago, modelo Pocket Refractometer PAL-3) com resultado em °Brix; e densidade do mosto em fermentação, por leitura direta da amostra em balança eletrônica hidrostática (Gibertini, modelo Super Alcomat), previamente calibrada.

A partir dos resultados do teor de sólidos solúveis (SS), a concentração de sacarose, expressa em g L⁻¹, foi estimada pela correlação entre o °Brix e a concentração de sacarose (g L⁻¹), utilizando a Equação 1 (NETO et al., 2006; FONTAN et al., 2011):

$$\text{Sacarose (g L}^{-1}\text{)} = 10,13 \times \text{SS} + 1,445 \quad (1)$$

A partir das leituras da densidade, o teor alcoólico diário, expresso em °GL, foi estimado utilizando a densidade do momento inicial da fermentação (primeiro dia) e do momento em que se desejava obter o teor alcoólico, conforme a Equação 2 (OURA, 1977):

$$\text{álcool (}^{\circ}\text{GL)} = (\text{Di} - \text{Dx}) \times 125 \quad (2)$$

Onde:

Di - densidade relativa no momento em que a fermentação se inicia;

Dx - densidade relativa no momento em que se deseja obter o teor alcoólico.

Por conseguinte, o rendimento da fermentação (R), expresso em %, foi calculado a partir do valor de etanol produzido (%p/v) em relação aos açúcares consumidos (%p/v), conforme a Equação 3 (AQUARONE & ZANCANARO JÚNIOR; 1983):

$$R (\%) = \frac{\text{Etanol produzido}}{\text{Açúcares consumidos}} \times 100 \quad (3)$$

A produtividade da fermentação alcoólica (Pr), expressa em g L⁻¹ h, foi obtida pelo etanol produzido (g L⁻¹) experimentalmente em relação ao tempo (h) de fermentação, conforme a Equação 4 (ALMEIDA *et al.*, 2006; FONTAN *et al.*, 2011):

$$Pr (\text{g/L.h}) = \frac{Q_{\text{exp}}}{t} \quad (4)$$

Onde:

Q_{exp} - concentração de etanol experimental:

$$Q_{\text{exp}} = 0,7895 (\text{g mL}^{-1}) \times (\text{°GL}/100) \times 1000 (\text{mL L}^{-1})$$

t – tempo de fermentação (h).

O rendimento em produto ($Y_{P/S}$) foi determinado pela quantidade de etanol (g L⁻¹) formado em relação à quantidade de substrato (g L⁻¹) limitante consumido, por meio da Equação 5 (ALMEIDA *et al.*, 2006):

$$Y(P/S) = \frac{P_f - P_0}{S_0 - S_f} \quad (5)$$

Onde:

P₀ = concentração inicial do produto (etanol), em g L⁻¹;

P_f = concentração final do produto (etanol), em g L⁻¹;

S₀ = concentração inicial de substrato (sacarose), em g L⁻¹;

S_f = concentração final de substrato (sacarose), em g L⁻¹.

Analise Estatística

Os resultados das análises realizadas foram submetidos à ANOVA e teste t de Student ($p \leq 0,05$) utilizando o software estatístico Statistical Analytical Systems - SAS (SAS Institute, Cary, N.C., USA, University Edition, 2017).

Resultados e Discussão

A composição físico-química do mosto de umbu originado a partir da polpa congelada e dos frutos *in natura*, encontra-se na Tabela 1. O mosto de umbu, elaborado a partir do fruto *in natura* e da polpa congelada, apresentou valor de pH 2,8, teor de sólidos solúveis (SS) entre 7,73 e 7,03°Brix, teor de acidez total titulável (AT) de 0,72 e 0,68% e teor de açúcares redutores (AR) quantificados em 28,19 e 31,93%. Carmo et al. (2012) produziram fermentado de umbu a partir de polpa comercial que apresentava pH de 2,3, teor de sólidos solúveis de 6,5°Brix e uma quantidade de 40,15 g L⁻¹ de açúcares redutores. Enquanto Gomes et al. (2010) elaboraram um fermentado alcoólico de umbu a partir do fruto *in natura* com pH de 2,5 e teor de sólidos solúveis de 10°Brix.

Tabela 1. Composição físico-química do mosto de umbu obtida da polpa congelada e dos frutos *in natura*, após adição de água destilada.

Mosto de umbu	Variáveis físico-químicas			
	pH	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)	AR (% glicose)
Fruta <i>in natura</i>	2,76 ± 0,00	7,73 ± 0,06	0,72 ± 0,02	28,19 ± 0,15
Polpa congelada	2,75 ± 0,00	7,03 ± 0,06	0,68 ± 0,02	31,93 ± 0,30

⁽¹⁾ Médias ± desvio padrão ($n=3$ repetições). pH = potencial hidrogeniônico. SS = sólidos solúveis. AT = acidez total titulável. AR = açúcares redutores.

Durante o processo fermentativo, ilustrado na Figura 2, foi observado o comportamento cinético da fermentação alcoólica através do rendimento da fermentação, produtividade de etanol, rendimento em produto etanol (Tabela 2), consumo de açúcares totais (baseado na concentração de sólidos solúveis), produção de etanol (em °GL) e variação de densidade (Figuras 3 e 4). Verificou-se que os resultados obtidos não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. Analisando os dados, constata-se que o rendimento da fermentação (entre 68 e 70%) e a produtividade de etanol (entre 0,46 e 0,53 g L⁻¹ h) apresentaram valores superiores ao rendimento e inferiores a produtividade obtidos por Carmo et al. (2012), que

verificaram o rendimento de 49,77% e produtividade de 1,55 g L⁻¹ h, quando produziram fermentado de umbu a partir de polpa comercial. Essa maior produtividade de etanol por hora provavelmente ocorreu devido as diferenças de temperatura entre as fermentações alcoólicas, visto que no presente estudo, a temperatura foi controlada em 25±2°C, enquanto Carmo et al. (2012) realizaram a fermentação a temperatura ambiente.



Figura 2. (A) Mosto em pré-fermentação (fase preliminar), (B) Mosto em fermentação (fase tumultuosa), (C) Fermentado pós-fermentação (fase estacionária). Fonte: arquivos da autora, 2018.

Tabela 2. Rendimento, produtividade e rendimento em produto do processo fermentativo para elaboração do fermentado de umbu.

Variável da cinética fermentativa	Fermentado de Umbu	
	Fruto <i>in natura</i>	Polpa congelada
Rendimento (%)	70,52±0,53a	68,24±1,74a
Produtividade (g L ⁻¹ h)	0,46±0,00a	0,53±0,05a
Y _{P/S}	0,71±0,01a	0,68±0,02a

¹⁾ Médias ±desvio padrão seguidas por letras em comum em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste t de Student (p≤0,05). YP/S = rendimento em produto.

Resultados não similares ao deste estudo foram obtidos por Fontan et al. (2006), ao produzirem fermentado alcoólico a partir do fruto do mandacaru, verificando um rendimento de 90,2%, produtividade de 1,75 g L⁻¹ h e rendimento em produto (Y_{P/S}) de 0,461; por Fontan et al. (2011), ao produzirem fermentado alcoólico de melância, que observaram um rendimento e produtividade em 94% e 1,65 g L⁻¹ h, respectivamente, e rendimento em produto de 0,65, valor similar ao deste estudo; e Silva (2004) ao

produzir fermentado de caju com rendimento e produtividade de 55,67% e 0,78 g L⁻¹ h, respectivamente. Os rendimentos em produto ($Y_{P/S}$) da presente pesquisa, foram de 0,68 e 0,71, ou seja superiores aos de Fontan et al. (2006) e Fontan et al. (2011). As variações observadas nos parâmetros cinéticos entre essa e as demais pesquisas citadas, podem ser atribuídas a vários fatores como: composição da matéria-prima, cepa de levedura, temperatura do processo fermentativo e concentração do substrato (sacarose), conforme relatam Almeida et al. (2006).

A cinética fermentativa também é representada nas Figuras 3 e 4, que apresentam as curvas de consumo da sacarose, produção de etanol e densidade em função do tempo de fermentação do fermentado de umbu elaborado com o fruto *in natura* (Figura 3) e com a polpa congelada (Figura 4). Nos dois tratamentos o processo fermentativo ocorreu por um período de oito dias, quando aconteceu a estabilização da densidade (<0,995) e do teor de sólidos solúveis (<8°Brix). Durante o período de fermentação a temperatura da sala e do mosto apresentou variação em até 2°C, diferença observada em todos os garrafões durante a fase tumultuosa da fermentação.

Notou-se que, para todas as repetições das amostras de fermentado de umbu obtido de fruto *in natura* e polpa congelada, nas primeiras 48h houve pouco consumo do substrato por parte das leveduras, sendo justificado como a fase de adaptação das leveduras às condições do mosto. Silva et al. (2011) ao produzirem fermentado de manga, verificaram que nos primeiros dias da fermentação também ocorreu pouco consumo dos substratos e sugeriram que poderia ser decorrente da sulfitação realizado no mosto. Enquanto Dantas & Silva (2017), ao produzirem um fermentado alcoólico de umbu, reportaram que o estresse osmótico causado pela elevada concentração de açúcares no mosto pode influenciar no período de adaptação da levedura ao meio.

Continuamente, após 48h, constatou-se o início da fase tumultuosa da fermentação, caracterizada pela alta atividade das leveduras. Ao decorrer dos dias, ocorreu um decréscimo considerável da densidade e do teor de sólidos solúveis, resultante da multiplicação microbiana e consequente consumo da sacarose para produção de etanol pela levedura (SILVA et al., 2010). Já a partir do sexto dia, observou-se uma diminuição lenta dos sólidos solúveis e da densidade e um aumento proporcional do grau alcoólico, caracterizando a fermentação em fase lenta, também conhecida como a fase de pós-fermentação. De acordo com Dantas & Silva (2017), a fase lenta é resultante da intoxicação da levedura pelo álcool produzido durante a fermentação.

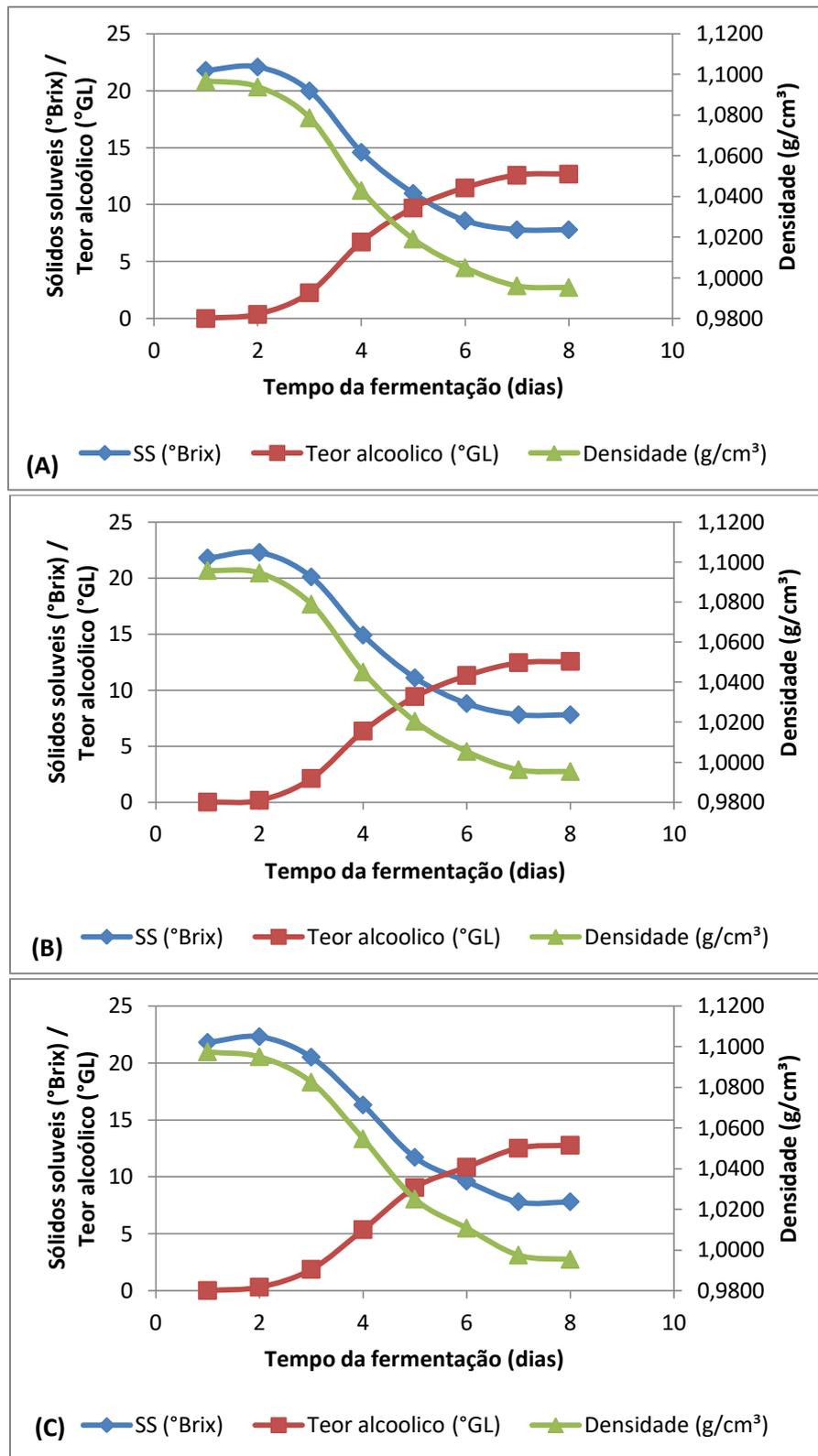


Figura 3. Curva de consumo de açúcares x produção de etanol x densidade durante o processo fermentativo do fermentado alcoólico de umbu elaborado a partir do fruto *in natura*. (A), (B) e (C) correspondem as repetições (triplicata) do processo.

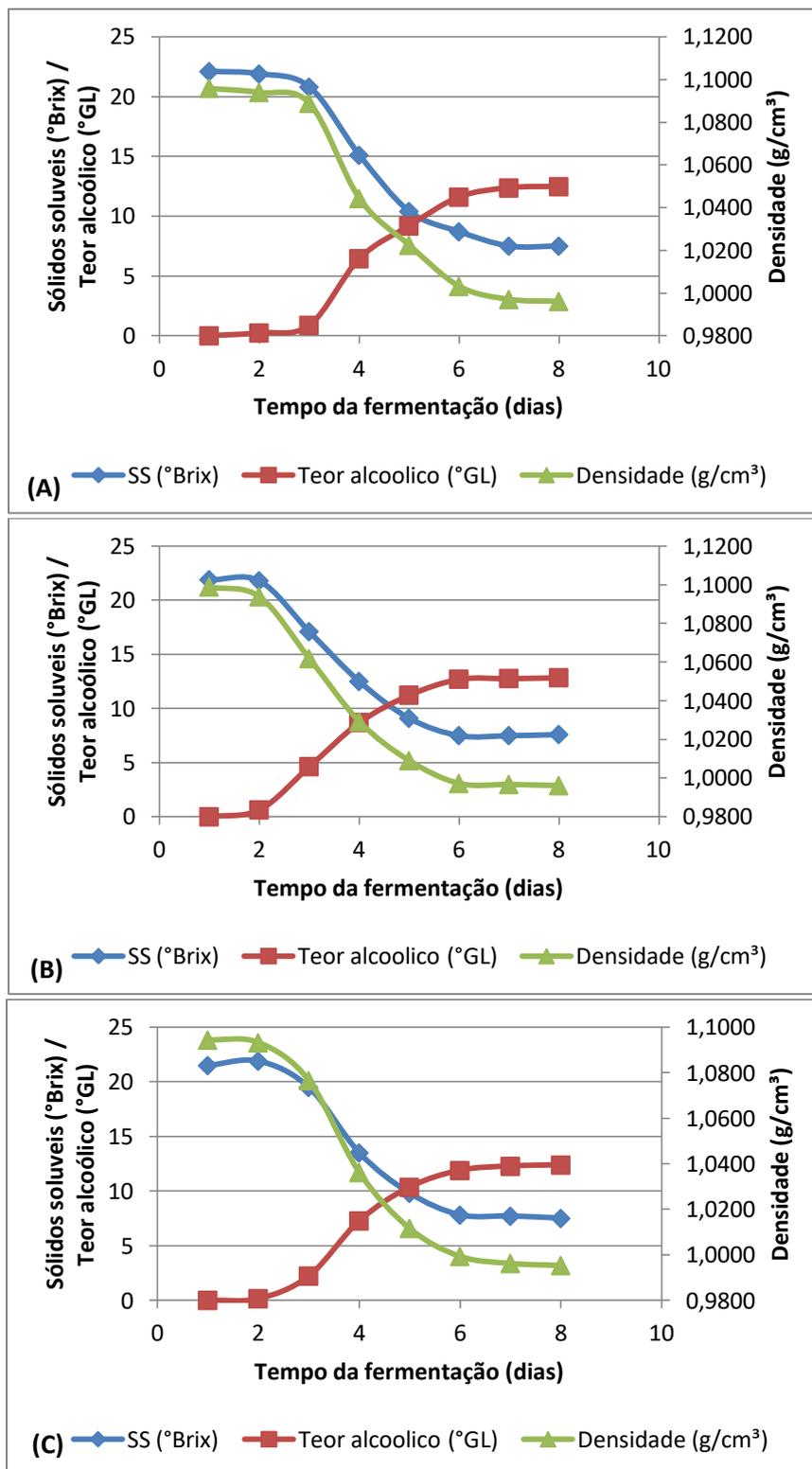


Figura 4. Curva de consumo de açúcares x produção de etanol x densidade durante o processo fermentativo do fermentado alcoólico de umbu elaborado a partir da polpa congelada. (A), (B) e (C) correspondem as repetições (triplicata) do processo.

O rendimento do fermentado de umbu obtido do fruto *in natura* foi de 70% em relação ao peso inicial da polpa, enquanto o rendimento do fermentado de umbu obtido da polpa congelada foi de 47%. O fermentado obtido a partir do fruto *in natura* apresentou similaridade ao rendimento de uva em vinho citado pelas vinícolas, que é em média de 60-70%.

A composição físico-química dos fermentados obtidos do fruto *in natura* e polpa congelada encontra-se apresentada na Tabela 3. Nesta Tabela, também são apresentadas as quantidades de ácido ascórbico quantificadas nas amostras, os teores de compostos fenólicos totais e resultados dos parâmetros de cor analisados.

Ambos os fermentados, atendem aos limites estabelecidos pela legislação brasileira para fermentado de frutas (BRASIL, 2012) para os parâmetros acidez total e volátil, extrato seco reduzido, graduação alcoólica e teor de açúcar. A graduação alcoólica obtida citou-se abaixo de 14°GL, o extrato seco reduzido acima de 12 g L⁻¹, a acidez total foi entre 50 e 130 meq L⁻¹ e a acidez volátil foi abaixo de 20 meq L⁻¹. Adicionalmente, a quantidade de açúcares residual, abaixo de 3 g L⁻¹, caracteriza os produtos obtidos como uma bebida fermentada seca.

Constatou-se que, no geral, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os dois tratamentos (fermentado de umbu elaborado com fruto *in natura* e polpa congelada) para a maioria das variáveis analisadas, exceto para a quantidade de sólidos solúveis, extrato seco e extrato seco reduzido, luminosidade (L) e com relação ao teor de compostos fenólicos totais.

Verifica-se que os resultados diferem de Carmo et al. (2012), que caracterizaram um fermentado de umbu a partir de sua polpa comercial, e obtiveram uma bebida com teor de SS em 3,4°Brix, graduação alcoólica em 5,9°GL e pH 3,6. Entretanto, os resultados são parecidos ao encontrado por Gomes et al. (2010), que obtiveram um fermentado alcoólico de umbu com pH 3,25 e graduação alcoólica de 11,6°GL; por Paula et al. (2012) que produziram e caracterizaram o fermentado de umbu, a partir da polpa comercial pasteurizada, e obtiveram uma bebida com teor alcoólico de 11,2 °GL, densidade relativa de 1,0026 g mL⁻¹, acidez volátil de 7,27 meq/L, extrato seco total de 44,90 g L⁻¹; e por Dantas & Silva (2017) ao caracterizarem o fermentado alcoólico de umbu, verificando uma densidade relativa de 0,9930 g cm⁻³, teor alcoólico de 12,57 °GL, acidez volátil de 5,51 meq L⁻¹ e pH 3,43. Entretanto, a acidez total dos fermentados elaborados foram bem mais elevadas do que a AT quantificada por Paula et al. (2012) de 50,07 meq L⁻¹ e Dantas & Silva (2017) que foi de 45,50 meq L⁻¹,

demonstrando que os fermentados obtidos na pesquisa podem ter uma vida útil mais elevada. Paula et al. (2012), elaboraram fermentado classificado como suave com teor de açúcares totais de 22,36 g L⁻¹, enquanto os fermentados elaborados podem ser classificados como secos, pois contêm teores de açúcar inferiores a 3 g L⁻¹.

Por conseguinte, pode verificar que os resultados obtidos assemelham-se com os resultados encontrados por Silva et al. (2010) no fermentado de abacaxi e por Oliveira et al. (2015) no fermentado de umbu-cajá, cujos valores para a densidade foi de 0,9926 e 0,9902 g cm⁻³, respectivamente, e a graduação alcoólica foi em torno de 13°GL.

Tabela 3. Composição físico-química, valor de vitamina C, fenólicos totais e avaliação da coloração do fermentado alcoólico de umbu elaborado com o fruto *in natura* e polpa congelada.

variáveis físico-químicas	Fermentado de Umbu	
	Fruto <i>in natura</i>	Polpa congelada
pH	3,31±0,04a	3,19±0,02b
Densidade (g cm ⁻³)	0,9952±0,0000a	0,9958±0,0004b
Teor alcoólico (% v/v)	13,24±0,30a	12,61±0,08b
SS (°Brix)	7,87±0,17a	7,90±0,16a
AT (meq.L ⁻¹ expresso em ácido cítrico)	124,45±0,32b	130,00±0,22a
AV (meq.L ⁻¹ expresso em ácido acético)	9,31±0,00a	8,46±0,00b
Açúcares totais (g.L ⁻¹ expresso em sacarose)	2,48±0,46a	2,40±0,79b
ES (g L ⁻¹)	32,26±0,79a	32,09±1,08a
ESR (g L ⁻¹)	29,90±0,82a	28,37±0,95a
SO ₂ livre (g L ⁻¹)	24,80±2,19a	21,28±0,85b
SO ₂ total (g L ⁻¹)	94,78±8,04a	88,06±2,88b
Parâmetro cor L*	51,46±0,51a	51,78±0,33a
Parâmetro cor a*	-0,86±0,04a	-0,73±0,13b
Parâmetro cor b*	12,33±0,29a	11,52±0,08b
Parâmetro cor C*	12,36±0,29a	11,54±0,08b
Parâmetro cor h	91,25±4,04b	93,58±0,74a
Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)	5,50±0,34a	5,04±0,33b
Fenólicos totais (mg L ⁻¹ expresso em ácido gálico)	264,17±10,04a	257,60±11,28a

⁽¹⁾ Médias ±desvio padrão seguidas por letras em comum em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste t de Student (p≤0,05). pH = potencial hidrogeniônico. SS = sólidos solúveis. AT = acidez titulável, em ácido cítrico. AV = acidez volátil. ES = extrato seco. ESR = extrato seco reduzido. SO₂ = dióxido de enxofre. L = luminosidade, branco (0) a preto (100). a* = componente vermelho (+) a verde (-). b* = componente amarelo (+) a azul (-). C* = cromaticidade da cor. h = ângulo da tonalidade da cor.

Considerando a quantidade de extrato seco, conforme relatam Zoecklein et al. (1994), o vinho com teor de extrato seco superior a 30 g L⁻¹ é considerado como encorpado ao paladar. Nesse contexto, os resultados encontrados neste estudo, estão próximos a 30 g L⁻¹ e indicam que as bebidas obtidas apresentam corpo intenso.

Os valores observados dos parâmetros de cor indicaram que o componente b^* é positivo (cor mais amarela), enquanto o componente a^* é negativo (cor mais verde), sendo que o fermentado obtido a partir dos frutos *in natura* destacou-se em ambos os parâmetros de cor, demonstrando possíveis diferenças de coloração entre as amostras. A diferença total de cor entre as coordenadas das duas amostras de fermentado, calculado a partir da fórmula: $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$, sendo o valor do ΔL^* igual a -0,32, Δa^* igual a -0,13 e Δb^* igual a 0,8, foi de 0,85. Esses resultados demonstraram que a coloração da amostra de fermentando de umbu originada do fruto *in natura* foi levemente mais clara, mais amarela e mais verde. Entretanto, a diferença total entre as coordenadas de cor das amostras foi pequena e igual a 0,85 (ΔE^*), esta diferença é considerada pouco perceptível, uma vez que a mínima variação de cor necessária para ser notável pela visão humana deve ser igual ao 2,0 (FRANCIS & CLYDESDALE, 1975). A semelhança de coloração entre as amostras de fermentado pode também ser visualizada na Figura 5. Com relação ao valor de cromaticidade (C^*), verifica-se que os valores foram baixos e próximos a origem das coordenadas do espaço CIELAB. Enquanto que, o ângulo da tonalidade da cor (h) indicou que as amostras encontram-se bem afastadas do ângulo 0° (vermelho), tendendo a direção do eixo 90° (amarelo), concordando com as médias apresentadas para o componente b^* (CAPILLA et al., 2002).



Figura 5. Fermentado de umbu obtido a partir do seu fruto *in natura* e da polpa congelada. Da esquerda para a direita: R1, R2 e R3 do fermentado elaborado com a

polpa congelada; R1, R2 e R3 do fermentado elaborado com o fruto *in natura*.

Fonte: arquivos da autora, 2018.

Martins et al. (2008) concluíram ao analisar o perfil fenólico de vinhos brancos varietais, que a quantidade de compostos fenólicos possuem correlação com as coordenadas CIELAB alcançadas, sugerindo que vinhos brancos com maior teor de compostos fenólicos exibiriam tonalidades mais amareladas pela maior formação de compostos decorrentes do escurecimento pela sua oxidação. Ainda que os fermentados não tenham diferido significativamente com relação ao teor de compostos fenólicos, ele foi levemente mais elevado para o fermentado obtido do fruto *in natura*, que destacou-se também para o parâmetro de cor b^* .

O teor de ácido ascórbico (Vitamina C) encontrado nos fermentados citou-se na média de $5,00 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, valores não similares aos relatados na literatura para o fruto do umbu; $18,4 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (RUFINO et al., 2010) e $12,1 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ (ALMEIDA, 2011), indicando que parte do teor de ácido ascórbico inicial do fruto foi perdido ao longo do processamento, uma vez que a vitamina C é extremamente volátil (PEREIRA et al., 2013). Adicionalmente, nota-se na Tabela 3, que o fermentado alcóolico obtido do fruto *in natura* destacou-se significativamente com relação ao conteúdo de ácido ascórbico, uma vez que a polpa não passou pela etapa de congelamento.

Paula (2011) ao elaborar um fermentado alcóolico de umbu, encontrou teor de fenólicos totais de 299 mg L^{-1} , valor aproximado ao obtido neste estudo, que foi de 264 e 257 mg L^{-1} . Estes valores encontram-se na média mundial da quantidade encontrada de compostos fenólicos para vinhos brancos, que é entre $200\text{-}300 \text{ mg L}^{-1}$ (MAMEDE & PASTORE, 2004).

Paralelamente, constata-se que os fermentados de umbu elaborados apresentam características semelhantes com a composição de um vinho branco, quando comparados aos resultados obtidos por Oliveira et al. (2011), ao avaliarem vinhos brancos comerciais provenientes da região do Vale do São Francisco e por Silva et al. (2015), ao elaborem vinho branco a partir de cultivares de videiras IAC 116-31 Rainha, IAC 21-14 Madalena e BRS Lorena (variedades *Vitis labruscas* e híbridas). Oliveira et al. (2011) encontrou no vinho Moscatel valores dos componentes de cor b^* e C^* , respectivamente, em 11,22 - 11,62 e 11,54 - 11,81, e um teor de compostos fenólicos totais de $278,73 \text{ mg L}^{-1}$ no vinho das variedades Chenin Blanc com Moscato Canelli (*Vitis vinífera* L). Silva et al. (2015) produziram vinhos brancos com densidade entre 0,9927 a $0,9958 \text{ mg L}^{-1}$;

pH entre 2,74 a 3,48; teor alcoólico de 11,50 a 11,82°GL; acidez volátil na faixa de 4,44 a 11,58 meq L⁻¹.

O perfil de compostos fenólicos dos fermentados de umbu encontra-se apresentada na Tabela 4. Nota-se que foram identificados e quantificados todos os 22 compostos fenólicos do método cromatográfico, e que dentre os compostos quantificados, os flavanóis encontraram-se em maiores teores, no total acima de 8,00 mg L⁻¹, com destaque para os compostos (-)-Galato Epicatequina, (+)-Catequina, procianidina A2 e B1, e (-)-Galato Epigalocatequina. Enquanto os flavonóis caempferol-3-O-glucosídeo, isorhamnetina-3-O-glucosídeo e rutina encontram-se em menor quantidade, entre 0,224 e 0,244 mg L⁻¹, nos dois tratamentos. Entretanto, o composto Caempferol-3-O-glucosídeo foi o que apresentou a menor quantificação (0,224 mg L⁻¹) no fermentado elaborado com o fruto *in natura*, enquanto o composto *cis*-reveratrol foi o de menor quantificação (0,172 mg L⁻¹) no fermentado elaborado com a polpa congelada.

O fermentado elaborado com o fruto *in natura* se destacou nos compostos: ácido ferrulico, ácido gálico, miricetina, (-)-Galato epicatequina, procianidina B1, *trans*-reveratrol e *cis*-reveratrol; enquanto o fermentado elaborado com a polpa comercial se destacou nos compostos ácido cafeíco, (+)-Catequina, procianidina B2, viniferina e piceatanol. Os demais compostos (Caftarico, Clorogênico, *p*-Cumarico, Caempferol-3-O-glucosídeo, Quercetina-3- β -D-glucosídeo, Isorhamnetina-3-O-glucosídeo, Rutina, (-)-Epicatequina e Procianidina A2) não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos.

A catequina e a epicatequina são os principais fenólicos responsáveis pelo amargor e sensação de adstringência dos vinhos; e os ácidos fenólicos, usualmente encontrados em baixas concentrações, representam um dos principais compostos em uvas brancas, influenciando o aroma e gosto dos vinhos (ABE et al., 2007).

A composição fenólica é um dos principais fatores de determinação da qualidade de um vinho devido a sua forte influência nas características sensoriais do produto final, podendo promover alterações na cor, estrutura, sabor, adstringência, aroma e limpidez da bebida (ZARDO et al.; 2009).

Tabela 4. Perfil de compostos fenólicos do fermentado alcoólico de umbu elaborado com o fruto *in natura* e com a polpa congelada.

Compostos fenólicos (mg L ⁻¹)	Fermentado de Umbu	
	Fruto <i>in natura</i>	Polpa congelada
Caféico	0,302±0,006b	0,362±0,013a
Caftarico	0,438±0,021a	0,443±0,035a
Clorogênico	0,352±0,011a	0,356±0,007a
ρ-Cumarico	0,327±0,027a	0,297±0,037a
Ferrulico	0,289±0,002a	0,287±0,005b
Galico	0,265±0,004a	0,259±0,021b
Total Ácidos fenólicos	2,008±0,045a	1,966±0,046a
Caempferol-3-O-glucosídeo	0,224±0,001a	0,224±0,000a
Quercetina-3-β-D-glucosídeo	0,590±0,020a	0,570±0,102a
Isorhamnetina-3-O-glucosídeo	0,234±0,000a	0,234±0,000a
Miricetina	0,426±0,002a	0,416±0,005b
Rutina	0,236±0,009a	0,243±0,012a
Total Flavonóis	1,690±0,098a	1,707±0,031a
(+)-Catequina	1,142±0,056b	1,648±0,089a
(-)-Epicatequina	0,485±0,012a	0,488±0,014a
(-)-Galato Epicatequina	1,721±0,056a	1,413±0,081b
(-)-Galato Epigallocatequina	1,078±0,102a	1,141±0,149a
Procianidina A2	1,549±0,180a	1,421±0,064a
Procianidina B1	1,155±0,040a	1,122±0,016b
Procianidina B2	0,968±0,23b	1,513±0,021a
Total Flavanóis	8,088±0,262b	8,749±0,215a
<i>Trans</i> -reveratrol	0,275±0,003a	0,255±0,000b
Viniferina	0,362±0,002b	0,371±0,001a
<i>Cis</i> -revesratrol	0,368±0,275a	0,172±0,009b
Piceatanol	0,303±0,009b	0,337±0,006a
Total Estilbenos	1,134±0,013b	1,308±0,271a

⁽¹⁾ Médias ±desvio padrão seguidas por letras em comum em uma mesma linha não diferem entre si pelo teste t de Student (p≤0,05).

Conclusão

1. O processamento do umbu na forma de fermentado alcoólico apresentou bom rendimento, situado em 70% e 46% para os produtos obtidos a partir do fruto *in natura* e da polpa congelada, respectivamente.

2. A cinética da fermentação indicou que o rendimento da fermentação alcoólica foi satisfatório, em torno de 70%, caracterizado por uma produtividade média de etanol 0,50 g L⁻¹ h e um rendimento em produto próximo de 0,70.

3. A composição físico-química apontou que, embora os valores obtidos atendam aos limites estabelecidos pela legislação brasileira para fermentado de frutas quanto: acidez total e volátil, extrato seco reduzido, graduação alcoólica e teor de açúcares; no geral, houve diferença significativa ($p \leq 0,5$) entre os dois tratamentos testados para os parâmetros pH, densidade, teor alcoólico, acidez titulável e volátil, açúcares totais, parâmetros de cor (a^* , b^* , C^* e h) e ácido ascórbico. A quantidade de sólidos solúveis, extrato seco e extrato seco reduzido, luminosidade (L) e o teor de compostos fenólicos totais não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,5$). Ressalta-se, ainda, que a diferença total de cor (ΔE^*) entre os fermentados não apresentou variação que comprometesse a qualidade visual dos mesmos.

4. O teor de compostos fenólicos totais foi similar ao reportado na literatura para vinho branco, apresentando correlação com as coordenadas CIELAB. Os parâmetros de cor indicaram, ainda, que o componente de cor amarela (b^*) foi mais intenso no fermentado elaborado com o fruto *in natura*.

5. Foram encontrados grande variedade de compostos bioativos nas duas amostras de fermentado alcoólico de umbu, citando os compostos: ácidos gálico, cafeico, caftárico, clorogênico, ρ -cumárico e ferrúlico (ácidos fenólico), isoquercetina, rutina, miricetina, caempferol-3-*O*-glucosídeo e isorhamnetina-3-*O*-glucosídeo (flavonóis), *trans*-resveratrol, *cis*-resveratrol, viniferina e piceatanol (estilbenos), (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)- galato epigalocatequina, (-)-galato (epicatequina, procianidinas A2, B1 e B2 (flavanóis e taninos).

6. Os flavanóis foram os compostos quantificados em concentração majoritária nos fermentados de umbu, estando o total acima de 8 mg L^{-1} nos dois tratamentos, sendo os compostos (-)-Galato Epicatequina, (+)-Catequina, procianidina A2 e B1, e (-)-Galato Epigalocatequina os de maior representatividade.

7. Constata-se que, o umbu apresenta potencial para ser utilizado na agroindústria e processado na forma de bebidas alcoólicas, gerando produto de qualidade satisfatória quanto a sua composição. Desta forma, a exploração dos frutos do umbuzeiro para o beneficiamento agroindustrial na forma de fermentado alcoólico, poderá proporcionar às cooperativas um aumento na rentabilidade financeira. Paralelo a isso, ressalta-se que, por não haver nenhum registro de patente depositado sobre a obtenção de fermentado alcoólico de umbu, a pesquisa desenvolvida seguirá para o depósito de patente, sendo o produto uma nova opção de investimento na área de

bebidas para o semiárido nordestino, além de representar uma forma alternativa para maior agregação de valor aos frutos.

Referências

ABE, L. T. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ALCANTARA, V. C.; MENEZES, E. G. T. Vinho de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck): um estudo com diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 6, p. 780-785, 2017.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUZA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMO, T. L. G. Bioactive compound and antioxidant activity of fresh exotic fruits from Northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

ALMEIDA, M.M.; TAVARES, D.P.S.A.; ROCHA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H.; MOTA, J.C. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2006.
ANDRADE, M. B. de; PERIM, G. A.; SANTOS, T. R. T. dos; MARQUES, R. G. M. Caracterização físico-química do fermentado de morango. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 3, n. 1, p. 18-25, 2014.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; HASHIZUME, T. **Biotechnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 523 p.

ASSIS, B. M. de; GALVÃO, J. T.; BERTO, B. M.; SENA, A. P.; SILVA, C. C. Produção de bebida fermentada alcoólica de kiwi. **Revista online JCTOB**, v.1, n. 1, 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed. Gaithersburg, 2006.

BISPO, E.S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará; 1989.

BONAGA, G.; PALLOTTA, U.; SYRGHI, K. Influenza delle sostanze polifenoliche sulla qualità dei vini bianchi. Parte prima. *Vini d'Italia*, v.4, p.13-30, 1990.

BRASIL. Instrução Normativa n.24 de 8 de setembro de 2005. **Aprova o manual operacional de bebidas e vinagres**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005

BRASIL. Instrução Normativa n. 34 de 29 de novembro de 2012. **Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012.

CAPILLA, P.; ARTIGAS, J. M.; PUJOL, J.; LUQUE, M. J.; MALO, J.; MARTINEZ-VERDU, F. **Fundamentos de Colorimetria**. Servei de Publicacions de la Universitat de Valencia (2002).

CARMO, S.K.S.; SÁ, S.K.C.V. de L. e; ALMEIDA, M.M. de; SILVA, F.L.H. da; SWARNAKAR, R. Estudo de 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.

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**, v. 23, n.3, p. 342-350, 2003.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On Tyrosine and Tryptophane Determinations in Proteins. **Journal of Biological Chemistry**, v.73, p.627-650, 1927.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDATE, F. M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport, CT: The AVI Publishing (1975).

GALVÃO M. S.; NARAIN, N.; SANTOS, M. S. P.; NUNES, M.L. Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1919-1926, 2011.

GONÇALVES, L. T.; SOUZA, V. R. S. de. Avaliação sensorial de fermentados alcoólicos de jabuticaba produzidos na cidade de Varre-Sai, Rj. **Revista Vertices**, v.16, n.1, p. 101-115, 2014.

GOMES, E.M.S.; LIMA, T. de O.; RABELO, T.C.B.; OLIVEIRA, E.G. de; SILVA, M.C. dos S. Produção de fermentado alcoólico a partir da polpa de umbu. **Revista Científica do IFAL**, v. 1, n. 1, p. 59-64, 2010.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da siveicultura: relatório anual 2016**. Rio de Janeiro, v. 31, p. 1-54, 2016. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2016/default.shtm>. Acesso em: 20 jun. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 Ed. São Paulo: IAL, 2008, v 1.

LOPEZ-TOLEDANO, A.; VILLANO-VALENCIA, D.; MAYEN, M.; MERIDA, J.; MEDINA, M. Interaction of yeast with the product resulting from of condensation reaction between (+)-catechins and acetaldehyde. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 4, p. 2376-2381, 2004.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **Boletim CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 233-252, 2004.

MARTÍN, J. J. D.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; DIAZ-ROMERO, C.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Phenolic profile in varietal White wines made in the Canary Islands. **European Food Resesearch and Technology**, v. 226, n. 4, p. 871-876, 2008.

MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; CUNHA, A. C.; OLIVEIRA, F. P.; AUGUSTA, I. M.; AMORIM, E. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1329-1333, 2007.

MELO, L. F. M. de; SANTOS, F. C.; BARBOSA JUNIOR, A. C.; SANTOS, P. O.; CARNELOSSI, M. A. G.; TRINDADE, R. de C. Identification of Yeasts Isolated from the Pulp in Nature and the Production of Homemade “Umbu” Wine. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 5, p.887-892, 2007.

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. de F.; ABREU, F. A. P. de; NASSU, R. T.; FREITAS, C. A. S. de. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 309-322, 2002.

NATIVIDADE, M. M. P.; PEREIRA, G. E.; CORREIA, L. C.; SOUZA, S. V. C.; LIMA, L. C. O. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665674, 2013.

NETO, A. B. T.; SILVA, M. E. da; SILVA, V. B.; SWARNAKAR, R.; SILVA, F. L. H. da. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 489-492, 2006.

OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, D. da C.; GOMES, J. P. ROCHA, A. P. T.; SILVA, W. P. da. Physicochemical Stability of Diet Umbu-Caja Jams Stored under Ambient Conditions. **Journal Of Food Processing And Preservation**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.70-79, 13 jan. 2014.

OLIVEIRA, E. N. A.; DANTAS, A. B.; FEITOSA, R. M.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, G. S.; MACHADO, A. S. Elaboração e caracterização de bebida alcoólica fermentada de umbu-cajá. **In: Anais do 19º Encontro Nacional e Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos**. Natal, RN.

OLIVEIRA, L. A.; LORDELO, F. dos S.; TAVARES, J. T. de Q.; CAZETTA, M. L. Elaboração de bebida fermentada utilizando calda residual da desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, p. 702-712, 2012.

OURA, E. Reaction products of yeast fermentations. **Process Biochemistry**, v. 12, n. 3, p. 19-21, 35, 1977.

PAULA, B. de. **Produção de Fermentado de Umbu *Spondias tuberosa* Arr. Cam.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

- PEREIRA, C. T. M.; SILVA, C. R. P.; LIMA, A. de; PEREIRA, D. M.; COSTA, C. do N.; NETO, A. A. C. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha de resíduo de acerola (*Malipigha glaba L.*). **Acta Tecnológica**, v. 8, n. 2, p. 50-56, 2013.
- PIRES, C. R. F. **Qualidade pós-colheita de frutos edo fermentado alcoólico de amora preta**. 2012. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) –Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A. DUBORDIEU, D. **Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments** 2ed. Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd, 2006. 438p.
- RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- SEBRAE. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Boletim de Inteligência – Agronegócio**, Fruticultura. agos. 2016. 5p.
- SHAHIDI, F; NACZK, M. Antioxidant properties of food phenolics. In: SHAHIDI, F; NACZK, M. (Eds.). *Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications*. Lancaster: Technomic Publishing, 1995. 235 p.
- SILVA, J. L. A.; DANTAS, D. L. L.; GASPARETO, O. C. P.; FALCÃO FILHO, R. S. Utilização de abacaxi para elaboração de vinhos: avaliação físico-química e aceitabilidade. **Holos**, v. 3, p. 108-118, 2010.
- SILVA, M. J. R. DA; TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; BRUNELLI, L. T.; IMAIZUMI, V. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em resposta a porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p. 1105-1113, 2015.
- SEGTOWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI, W. G. F. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 16, n. 2, p. 147-154, 2013.
- SILVA, N. S.; SILVA, B. A.; SOUZA, J. H. P.; DANTAS, V. V.; REIS, K. B.; SILVA, E. V. C. Elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir do suco de manga rosa (*Mangifera indica L.*). **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**, v. 5, n. 1, p. 367-378, 2011.
- SOUZA, A. H. de; CATÃO, D. D. Umbu e seu suco. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v.51, p. 335-353, 1970.
- STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; CARVALHO, N. B.; MILAGRES, M. P.; GONÇALVES, A. C. A. Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1988-1996, 2011.

ZARDO, D. M.; ALBERTI, A.; DANTAS, A. P. C.; GUYOT, S.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante em fermentados de maçã. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 2, p. 361-370, 2009.

ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K.C.; GUMO, B.H.; NURY, F.S. **Wine analysis and production**. New York: Chapman & Hall, 1994, 621p.

CONCLUSÕES GERAIS

Constata-se que, os genótipos de umbu (Acessos 37, 44, 48, 52, 55 e 68) testados apresentam potencial para serem utilizados na agroindústria e processados na forma de doce em massa, gerando produtos de boa aceitação sensorial, que se destacam daquele já elaborado em escala comercial. Adicionalmente, salienta que a exploração dos genótipos de umbu para o beneficiamento agroindustrial na forma de doces, além de facilitar a padronização do produto, poderá proporcionar às cooperativas aumento na rentabilidade financeira, uma vez que os produtos gerados poderão também conquistar maior público consumidor.

Adicionalmente, o umbu apresenta potencial para ser utilizado na agroindústria para o processamento de bebidas, uma vez que a produção do fermentado alcoólico de umbu mostrou-se tecnologicamente viável e satisfatória quanto ao seu rendimento e a sua cinética de fermentação. Sua composição físico-química atendeu aos limites estabelecidos pela legislação brasileira para fermentado de frutas, classificando-o como uma bebida alcoólica seca. O perfil da composição fenólica demonstrou que os produtos obtidos apresentam uma grande variedade de compostos bioativos, sendo identificados 22 compostos fenólicos. Constatou-se que os produtos obtidos apresentam características semelhantes com a composição de um vinho branco. Por conseguinte, os produtos apresentam-se como uma nova opção de investimento na área de bebidas para o semiárido nordestino, além de representar uma forma alternativa para maior agregação de valor aos frutos.

ANEXOS

ANEXO A - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE UMBU

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DO UMBU NOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO VERDE, INCHADO E MADURO

Renata Torres dos Santos e Santos¹; Arlete de Sousa Lima²;
Aline Camarão Telles Biasoto³; Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro³;
Ana Cecilia Poloni Rybka³.

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia. ²Graduanda do curso Tecnologia em Alimentos – IF Sertão - PE. Estagiária na Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. ³ Pesquisadoras Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é uma árvore frutífera tropical nativa da região dos chapadões semiáridos do Nordeste brasileiro e do norte de Minas^{1,2,3,4}. Os frutos do umbuzeiro apresentam formato arredondado, variando de 3-4 cm de comprimento, 2-4 cm de diâmetro, e 8 a 23g de peso; constituído por cerca de 22% de casca, 68% de polpa e 10% de caroço^{2,5}. E sua polpa possui pH que varia em torno de 2,5 a 3, 1,23% de acidez (em ácido cítrico) e 0,82% de pectina^{6,7}. Quando maduro, sua casca é de cor amarelo esverdeado e a polpa branco esverdeado, mole, suculenta e de sabor agridoce (9,5 °Brix); conferindo-lhes uma cor verde, no estágio imaturo, ou verde-amarelada, no estágio maduro⁸. Sua alta produção constitui uma fonte de renda para muitas famílias que, promovem a colheita dos frutos e os vendem para o consumo *in natura* ou sob a forma de doces, geleias e polpas². Neste contexto, este estudo foi conduzido com o objetivo de quantificar o rendimento e caracterizar a polpa do umbu nos seus diferentes estágios de maturação (verde, inchado e maduro) através das análises físico-químicas de acidez, pH, sólidos solúveis totais - SST, pectina e cor, buscando avaliar a caracterização ideal para a sua utilização no processamento de doce em massa

Este anexo foi submetido como resumo expandido no XX Encontro Nacional e VI Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, apresentado na sessão de pôster no Hangar Centro de Convenções em Belém do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento

Frutos do umbuzeiro foram colhidos manualmente e processados, no território da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Os frutos foram selecionados visualmente quanto à maturidade apresentada, tomando-se como base a coloração da casca e firmeza do fruto, e ausência de danos mecânicos ou doenças; higienizados, quantificados em balança digital, processados na despulpadeira e quantificados em balança digital. O rendimento das amostras foi obtido pela diferença da pesagem antes e após o processamento. As polpas foram acondicionadas em sacos de polietileno, seladas à vácuo e armazenadas sob refrigeração a -17.2°C.

Análises físico-químicas

As polpas foram caracterizadas através de análises em triplicata, quanto ao pH (por leitura direta em potenciômetro), acidez titulável (por titulação com solução de NaOH), teor de SST (por medida direta em refratômetro) e cor (medindo os valores da luminosidade e das coordenadas cromáticas por meio de um colorímetro), e, substâncias pécicas^{9,10}.

Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA) e Teste de Tukey para o intervalo de confiança de 95% através do software estatístico XLSTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados na caracterização das polpas encontram-se na Tabela 1. De modo geral, verifica-se que embora o pH da polpa esteja muito próximo entre os estágios verde e inchado, a acidez é significativamente maior para os frutos verdes. No umbu, há um pequeno aumento nos valores da acidez com o avanço do período, e pode ter seus valores reduzidos em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão de açúcares^{1,11}.

Tabela 1 – Caracterização físico-química da polpa de umbu em três estágios.

Parâmetros	Verde	Inchado	Maduro
Acidez titulável (% ácido cítrico)	1,08±0,02 ^a	0,85±0,03 ^b	0,92±0,01 ^b
pH	2,79±0,07 ^a	2,85±0,08 ^a	3,04±0,11 ^a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	10,2±0,00 ^c	10,73±0,06 ^b	10,9±0,00 ^a
Relação SST/ATT	9,44	12,62	11,85
Pectina (%)	114,82±14,17 ^b	172,95±28,11 ^{ab}	270,11±43,70 ^a
Rendimento (%)	36,22±7,34 ^b	49,67±4,16 ^a	53,35±5,52 ^a

Médias±desvio-padrão, seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Quanto aos teores de SST, apresentaram valores crescentes conforme o avanço da maturidade. Durante o amadurecimento do fruto, ocorre aumento no teor de sólidos solúveis devido a hidrólise do amido e da pectina¹¹.

Para a razão SST/ATT, observa-se que o estágio ‘verde’ apresentou a menor relação quando comparada aos demais estágios ‘inchado’ e ‘maduro’. Isto ocorre devido à diminuição na acidez, concomitantemente ao aumento do teor de sólidos solúveis, na medida em que os frutos apresentam maior grau de amadurecimento¹³.

Em relação à pectina, houve o aumento significativo à medida que evolui o processo de maturação da fruta. Desta maneira, o estágio ‘verde’, ‘inchado’ e ‘maduro’ apresentaram 114,82%, 172,95 % e 270,11%, respectivamente. Conforme apresentado na Figura 1, o rendimento dos frutos na obtenção da polpa variou entre 36% e 53%. Conforme esperado, uma vez que à medida que aumenta o grau de maturação da fruta, mais desprendida fica a polpa do caroço. Neste contexto, o estágio ‘verde’, ‘inchado’ e ‘maduro’ apresentaram 36,22%, 49,67% e 53,35%, respectivamente.

E, por fim, em relação à coloração, os valores dos parâmetros apresentados, luminosidade e coordenadas cromáticas, encontram-se na Tabela 2. A luminosidade decresceu de acordo com o avanço da maturação, ao contrário da coordenada b* que foi crescente com o avanço.

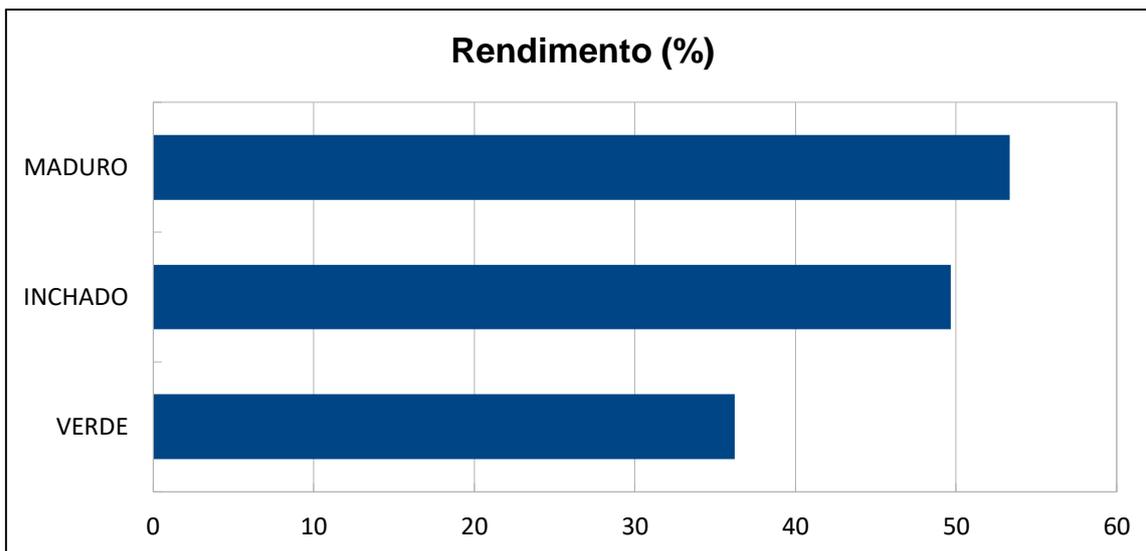


Figura 1 – Caracterização do rendimento da polpa de umbu em três estágios.

Tabela 2 – Caracterização da cor da polpa de umbu em três estágios.

Parâmetro da cor	Maturação da Polpa		
	Verde	Inchado	Maduro
L*	46,59 ±0,84a	43,96 ±0,08b	41,17 ±0,32c
a*	- 3,73 ±0,04b	- 3,76 ±0,09b	- 2,27 ±0,04a
b*	26,03 ±0,68a	23,96 ±0,10b	24,70 ±0,15b

Médias±desvio-padrão, seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey. L: luminosidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o estágio de maturação inchado e maduro não diferem estatisticamente entre si quanto à acidez, pH, pectina e rendimento do fruto; os sólidos solúveis totais e a luminosidade são os parâmetros determinantes nos diferentes estágios. E, por conseguinte, os resultados encontrados apresentam equivalência com os da literatura, o que permite concluir que os procedimentos aplicados durante as análises realizadas apresentam confiabilidade.

REFERÊNCIAS

1. MOURA, Fabiano Tavares de et al. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estágios de maturação. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p.764-772, 2013.
2. FOLEGATTI, Marília I. S. et al. Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geleia e compota. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 27, n. 6, p.1308-1314, dez. 2003. FapUNIFESP (SciELO).
3. BORGES, Soraia Vilela et al. Chemical composition of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) seeds. **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.49-52, fev. 2007.
4. REZENDE, Adriano Alves de et al. Produção de bebida láctea tipo umbuzada como alternativa de renda para o pequeno agricultor do sudoeste baiano. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2007, Londrina. **PRODUÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA TIPO UMBUZADA COMO ALTERNATIVA DE RENDA PARA O PEQUENO AGRICULTOR DO SUDOESTE BAIANO**. Londrina: Uel, 2007. p. 1 - 17. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/119.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.
5. NARAIN, Narendra et al. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 44, n. 4, p.255-259, 1992. Elsevier BV.
6. SOUZA, A. H. de; CATÃO, D. D. Umbu e seu suco. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 51, p. 335-353, 1970.
7. BISPO, E. da S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989.119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1989.
8. GALVÃO, Mércia de Sousa et al. Volatile compounds and descriptive odor attributes in umbu (*Spondias tuberosa*) fruits during maturation. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.1919-1926, ago. 2011. Elsevier BV.
9. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 18 ed. Gaithersburg, 2005.
10. McREADY , R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, v. 24, p. 1986-1988, 1952.
11. CAMPOS, C. O. **Frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. 2007, 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) – universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.
12. COSTA, N. P. et. al. **Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), colhidos em quatro estágios de maturação**. Biosci. J., Uberlândia, v.20, n.2, p. 65-71, 2004.

ANEXO B - OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DO DOCE UTILIZANDO O DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL – DCCR

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DO DOCE EM MASSA DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arruda) UTILIZANDO DCCR

SANTOS¹,R.T.S.; LIMA²,A.S.; CASTRO³, C.D.P.C.; RYBKA⁴, A.C.P.; MARQUES⁵,
A.T.B.

¹UFBA – Bahia, retorressantos@gmail.com

²IF-SERTÃO – Pernambuco, arlete.tenoriosousa@gmail.com

³EMBRAPA – Pernambuco, clivia.castro@embrapa.br

⁴EMBRAPA – Pernambuco, ana.rybka@embrapa.br

⁵EMBRAPA – Pernambuco, aline.biasoto@embrapa.br

O doce em massa de umbu, resultante do processamento das partes comestíveis do fruto, é bastante popular, devido ao seu sabor exótico, e muito consumido na região nordeste do país. Buscando propor a elaboração de produto de melhor qualidade, este estudo tentou otimizar a quantidade de açúcar e pectina, adicionados durante o processamento do doce. As formulações testadas foram resultantes de um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), com quatro ensaios axiais e três repetições no ponto central, totalizando onze ensaios (F01 a F11). As duas variáveis independentes foram a quantidade de açúcar (140g até 350g) e pectina (0g até 14g) adicionadas. A quantidade da polpa de umbu utilizada correspondeu a diferença para 700g/formulação, sendo o doce produzido em fogão industrial. Nas 11 formulações foi determinado o rendimento, pH, acidez titulável(AT), atividade de água(Aa), sólidos solúveis(SS), firmeza, açúcares totais, cor(L, a*, b*) e vitamina C. Os doces apresentaram rendimento variando de 40%(F01: 170,8g de açúcar +2,10g de pectina) a 73%(F08: 245g de açúcar +14g de pectina). A composição físico-química das formulações diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) com relação a maioria das variáveis analisadas, com exceção da vitamina C, cujos teores foram baixos. Os valores de pH variaram entre 2,80(F01) e 3,20(F06); AT (em ácido cítrico) entre 0,31%(F06) e 0,69%(F05); Aa entre 0,63(F01) e 0,81(F08); SS entre 54°Brix(F08) e 77°Brix(F02, F04, F06 e F07); firmeza em força entre 0,075Kg(F07) e 0,454Kg(F05); luminosidade entre 20(F06) e 29(F08), a* entre -0,27(F01) e -1,92(F08) e b* entre 2,96(F02) e 9,61(F03). Conclui-se que as quantidades de açúcar e pectina adicionadas influenciaram na qualidade do doce em massa de umbu. As formulações F02 (319,2g de açúcar +2,10g de pectina) e F06 (350g de açúcar +7g de pectina) destacaram-se por apresentarem teor de AT, Aa, SS e firmeza ideais para o produto, além de bom rendimento (64% e 69%, respectivamente).

Órgãos Financiadores: CAPES, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Universidade Federal da Bahia.

Palavras-chave: semiárido, agricultura familiar, frutos tropicais.

ANEXO C - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE EM MASSA DE UMBU E TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL PELOS CONSUMIDORES

Caracterização físico-química de doce de umbu em massa e teste de aceitação pelos consumidores

Physical-chemical characterization of umbu candy in mass and acceptance test by consumers

Renata Torres dos Santos e Santos¹; Andressa de Oliveira Cerqueira¹; Darcilene Fiuzza da Silva¹; Erika Samantha Souza de Carvalho²; Arlete de Souza Lima³; Viseldo Ribeiro de Oliveira⁴; Saulo de Tarso Aidar⁴; Ana Cecília Poloni Rybka⁴; Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro⁴; Aline Telles Biasoto Marques⁴

Abstract

The objective of this study was to evaluate the sensory profile of umbu candy in mass from four formulations with different levels of pectin and sucrose among consumers who liked the fruit umbu. The sweets presented pH values between 3.24 and 3.59, AT contents between 0.68% and 1.28% (in citric acid), SS between 75 °Brix and 77 °Brix, Aa between 0.68 and 0.77, AR between 30% and 36%, non-reducing sugars between 25% and 31%, and firmness between 0.17Kg and 0.36Kg, showing that there is a significant difference between them ($p \leq 0.05$). The flavor attribute did not differ significantly ($p \leq 0.05$) between the different formulations, however, the attributes appearance, sweetness and texture presented significant difference ($p \leq 0.05$). The formulation F1 (75:25, pulp/sugar) received the highest grade for the overall acceptance attribute, however, it did not differ significantly ($p \leq 0.05$) from the F4 formulation (50:50, pulp/sugar), which demonstrates that both were well accepted by consumers.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa* Arruda, fruta, processamento, análise sensorial.

Key words: *Spondias tuberosa* Arruda, fruit, processing, sensory analysis.

Introdução

Fruto de uma planta nativa da região semiárida do nordeste brasileiro, o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) é considerado um produto vegetal do extrativismo de grande importância econômica para o fortalecimento da agricultura familiar e do desenvolvimento regional da população semiárida nordestina que realiza a colheita dos frutos e os vendem para o consumo *in natura*, ou sob a forma de doces, geleias e polpas (FOLEGATTI et. al., 2003; MARTINS et. al., 2007).

Dentre os produtos derivados do fruto, o doce em massa é bastante popular e muito consumido na região nordeste do país, sendo caracterizado como o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis do fruto com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador de pH e outros ingredientes e aditivos permitidos por estes padrões até uma consistência de gelatinização (ALTANIR *et. al.*, 2009). Entretanto, ainda há limitações na produção e padronização deste derivado quanto sua cor, sabor e textura, o que prejudica sua qualidade, identidade e o alcance de outros mercados.

Neste sentido, este estudo foi conduzido com o objetivo de traçar o perfil sensorial de consumidores do doce de umbu em massa, a partir de quatro formulações selecionadas conforme análises realizadas por Santos e colaboradores (2017).

Material e Métodos

Os frutos do umbuzeiro, no estágio intermediário de maturação, foram colhidos manualmente de plantas provenientes do campo experimental da caatinga localizado na Embrapa Semiárido, Petrolina/PE. Os frutos foram selecionados visualmente considerando a coloração e firmeza da casca, em seguida, foram lavados em água corrente, sanitizados em solução clorada, e processados em despoldadeira elétrica. As polpas foram acondicionadas em sacos de polietileno, seladas e congeladas a -17.2°C , sendo descongelada em ambiente refrigerado no dia anterior ao processamento do doce de umbu em massa.

As formulações F1 (75,3% polpa + 24,4% sacarose + 0,3% pectina), F2 (54,1% polpa + 45,6% sacarose + 0,3% pectina), F3 (52,7% polpa + 45,6% sacarose + 1,7% pectina) e F4 (49% polpa + 50% sacarose + 1% pectina) foram elaboradas, em triplicatas, em panela de aço inoxidável, sob agitação manual em fogão industrial, não ultrapassando 100°C .

Inicialmente, o pH da polpa foi corrigido para 3,2 a partir da adição de carbonato de cálcio (POLICARPO *et. al.*, 2007). A finalização do processamento foi determinada quando as formulações atingiram concentração de sólidos solúveis mínima de 75°Brix (PINTO *et. al.*, 2001). Sendo na sequência envasadas a quente em embalagens de polipropileno. Determinou-se então a massa final do produto, para que fosse possível quantificar: (1) o rendimento do doce, (2) a perda no equipamento, por diferença de peso do recipiente antes do processamento e após o envase; (3) e, a quantidade de água evaporada por balanço de massa, partindo da massa inicial de 700g para todas as formulações. Os doces foram armazenados sob refrigeração, para posterior realização das análises físico-químicas e sensorial.

Os doces foram caracterizados físico-quimicamente, em triplicata, segundo as técnicas metodológicas da AOAC (2005) e do IAL (2008), quanto ao: (1) pH, em potenciômetro; (2) acidez titulável, por titulometria com solução de NaOH 0,1N ; (3) atividade de água (Aa), em medidor de Aa; (4) sólidos solúveis (SS), por leitura direta em refratômetro digital; (4) firmeza, por avaliação em texturômetro, com a célula P/45φ

e velocidades de pré-teste e pós-teste de 2mm s^{-1} , 1mm s^{-1} e 20.000mm s^{-1} , respectivamente; (5) cor, por leitura direta da superfície do doce através do sistema de cor CIELab em colorímetro digital; e, (6) açúcares redutores e não-redutores, por titulometria com reagente de Fehling.

As formulações dos doces foram avaliadas quanto à sua aceitação, de acordo com Meilgaard *et. al.* (1999), em que se avaliou a aparência, sabor (doçura, acidez e sabor de umbu), textura e impressão global, através da escala hedônica de nove pontos, na qual os extremos representavam “desgostei moderadamente” (1) e “gostei extremamente” (9) e o centro “nem gostei/nem desgostei” (5); e, da escala linear não estruturada de 9cm ancorada em suas extremidades com “pouco intensa” e “muito intensa”. Oitenta consumidores, não treinados, que gostavam do fruto foram convidados a participar da avaliação sensorial das formulações elaboradas. As amostras foram cortadas em cubos de 5g e apresentadas de forma monádica, em pratinhos individuais codificados com número de três dígitos, segundo a ordem do delineamento em blocos completos balanceados proposto por MacFie *et. al.* (1989). Os testes foram conduzidos em cabines individuais, sob luz branca (luz do dia), do Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal da Bahia.

Os resultados das análises físico-químicas e sensorial foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o software estatístico XLStat (versão 2015). Os dados da análise sensorial foram apresentados em histogramas de distribuição de frequência de notas de preferência, atribuídas pelos consumidores para as diferentes formulações.

Resultados e Discussão

Os valores do rendimento condizem o tempo de exposição ao processamento. Os ensaios expostos ao aquecimento por longos períodos apresentaram maiores quantidade do evaporado e consequentemente menores rendimentos ($F1 < F2 < F3 = F4$), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Balanço de massa das formulações de doce de umbu em massa (700g).

Formulação	Tempo processo (min.)	Massa final do produto (g)	Perda no equipamento (g)	Evaporado (g)	Rendimento (%)
F1	35	296,67	25,20	378,13	42,38
F2	25	462,00	34,08	203,93	66,00
F3	19	501,95	41,30	156,75	71,71
F4	18	503,77	36,23	160,00	71,97

F1 : 527,1g polpa + 170,8g sacarose + 2,1g pectina. F2: 378,7g polpa + 319,2g sacarose + 2,1g pectina.
F3: 368,9g polpa + 319,2g sacarose + 11,9g pectina. F4: 343g polpa + 350g sacarose + 7g pectina.

Os doces apresentaram valores de pH entre 3,24 e 3,59, teores de AT entre 0,68% e 1,28% (em ácido cítrico), SS entre 75°Brix e 77°Brix, Aa entre 0,68 e 0,77, AR entre 30% e 36%, açúcares não-redutores entre 25% e 31%, e firmeza entre 0,17Kg e 0,36Kg, mostrando que há diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$) na avaliação das formulações com diferentes teores de pectina e açúcar, conforme apresentado na Tabela 2. Quanto à análise sensorial (Figura 1), o atributo sabor não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as diferentes formulações. Para os atributos aparência, doçura e textura há diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as formulações.

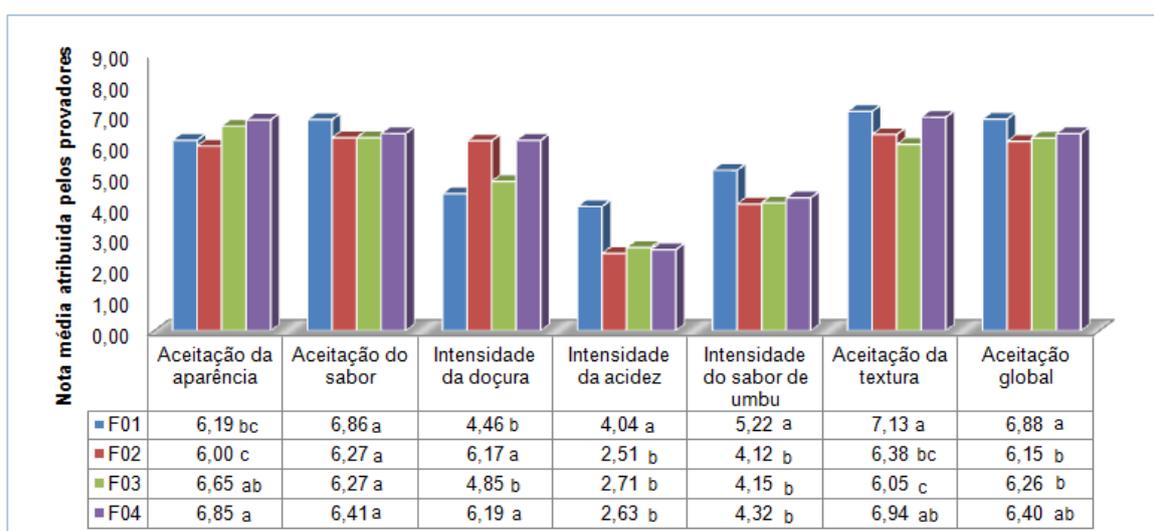
Bispo (1989) obteve geleias de umbu com pH muito baixo (2,37) e teor de AT de 0,55%, esses valores diferiram dos resultados encontrados, provavelmente, pela diferença da composição da matéria-prima.

Tabela 2 – Caracterização físico-química das diferentes formulações de doce de umbu em massa.

Característica	F1	F2	F3	F4
pH	3,59±0,02a	3,24±0,03c	3,41±0,01b	3,14±0,02d
acidez titulável (%)	1,28±0,04a	0,68±0,01b	0,75±0,01b	0,68±0,01b
Aa	0,69±0,02b	0,68±0,02b	0,77±0,03a	0,71±0,02b
SS (°Brix)	75,37±0,46c	76,80±0,36ab	77,57±0,71a	76,03±0,38bc
açúcares redutores (%)	30,60±1,74a	33,89±2,87a	36,89±1,74a	34,74±2,81a
açúcares não redutores (%)	25,81±1,29b	28,32±2,45ab	31,42±1,97a	29,30±2,33ab
força (kg)	0,28±0,00b	0,17±0,00c	0,36± 0,02a	0,17±0,00c
L*	24,95±0,62a	24,60±2,13a	21,71±0,68b	23,64±0,24ab
a*	-0,23±0,01a	-0,53±0,02b	-1,15±0,04d	-0,70±0,03c
b*	6,34±0,04a	4,37±0,18c	5,34±0,37b	5,12±0,46b

Médias±desvio-padrão (n=3), seguidas por letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

L* - luminosidade (0 - preto a 100 - branco); a* - coordenada vermelho/verde, (-) verde a (+) vermelho; b* - coordenada amarelo/azul, (-) azul a (+) amarelo.



Notas médias, atribuídas pelos consumidores, seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Nota média de aceitação atribuída pelo provador.

A atividade de água foi maior apenas para o doce com elevador teor de pectina (F3), não havendo diferença significativa entre as demais formulações (F1, F2 e F4). A alta concentração de pectina na formulação F3 contribuiu para o aumento significativo da firmeza do doce e na intensidade da saturação da cor verde apresentada. Entretanto, quando avaliado a aceitação da textura no teste sensorial, F3 foi a de maior nota média recebida. Resultados similares foram obtidos por Soares Junior et. al. (2003) com doce em massa de manga, em que o aumento de pectina resultou em doces mais firmes com concentração de SS de 74°Brix; e, por Martins *et. al.* (2007) ao analisarem doce em massa de umbu verde e maduro com concentração de SS de 72°Brix.

O grau de inversão da sacarose em todas as formulações apresentou valor médio de 54%, em relação aos açúcares totais (açúcares redutores com não redutores), não diferindo significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

A coloração das diferentes formulações foi determinada pela medida das coordenadas cartesianas denominadas de L*, a* e b*, e, mostraram que há diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$), conforme apresentado na Tabela 2. A coordenada do L* determinou e quantificou a luminosidade, variando de 21,71(F3) a 24,95(F1); a coordenada a* quantificou a variação das cores do verde em valores negativos, de -0,23 (F1) a -1,15 (F3); e, a coordenada b* quantificou a variação da coloração amarela em valores positivos, de 4,37 (F2) a 6,34 (F1). A alta concentração de pectina reduziu, consideravelmente, o valor de L* e a* em F3, caracterizando esta formulação como a de menor luminosidade e de coloração verde mais saturada; enquanto que em F1, o maior valor de L*, a* e b*, caracterizou esta formulação como a de maior luminosidade, menor saturação da coloração verde e maior saturação da coloração amarela, respectivamente. Martins e colaboradores (2007) ao analisarem doce em massa de umbu verde e maduro encontraram resultados semelhantes.

A formulação F1 recebeu a maior nota para o atributo impressão global, entretanto, não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) da formulação F4, o que demonstra que ambas foram bem aceitas pelos consumidores. Por conseguinte, F1 foi a única formulação que, com maior teor de acidez (Tabela 2), apresentou diferença significativa entre as demais formulações ($p \leq 0,05$) nas análises físico-química (acidez) e na sensorial para os atributos acidez e sabor de umbu. Nota-se que, este resultado foi perceptível pelos consumidores, os quais atribuíram maior nota para estes atributos, o que demonstrou desta maneira, apresentar melhor aceitação pelos provadores, uma vez que sua aceitação global também recebeu maior nota média atribuída (6,88). Pinto et. al. (2001) em seu estudo com doce em massa de umbu maduro, observou que o doce mais aceito pelos consumidores foi a formulação na proporção 50:50 (polpa/açúcar) com uma média de aceitação de 6,81.

Conclusão

Considerando os resultados as análises realizadas, pode-se concluir que há diferença significativa entre as formulações com diferentes teores de pectina e açúcar. No entanto,

do ponto de vista sensorial, todas as formulações apresentaram boa aceitação quanto à impressão global, com notas médias atribuídas acima de 6. As formulações F1 e F4 foram as que receberam as maiores notas para os atributos de aceitação do sabor, intensidade do sabor de umbu e aceitação da textura, demonstrando a satisfação dos provadores em relação a diferentes proporções de polpa/açúcar de 75:25 e 50:50, respectivamente.

Referências

ALTANIR, J. G.; CARLOS, A. B. S.; JENIFER, R. G. F. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel; 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS [AOAC]. **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed. Gaithersburg, 2005.

BISPO, E.S. **Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará; 1989.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, S. S.; ROCHA, A. S.; LIMA, R. R. **Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geleia e compota**. Ciênc e Agrotec 2003 nov-dez; 22(6): 1308-1314.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ [2008]. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. **Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests**. Journal of Sensory Studies, v. 4, n. 2, 129-148, 1989.

MARTINS, M. L. A.; BORGES, S. V.; DELIZA, R.; CASTRO, F. T.; CAVALCANTE, N. B. **Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores**. Pesq. agropec. bras., v.42, n.9, p. 1329-1333, set 2007.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 354p.

PINTO, P. R.; BORGES, S. V.; CAVALCANTI, N. B.; OLIVEIRA, V. M.; DELIZA, R. **Efeito do processamento de doce de umbu em massa verde e maduro sobre sua composição e aceitação**. Alim e Nutr 2001; 12: 45-53.

POLICARPO, V.M.N.; BORGES, S.V.; ENDO, E.; CASTRO, F.T.; ANJOS, V.D.; CAVALCANTI, N.B. **Green umbu (*spondias tuberosa* arr. Cam.) preserve: physical, chemical and microbiological changes during storage**. J. Food Process Preserv 2007 abr; 31 (2): 201-210.

SANTOS, R. T. S.; LIMA, A. S.; CASTRO, C.D.P.C.; RYBKA, A.C.P.; MARQUES, A.T.B. **Caracterização físico-química de diferentes formulações de doce de umbu processado em batedor de massa.** In: XX Encontro Nacional e VI Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2017, Belém doPará. XX Encontro Nacional e VI Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2017.

SOARES JUNIOR, A. M.;MAIA, A. B. R. A.; NELSON, D. L. **Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil textuométrico do doce de manga.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.23, p. 76-80, 2003.

ANEXO D - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE COMERCIAL

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE EM MASSA DE UMBU COMERCIAL

SANTOS¹, R.T.S.; LIMA², A.S.; CASTRO³, C.D.P.C.; RYBKA⁴, A.C.P.; MARQUES⁵, A.T.B.

¹UFBA – Bahia, retorressantos@gmail.com

²IF-SERTÃO – Pernambuco, arlete.tenoriosousa@gmail.com

³EMBRAPA – Pernambuco, clivia.castro@embrapa.br

⁴EMBRAPA – Pernambuco, ana.rybka@embrapa.br

⁵EMBRAPA – Pernambuco, aline.biasoto@embrapa.br

Resumo: O umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) é um fruto nativo da região nordeste, de grande importância econômica para a população do semiárido nordestino. O doce em massa se apresenta como uma alternativa de agregação de valor ao fruto e forma de aproveitamento do resíduo do processamento do fruto em polpa, sendo bem aceito pelo seu sabor exótico. Neste contexto, com o objetivo de auxiliar no estabelecimento de padrões de qualidade para o doce em massa de umbu, inexistentes na legislação brasileira, foi realizada a avaliação da composição físico-química de doces em massa de umbu comercializados por quatro cooperativas localizadas no semiárido baiano. Quatro amostras foram caracterizadas quanto ao: pH, em potenciômetro; acidez titulável (AT), utilizando titulador automático; atividade de água (Aa), em medidor de Aa; sólidos solúveis (SS), em refratômetro de bancada; firmeza, por avaliação em texturômetro, com a cédula e velocidades de pré-teste e pós-teste de 2mm s⁻¹, 1mm s⁻¹ e 20.000mm s⁻¹; açúcares redutores (AR), não redutores (ANR) e totais, por titulação com solução de Fehling; cor (L, a*, b*), em colorímetro; e, vitamina C, por titulação com solução de 2,6-dicloro-fenol indofenol. A composição dos doces diferiu significativamente (p≤0,05) com relação a maioria das variáveis analisadas, com exceção da vitamina C. Os valores de pH variaram entre 2,82 e 2,99; teor de AT entre 0,52 e 1,13% (em ácido cítrico); Aa entre 0,55 e 0,77; SS entre 58 e 79°Brix; força entre 0,050 e 0,446Kg; AR entre 35 e 41%; ANR entre 30 e 36%; totais entre 65% e 78%; luminosidade entre 20 e 28, a* entre 0,93 e 3,71 e b* entre 1,48 e 6,77; e, vitamina C entre 6,46 mg/100g e 8,62 mg/100g. Este estudo forneceu informações úteis para que possam ser futuramente estabelecidos pela legislação brasileira padrões de qualidade para o doce em massa de umbu.

Órgãos Financiadores: CAPES, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Universidade Federal da Bahia.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa* Arruda, semiárido, agricultura familiar.

ANEXO E - AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE SINÉRESE NO DOCE COMERCIAL

AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE SINERÉSE NO DOCE EM MASSA DE UMBU COMERCIAL

Renata Torres dos Santos e Santos¹; Iago Felipe da Silva²; Clívia Danubia Pinho da Costa Castro³;
Ana Cecília Poloni Rybka³; Aline Telles Biasoto Marques³

Autor para correspondência: retorressantos@gmail.com

¹UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA; ²UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE; ³EMBRAPA SEMIÁRIDO - Pernambuco; ⁴EMBRAPA SEMIÁRIDO - Pernambuco;
⁵EMBRAPA SEMIÁRIDO - Pernambuco

RESUMO

O doce de umbu representa uma alternativa de renda para os pequenos agricultores da região semiárida nordestina especialmente no período de entressafra do fruto. Entretanto, durante a estocagem este produto frequentemente produz um exsudado com aspecto de melado o que interfere na aparência prejudicando sua qualidade. Este problema é explicado pela elevada sinérese devido à alta acidez, baixo pH e utilização de embalagens inadequadas. Neste contexto, buscou-se avaliar doces em massa de umbu comerciais quanto à sinérese. Para isso, foi realizada a avaliação de doces produzidos por quatro cooperativas (C1, C2, C3, C4) localizadas no semiárido baiano. A análise foi conduzida em triplicata, avaliando-se após 24h a quantidade do exsudato do doce liberada em papel filtro quantitativo (ϕ 12,5cm e espessura 0,20mm), previamente seco em estufa a 105°C por 24h, e colocado sob coletores plásticos (área interna 25,12cm²). Os resultados foram expressos como a diferença entre o diâmetro da área molhada e o diâmetro inicial do coletor em cm², utilizando o software ImageJ; e, em seguida, submetidos à ANOVA e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados confirmaram a presença de exsudado em todas as marcas avaliadas. Em ordem decrescente obteve-se o seguinte resultado: C1 (76,87 \pm 1,63cm²); C3 (25,73 \pm 3,26cm²); C4 (11,26 \pm 1,74cm²); C2 (9,86 \pm 1,12cm²) não havendo diferença significativa apenas entre C2 e C4. Assim, o presente estudo forneceu informações que podem contribuir para a definição de padrões de qualidade para o doce em massa de umbu.

PALAVRAS-CHAVE: Spondias tuberosa; Alternativa; Doce em massa.

ANEXO F – FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE SENSORIAL APLICADO

NOME: _____ Proveedor Nº _____
 CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

1. Por favor, observe a amostra de doce de corte de umbu e marque com um "x" na escala abaixo o quanto gostou ou desgostou de sua aparência.

1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9
<i>Desgostei</i>			<i>Nem gostei</i>			<i>Nem desgostei</i>			<i>Gostei</i>			<i>extremamente</i>				

2. Observe, cheire e prove a amostra de doce de corte de umbu e marque com um "x" na escala abaixo o quanto gostou ou desgostou da amostra de uma forma global.

1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9
<i>Desgostei</i>			<i>Nem gostei</i>			<i>Nem desgostei</i>			<i>Gostei</i>			<i>extremamente</i>				

3. Prove novamente a amostra de doce de corte de umbu e marque com um "x" na escala abaixo o quanto gostou ou desgostou de sua sabor.

1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9
<i>Desgostei</i>			<i>Nem gostei</i>			<i>Nem desgostei</i>			<i>Gostei</i>			<i>extremamente</i>				

4. Prove a amostra de doce de corte de umbu e marque com um "x" na escala abaixo o quanto gostou ou desgostou de sua textura.

1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	9
<i>Desgostei</i>			<i>Nem gostei</i>			<i>Nem desgostei</i>			<i>Gostei</i>			<i>extremamente</i>				

5. Por favor, prove novamente a amostra de doce de corte de umbu e marque com um "x" em todas as palavras que você acredita que se aplica ao produto.

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"></td><td style="width: 10%;">Brilhoso</td><td style="width: 10%;"></td></tr> <tr><td></td><td>Cor marrom-amarelado</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Cor marrom-avermelhado</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Cor marrom-esverdeado</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Cor marrom-escuro</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Cor opaca</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Coloração atrativa</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Aroma frutado de umbu</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Aroma adocicado</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Aroma caramelado</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Aroma queimado</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Gosto ácido</td><td></td></tr> </table>		Brilhoso			Cor marrom-amarelado			Cor marrom-avermelhado			Cor marrom-esverdeado			Cor marrom-escuro			Cor opaca			Coloração atrativa			Aroma frutado de umbu			Aroma adocicado			Aroma caramelado			Aroma queimado			Gosto ácido		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"></td><td style="width: 10%;">Gosto doce</td><td style="width: 10%;"></td></tr> <tr><td></td><td>Sabor de umbu</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Sabor de cajá</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Adstringente</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Gostoso</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Horrível</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Enjoativo</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Grudento</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Residual fibroso na boca (áspero)</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Firme</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Cremoso</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>Mole</td><td></td></tr> </table>		Gosto doce			Sabor de umbu			Sabor de cajá			Adstringente			Gostoso			Horrível			Enjoativo			Grudento			Residual fibroso na boca (áspero)			Firme			Cremoso			Mole	
	Brilhoso																																																																								
	Cor marrom-amarelado																																																																								
	Cor marrom-avermelhado																																																																								
	Cor marrom-esverdeado																																																																								
	Cor marrom-escuro																																																																								
	Cor opaca																																																																								
	Coloração atrativa																																																																								
	Aroma frutado de umbu																																																																								
	Aroma adocicado																																																																								
	Aroma caramelado																																																																								
	Aroma queimado																																																																								
	Gosto ácido																																																																								
	Gosto doce																																																																								
	Sabor de umbu																																																																								
	Sabor de cajá																																																																								
	Adstringente																																																																								
	Gostoso																																																																								
	Horrível																																																																								
	Enjoativo																																																																								
	Grudento																																																																								
	Residual fibroso na boca (áspero)																																																																								
	Firme																																																																								
	Cremoso																																																																								
	Mole																																																																								

ANEXO G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da Pesquisa: Padronização do Doce de Umbu produzido no Sertão Pernambucano

Pesquisadora responsável pela pesquisa

Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro
Telefone para contato: (87) 3886-3825
Responsável pela obtenção e apresentação do TCLE.

Pesquisadores participantes

1. Alaine Telles Miqueles
 2. Ana Cecília Poloni Rybka
 3. Sérgio Tonetto de Freitas
 4. Luciana Cavalcanti Azevedo
- Telefone para contato: (87) 3886-3723
5. Joston Simão de Assis
Telefone para contato: (87) 3886-3877

Natureza da pesquisa: você está sendo convidado (a) a participar desta pesquisa que tem como objetivo otimizar a elaboração do doce de umbu em massa, visando estabilidade e qualidade padronizada.

Participantes da pesquisa: participarão desta pesquisa cerca de 200 (duzentos) voluntários não treinados e 10 (dez) treinados, de ambos os sexos, não portadores de diabetes e maiores de dezoito anos.

Envolvimento na pesquisa: você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa sobre a padronização do doce de umbu pernambucano que se refere às ações de pesquisa desenvolvidas pela Embrapa Semiárido com a colaboração do IF Sertão Pernambucano. A partir das informações a seguir, você será esclarecido (a) sobre a pesquisa e deverá decidir se deseja ou não participar deste estudo, fazendo seu julgamento informado. Este processo é chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No caso de você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está sendo entregue em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Após assinado, uma cópia deste documento lhe será entregue e outra ficará com o pesquisador. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador responsável pela pesquisa e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Em caso de recusa em qualquer fase da pesquisa, você não será penalizado (a) de forma alguma. É importante ressaltar que a sua participação neste estudo é voluntária e, se desejar, você poderá desistir a qualquer momento, sem lhe causar qualquer prejuízo.

Riscos e desconforto: a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. O produto a ser experimentado foi elaborado sob rígidos controles de higiene e utilizando ingredientes alimentares, segundo as normas sanitárias do país. Neste sentido, é muito improvável qualquer desconforto ou risco para o participante da pesquisa. Contudo, apesar da quantidade de amostra ser pequena, a sacarose contida no produto poderá alterar o controle de açúcar no sangue. Para evitar tais danos, a pesquisa destaca como requisito que os participantes não sejam portadores de diabetes. Caso a pesquisa seja suspensa por questões operacionais, tecnológicas ou financeiras, o participante poderá se sentir prejudicado pelo tempo despendido e sem ter alcançado os benefícios comentados a seguir. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 460/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferecem riscos à sua dignidade.

Confidencialidade: será garantido total sigilo a respeito da participação dos voluntários nesta pesquisa. Os dados gerados pela pesquisa serão tratados por análise estatística.

Benefícios: ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre o desenvolvimento de doces de umbu com qualidade padronizada, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa contribuir com a qualidade do doce produzido por agricultores de base familiar.

Pagamento: você não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação. Além disso, não haverá nenhuma multa ou cobrança de ônus caso queira desistir da pesquisa.

Compensações: não será disponível nenhuma compensação financeira, mas os voluntários receberão brindes como forma de agradecimento pela participação no estudo.

Período de participação: os testes serão realizados através de uma sessão que durará no máximo 15 minutos. Nesse período, você será solicitado a comparecer ao Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, por favor, preencha os itens que se seguem, mas não assine esse termo se ainda tiver dúvidas a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, _____ manifesto meu consentimento em portador do documento de identidade nº _____ participar da pesquisa. Declaro que as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado (a) dos procedimentos que serão utilizados, riscos, benefícios, pagamento dos participantes, compensações, confidencialidade da pesquisa, concordando ainda em participar da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento. Declaro ainda que recebi uma cópia desse termo de consentimento. Poderei consultar a pesquisadora responsável sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa e minha participação no mesmo. Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

Assinatura do participante da pesquisa



Clívia Danúbia Pinho da Costa Castro
Pesquisadora responsável pela pesquisa
Embrapa Semiárido
Telefone: (87) 3886-3825

COMITÊ DE ÉTICA E DEONTOLOGIA EM ESTUDOS E PESQUISAS - CEDEP

Coordenadora do CEDEP: Luciana Duccini
Vice-Coordenador: Rodolfo Araújo da Silva
Telefone do Comitê: (87) 2101-6886
E-mail: cedepeg@univasf.edu.br
Site: <http://www.graduacao.univasf.edu.br/cedep/>

ANEXO H – QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO E PERFIL SOCIOECONOMICO

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PROVADOR - PERFIL SENSORIAL

DOCE DE CORTE DE UMBU

NOME: _____ IDADE: _____

SEXO: () F () M NATURALIDADE: _____

CIDADE ONDE MORA: _____ ESTADO: _____

PROFISSÃO: _____

E-mail: _____

ESCOLARIDADE:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fundamental incompleto | <input type="checkbox"/> Fundamental completo |
| <input type="checkbox"/> Médio incompleto | <input type="checkbox"/> Médio completo |
| <input type="checkbox"/> Superior incompleto | <input type="checkbox"/> Superior completo |
| <input type="checkbox"/> Pós-graduação (nível mestrado) incompleto | <input type="checkbox"/> Pós-graduação (nível mestrado) completo |
| <input type="checkbox"/> Pós-graduação (nível doutorado) incompleto | <input type="checkbox"/> Pós-graduação (nível doutorado) completo |
| <input type="checkbox"/> Pós-graduação (nível PhD) incompleto | <input type="checkbox"/> Pós-graduação (nível PhD) completo |

COM QUE FREQÜÊNCIA VOCÊ CONSOME DOCE DE CORTE (marque uma opção):

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Raramente (2 a 6 vezes no ano) | <input type="checkbox"/> Ocasionalmente (1 vez por mês) |
| <input type="checkbox"/> a cada 15 dias | <input type="checkbox"/> 1 vez por semana |
| <input type="checkbox"/> 2/3 vezes por semana | <input type="checkbox"/> Frequentemente (mais de 3x na semana) |

QUAL A RAZÃO DE VOCÊ CONSUMIR DOCE DE CORTE (marque uma opção):

- porque acha gostoso
 porque acha que é um complemento alimentar
 porque é barato
 hábito alimentar
 outro, especifique: _____

COM QUE FREQÜÊNCIA VOCÊ CONSOME UMBU E DERIVADOS DO UMBU:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Raramente (2 a 6 vezes no ano) | <input type="checkbox"/> Ocasionalmente (1 vez por mês) |
| <input type="checkbox"/> a cada 15 dias | <input type="checkbox"/> 1 vez por semana |
| <input type="checkbox"/> 2/3 vezes por semana | <input type="checkbox"/> Frequentemente (mais de 3x na semana) |

E, QUAIS DERIVADOS DO UMBU VOCÊ CONSOME:

COM QUE FREQUENCIA VOCÊ CONSOME DOCE COMERCIAL DE UMBU DE CORTE:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Raramente (2 a 6 vezes no ano) | <input type="checkbox"/> Ocasionalmente (1 vez por mês) |
| <input type="checkbox"/> a cada 15 dias | <input type="checkbox"/> 1 vez por semana |
| <input type="checkbox"/> 2/3 vezes por semana | <input type="checkbox"/> Frequentemente (mais de 3x na semana) |

GRAU DE INSTRUÇÃO DO CHEFE DA FAMÍLIA:

- () Analfabeto / Fundamental I incompleto
- () Fundamental I completo / Fundamental II incompleto
- () Fundamental II completo / Médio incompleto
- () Médio completo / Superior incompleto
- () Superior completo

PERFIL SOCIOECONÔMICO da FAMÍLIA (marque uma opção em cada variável):

Variáveis (itens de conforto)	NÃO POSS UI	Quantidade que POSSUI			
		1	2	3	4 ou +
Banheiros					
Empregados domésticos					
Automóveis de passeio exclusivamente para uso particular					
Microcomputadores, considerando computadores de mesas, laptops, notebooks e netbooks					
Lavadora de louças					
Geladeira					
Freezer independente ou parte da geladeira duplex					
Máquina de lavar roupa, excluindo tanquinho					
DVD, incluindo qualquer dispositivo que leia DVD					
Micro-ondas					
Motocicletas, desconsiderando as usadas exclusivamente para uso profissional					
Secadora de roupa, considerando lava e seca					

Serviços públicos	SIM	NÃO
Água encanada		
Rua pavimentada		

ANEXO I - OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DO FERMENTADO DE UMBU

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FERMENTADO ALCÓOLICO DE UMBU (*SPONDIAS TUBEROSA ARRUDA*)

Renata Torres dos Santos e Santos¹; Erika Samantha Santos de Carvalho²; Clívia Danubia Pinho da Costa Castro³; Ana Cecília Poloni Rybka³; Aline Telles Biasoto Marques³

Autor para correspondência: retorressantos@gmail.com

¹Universidade Federal da Bahia; ²Instituto Federal do Sertão Pernambucano; ³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

RESUMO: O umbu (*Spondias tuberosa Arruda*) é um fruto nativo da região nordeste, de grande importância econômica para a população do semiárido nordestino. A produção da bebida alcoólica fermentada se apresenta como uma forma alternativa de valorização do fruto, agregação de valor e de minimizar as perdas pós-colheita. Neste contexto, buscando viabilizar o processamento deste produto, foi realizada na Embrapa Semiárido a elaboração da bebida alcoólica, a partir do fruto in natura em estágio maduro, e sua avaliação físico-química, quanto ao: pH, em potenciômetro; densidade, em balança hidrostática; acidez volátil e total (AT), por titulometria com solução de hidróxido de sódio; teor alcoólico e extrato seco (ES), por densimetria após destilação simples da bebida; dióxido de enxofre (SO₂) livre e total, por titulometria com solução de iodo; açúcares redutores (AR), por titulometria com solução de Fehling; cor (L*, a*, b*, C, H), em colorímetro; compostos fenólicos totais, por espectrofotometria (760nm) e reagente Folin-Ciocalteu; e, vitamina C, por titulometria com solução de 2,6-dicloro-fenol indofenol. Os resultados, submetidos a análise estatística, mostraram que a bebida possuiu parâmetros de qualidade parecidos ao do vinho branco, com pH - 2,61; densidade - 0,9996±0,0000g/mL; acidez volátil - 9,35±0,00mEq/L; AT - 17,99±0,00mEq/L em ácido tartárico; AR - 6,02±0,03g/L; teor alcoólico - 11,87±0,15%v/v; ES - 39,55±0,45g/L; SO₂ livre - 36,18±0,59mg/L; SO₂ total - 38,91±0,89mg/L; cor L*(50,90±1,25), a*(1,29±0,18), b*(12,19±0,17), C*(12,22±0,15) e h(92,87±3,55); compostos fenólicos - 217,85±11,29mg/L; e, vitamina C - 9,50±0,00mg/100g. Desta maneira, este estudo forneceu informações úteis para que possam ser futuramente desenvolvidos trabalhos com as cooperativas viabilizando a elaboração e venda desse produto.

PALAVRAS-CHAVE: bebida fermentada; semiárido; agricultura familiar.

APOIO: CAPES, pelo financiamento da bolsa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo apoio e desenvolvimento do trabalho. COOPERCUC, pela doação dos frutos.

Este sub-capítulo foi submetido como resumo simples no II Simpósio do Bioma Caatinga e VI Workshop de Mudas e Sementes e Mudas da Caatinga, apresentado na sessão de pôster em Juazeiro - BA.

ANEXO J - PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

ESTUDO PROSPECTIVO DE DOCUMENTOS DE PATENTES RELACIONADOS À PRODUÇÃO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS FERMENTADA DE FRUTAS

Renata Torres dos Santos e Santos¹; Clívia Danubia Pinho da Costa Castro²;
Ana Cecilia Poloni Rybka²; Aline Telles Biasoto Marques²

RESUMO: A produção mundial de frutas tem apresentado um crescimento contínuo devido ao grande avanço tecnológico, e, dentre suas diversas formas de consumo, pode-se citar o seu beneficiamento na elaboração de bebidas alcoólicas. Diante disso, o objetivo desta prospecção tecnológica foi realizar um mapeamento dos documentos de patentes que abrangem a elaboração de bebidas alcoólicas fermentada de frutas, utilizando as bases de dados online EPO e INPI, através das combinações dos descritores fermented* fruit* e wine* com os códigos de classificação internacional C12G3/00 e C12G3/02, e das palavras-chave fermentado de fruta, fermentado alcoólico e vinho de fruta. Foram encontradas 344 patentes que datam do período entre 2003 e 2018. A China destacou-se por deter cerca de 95% dos documentos selecionados; bem como, por apresentar a maior representabilidade nos principais inventores e depositantes (instituições acadêmicas e indústrias). Dentre as frutas mapeadas, o mirtilo, a amora e o kiwi foram as mais representativas, seguidas da ameixa, pera e manga. A partir da análise dos resultados, verificou-se ainda que não há registros depositado com o fruto umbu; assim, espera-se fomentar o estudo de uma nova patente de invenção dentro da realidade do semiárido brasileiro. **Palavra-chave:** frutas, umbu, bebida alcoólica, fermentado, patente.

ABSTRACT: The world production of fruit has shown a continuous growth due to the great technological advance, and, of its diverse forms of consumption, we can mention its processing in the production of alcoholic beverages. Therefore, the objective of this technological prospection was to map patent documents covering the preparation of fermented alcoholic beverages using the online databases EPO and INPI, through the combinations of the descriptors fermented * fruit * and wine * with the international classification codes C12G3 / 00 and C12G3 / 02, and the key words fermented fruit, alcoholic fermented and fruit wine. A total of 344 patents were found dating from the period between 2003 and 2018. China was noted for holding about 95% of the documents selected; as well as for presenting the greatest representation in the main inventors and depositors (academic institutions and industries). Among the mapped fruits, blueberry, blackberry and kiwi were the most representative, followed by plum, pear and mango. From the analysis of the results, it was verified that there are no records deposited with the fruit umbu; thus, it is hoped to foment the study of a new patent of invention within the Brazilian semiarid reality. **Key-board:** fruits, umbu, alcoholic beverage, fermented, patent.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de frutas tem apresentado um crescimento contínuo devido ao grande avanço tecnológico no mundo. Neste cenário, há uma abundante variedade de frutas cultivadas com potencial para ser utilizado pela indústria de alimentos. A China, a Índia e o Brasil, juntos, respondem por quase metade desta produção mundial e têm suas produções destinadas principalmente aos seus mercados internos (SEBRAE, 2015).

No Brasil, dentre sua diversidade de espécies cultivadas, destaca-se a produção de frutas de clima temperado e subtropical, com colheitas significativas para a laranja, banana, abacaxi, melancia, coco, uva, mamão, maçã, limão e tangerina (SEAB, 2017).

Dentre as diversas formas de consumo, pode citar o seu beneficiamento na elaboração de bebidas alcoólicas, como por exemplo: licores, fermentados, destilados, entre outros. De acordo com a legislação brasileira, o fermentado de fruta se caracteriza como uma bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% v/v, a 20°C, e um percentual de açúcar máximo de 3g/L, se classificado como seco, ou mínimo de 3g/L, se considerado doce ou suave, e deve ser obtido a partir da fermentação do suco de uma única fruta, podendo ser utilizado a água e o açúcar como ingredientes permitidos; o fermentado de fruta licoroso, doce ou seco, com graduação alcoólica de 14 a 18% v/v, a 20°C, adicionado ou não de álcool etílico potável de origem agrícola, caramelo e sacarose; e, o fermentado de fruta composto com graduação alcoólica de 15 a 20% v/v, a 20°C, obtido pela adição ao fermentado de fruta, de macerados ou extratos de plantas amargas ou aromáticas, adicionado ou não de álcool etílico potável de origem agrícola, caramelo e sacarose (BRASIL; 2008, 2012).

De acordo com Rosa, Cosenza e Leão (2006), uma forte tendência do setor de bebidas é a de diversificação de sabores e tipos de bebidas. A diversidade das frutas existentes com propriedades adequadas para o processamento desses produtos demonstra que este é um mercado que tem potencial para crescer, além de representar uma forma alternativa para contornar os problemas das perdas pós-colheita devido à perecibilidade dos frutos.

Embora muitas frutas sejam conhecidas no preparo destes derivados, ainda há algumas variedades pouco exploradas neste campo. Desta maneira, o presente estudo foi desenvolvido visando realizar um mapeamento prospectivo à nível internacional, da produção de bebidas alcoólicas fermentada de frutas.

METODOLOGIA

O estudo prospectivo foi realizado em maio e junho de 2018. As buscas e o levantamento dos documentos de patentes foram realizados por meio do banco de dados online do EPO – European Patent Office (Espacenet®) e do INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual.

A pesquisa buscou o maior levantamento possível do número de documentos de patentes relacionadas ao tema de interesse. Desta forma, visando uma pesquisa representativa e fiel, tornou-se necessário uma estratégia de combinações de palavras-chave, inseridos no campo “Título ou Resumo”, com códigos de Classificação Internacional de Patentes (IPC), inseridos no campo “IPC”, pertencentes à sessão C – química; através da busca avançada.

Os descritores utilizados no EPO foram *fermented* fruit** (fermentado de fruta) e *wine** (vinho) com os códigos, C12G3/00 e C12G3/02; e no INPI, as palavras-chaves fermentado de fruta, fermentado alcoólico e vinho de fruta. O Quadro 1, o Quadro 2 e o Quadro 3 mostram a classificação de cada código utilizado na busca e o escopo utilizado para o mapeamento da pesquisa dos documentos de patentes, respectivamente.

No EPO, o resultado escolhido para o estudo foi a busca que apresentou 879 documentos associando as palavras-chave truncada *fermented* fruit** e *wine** com os códigos IPC C12G3/00 e C12G3/02; interligados pelo operador booleano “and”. Deste resultado, apenas 500 documentos foram disponibilizadas para consulta; os quais foram compactados e exportados para o software CSVed - *Comma-separated values*, editor de arquivos que manipula e separa os arquivos com qualquer tipo de separador. Deste software os dados foram exportados para a ferramenta de planilha Microsoft Office Excel 2013, para seleção e tratamento das informações. Ao final deste procedimento, 342 documentos de patentes depositados foram selecionados para o mapeamento deste estudo.

No INPI, o resultado escolhido foram as buscas que apresentaram 08 e 07 documentos, respectivamente, utilizando as palavras-chaves umbu, fermentado de fruta e vinho de fruta no campo do resumo. Destes documentos, apenas cinco foram selecionados para o mapeamento do estudo.

Quadro 1 – Códigos oficiais utilizados na busca – Classificação Internacional de Patente (IPC).

Código IPC	Classificação
C12G3/00	Preparação de outras bebidas alcoólicas.
C12G3/02	Por fermentação direta.

Fonte: EPO, 2018.

Quadro 2 – Descritores Espacenet versus Códigos de Classificação Internacional.

Título ou resumo	Código IPC		Resultado
	C12G3/00	C12G3/02	
Spondias tuberosa arruda ou umbu	x	x	0
fermented drink and fruit			308
fruit wine			8821
fruit	x		297
fruit wine	x		143
fruit wine		x	3013
fruit wine	x	x	3127
fermented drink and fruit	x	x	55
fruit drink	x	x	264
fermented drink	x	x	913
fermented fruit		x	889
fermented fruit and wine	x	x	776
fermented* fruit* and wine*	x	x	879

Fonte: EPO, 2018.

Quadro 3 – Descritores INPI versus Códigos de Classificação Internacional.

Palavras-chave	Campus da busca		Resultado
	título	resumo	
umbu	x		7
umbu		x	8
fermentado de fruta	x		0
fermentado de fruta		x	8
vinho de fruta	x		0
vinho de fruta		x	7
fermentado alcoólico	x		0
fermentado alcoólico		x	5

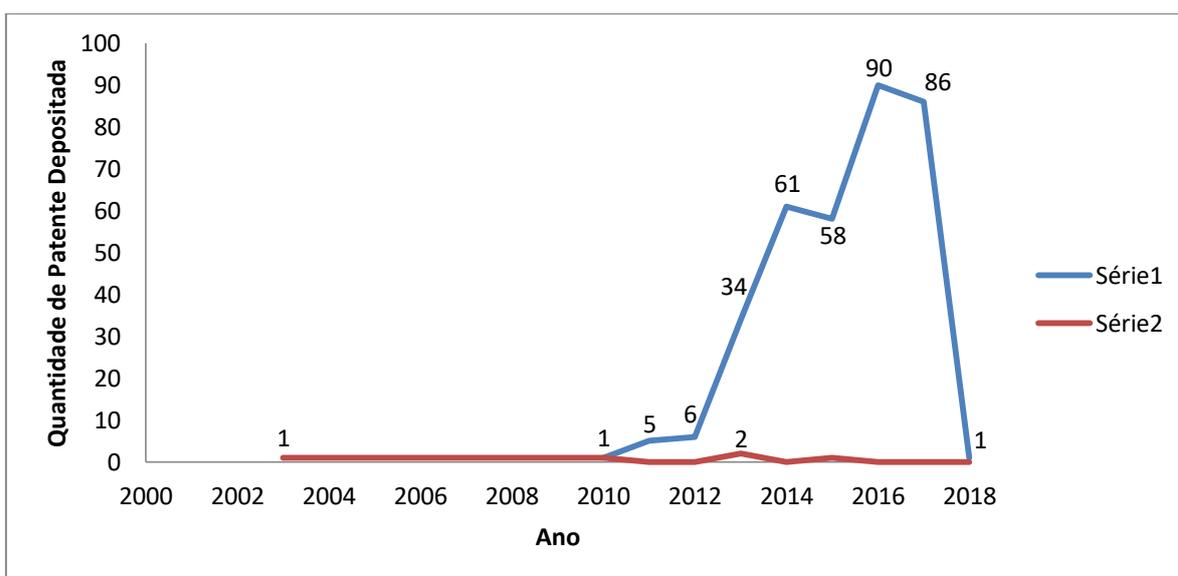
Fonte: INPI, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução anual de depósitos de patentes relacionados aos fermentados que apresentam em sua composição alguma variedade de fruta, entre 2000 a 2018 nas bases de dados, encontra-se apresentada na Figura 1.

O resultado da busca revelou que a primeira patente deste estudo, registrado no INPI, C1 9703727-3 F1, ocorreu em 2003 sob a titularidade do Brasil e foi depositada pelo inventor independente Padre José Eduardo Pereira no Rio de Janeiro, em que descreve o processo para a fabricação de vinho licoroso, seco, suave, espumante, vinagre, geleia, licor e extratos derivados do jamelão. Em seguida, em 2010, ainda no INPI, a patente PI 1005479-0 A2 sob a titularidade da Universidade Federal do Espírito-Santo descreve o bebida alcoólica fermentada de café e o processo para a produção, e no EPO, a patente UA94878 (C2), sob a titularidade da Ucrânia foi depositada pelo Instituto de Horticultura da Academia Ucraniana de Ciências Agrárias e descreve o processo de elaboração de um vinho de frutas a partir do suco fermentado de ameixa com o suco fortificado de cereja, com a utilização do açúcar granulado.

Figura 1 – Temporalidade dos registros de patentes depositadas no *Espacenet*, 2000-2018.



Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

Série 1: EPO. Série 2: INPI.

Por conseguinte, em 2011, foram depositadas 05 patentes na área em estudo, em que descrevem: processo de produção de um vinho de fruta fermentado a partir da

cereja (CN103184122 (A)); processo de produção de vinho de frutas com cogumelos e abacaxi (CN103184121 (A)); processo de invenção do vinho de fruta fermentado com amora (CN103103048 (A)); método para a fabricação de vinho de kiwi (KR101246093 (B1)); e, método para fabricar vinho tradicional usando frutas de ginseng (KR20130021619 (A)).

No ano seguinte, em 2012, foram depositadas 06 patentes, as quais descrevem: método de produção de um vinho de frutas utilizando mel (KR20140071672 (A)); método de produção do vinho de nêspira (CN103789127 (A)); método de preparação do vinho de canistel (CN103571680 (A)); método para fermentar o vinho de amora (CN103361216 (A)); tecnologia de fabrico de vinho de kiwi (CN103173311 (A)); e, preparo de vinho de frutus rhodomyrti (CN103045430 (A)). Seguindo em 2013 com o depósito das patentes BR 10 2013 017034 8 A2 e BR 10 2013 008434-4 A2, no INPI, pela Universidade Federal de Goiás e Universidade Estadual de Ponta Grossa, quais descrevem, respectivamente, “Processo para elaboração de um fermentado alcoólico de polpa de baru (*Dipteryx Alata* Vog.)” e “Desenvolvimento de fermentado frisante de maçã usando tecnologia europeia de processamento e atributos de aceitação do consumidor brasileiro”. Ainda no INPI, ressalta-se, a patente BR 102015031663-1 A2, depositada em 2015, que descreve “Bebida fermentada de açaí e respectivo processo de fabricação e engarrafamento”, sob a titularidade do inventor independente Helder Juber Ehm Maia.

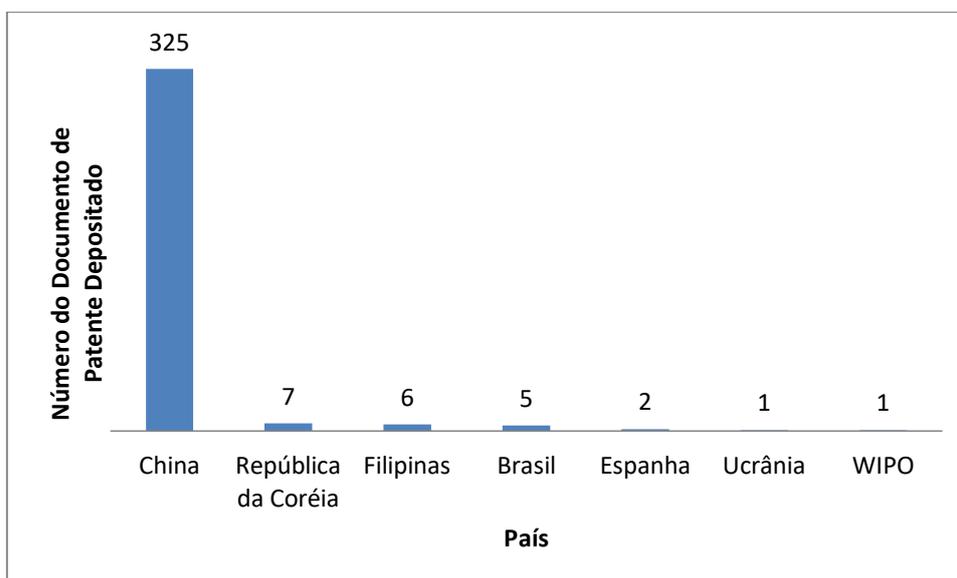
A partir daí, iniciou-se o depósito contínuo de patentes na área. Sendo possível observar que a maior ocorrência de documentos depositados ocorreu a partir do ano 2013 com 34 patentes na EPO e 02 patentes no INPI, com ápice para os anos 2016 e 2017, com 90 e 86 documentos de patente, respectivamente na EPO. Este sensível aumento ocorreu, possivelmente, por incentivos e melhorias na tecnologia das indústrias, no todo; e, por conta de investimentos em ciência, pesquisa e tecnologia.

E, em 2018 ocorreu um decréscimo na quantidade de patentes, que pode estar associada ao sigilo de 18 meses dos documentos de patentes antes de serem reveladas nas bases de patentes. Assim, houve apenas um documento de patente em 2018, depositada pela Universidade Estadual de Ifugão nas Filipinas; a patente (PH22016001018 (U1)) descreve o processo de produção de vinho a partir de vegetais e frutos do tomate, cenoura e mamão.

No que tange aos países detentores de documentos de patentes de bebidas fermentadas com frutas, verifica-se a China, República da Coreia, Filipinas, Brasil, Espanha, Ucrânia e a WIPO (Organização Mundial de Propriedade Intelectual), conforme apresentado na Figura 2. Destes, ressalta-se a China que detém 93,7% dos documentos de patente, com 325 depósitos. Os demais países representam 6,3% da pesquisa e apresentaram quantidade total de depósitos igual a 22 patentes.

A China que é atualmente uma das potências mais importantes para a economia do mundo, também ocupa o primeiro lugar mundial na solicitação do número de patentes (WIPO, 2017), e o primeiro lugar no ranking mundial na produção de frutas, destacando-se com as produções de melancia, maçã, manga, melão, tangerina, pêra, pêssgo, nectarina e ameixa (SEAB, 2017); o que permite deduzir que o país tem alto investimento na agricultura. O quantitativo elevado de documentos de patentes depositado pelo país é voltado para a indústria de alimentos, mostrando que investimentos e recursos estão sendo alocados para o desenvolvimento dessas patentes.

Figura 2 – Quantitativo de patentes referentes ao fermentado de fruta por país.



Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

O Brasil que ocupa o décimo primeiro lugar em solicitação de depósito de patentes (WIPO, 2017), é reconhecido pela grande variedade de frutas produzidas em todo o país, e que atualmente está ocupando o terceiro lugar em produção mundial de

frutas (SEBRAE, 2016), apareceu como detentor de apenas cinco documentos de patentes neste estudo, na plataforma INPI. Desta forma, percebe-se que os incentivos à propriedade intelectual no país ainda é pequeno, uma vez que não se tem ampla divulgação sobre a importância da criação de patentes, esclarecimentos e informações de que proteger uma invenção é contribuir para o desenvolvimento do país. Por meio das patentes, as nações podem garantir a transferência de tecnologias, obter lucros, conquistar novos mercados e divisas. O depósito de patentes dinamiza o potencial tecnológico e reafirma a identidade de um povo, inclusive, o fortalecimento de sua soberania e economia.

No entanto, analisando os dados dos últimos ranking publicados pela World Intellectual Property Indicators, pode-se observar que o Brasil tem apresentado um pequeno crescimento na solicitação de documentos de patentes ao decorrer dos anos; por exemplo, analisando os anos 2010, 2012, 2014 e 2016 foram depositados, respectivamente, 22.686, 30.116, 30.342 e 28.010 documentos de patentes (WIPO; 2011, 2013, 2015, 2017). Estes dados demonstram que a propriedade intelectual no país vem propagando-se a cada ano, o que pode vir a reverter, no futuro, os resultados das pesquisas realizadas nas bases de dados.

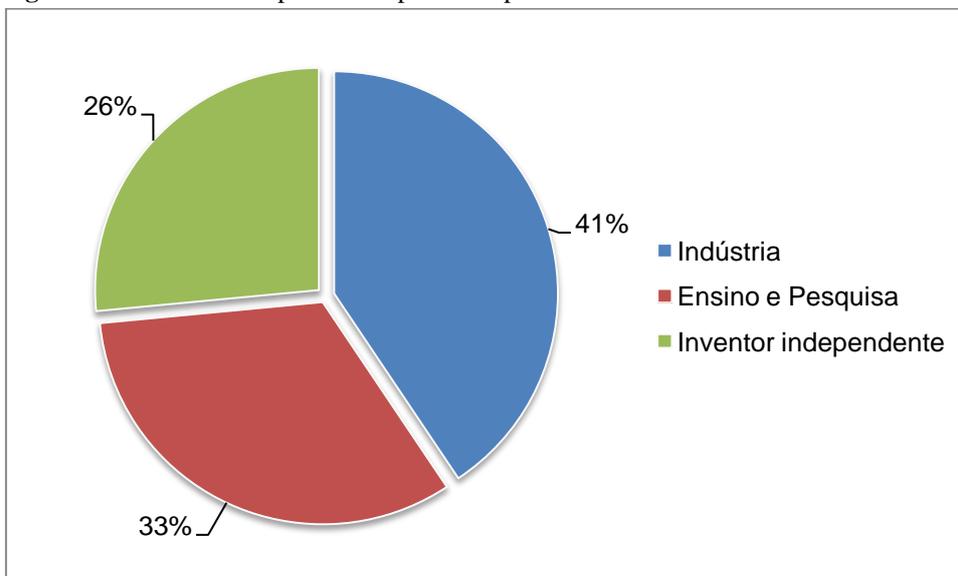
Na Figura 3 é apresentada a distribuição de patentes de acordo com os setores da sociedade. Analisando a titularidade, observa-se que maior parte dos documentos de patentes foram depositados pelas indústrias, seguida pelas instituições de ensino e pesquisa (representada pelas universidades e institutos acadêmicos) e pelos inventores independentes, detendo, respectivamente, 41%, 33% e 26% dos documentos depositados.

Nesse contexto, os inventores que se destacam pela quantidade relevante de documentos de patentes depositados estão apresentados na Figura 4. Dentre eles, Huang Ye, Feng Tao, Lin Guoyou e Wang Hui destacaram-se com 22, 14 e 12 depósitos, respectivamente. Estes juntamente com os demais, pertencem a China, país detentor principal das patentes selecionadas neste estudo.

Por conseguinte, dentre os inventores apresentados, percebe-se que, na grande maioria, suas patentes foram depositadas por instituições privadas, principalmente pelas indústrias que detém quantidade relevante das patentes selecionadas. Isso comprova que as patentes depositadas são financiadas pelo setor industrial visando rentabilidade pela

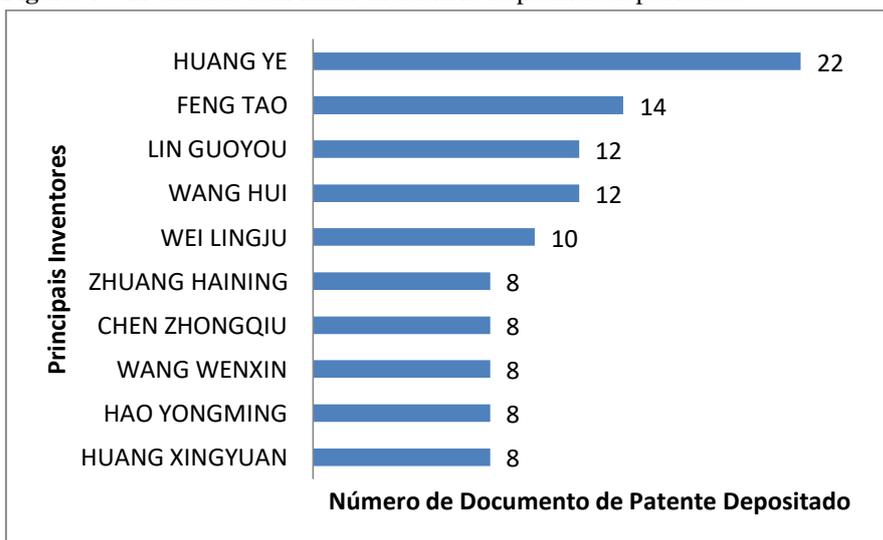
inovação e/ou desenvolvimento de uma nova patente que potencialize os lucros e a comercialização de seus produtos.

Figura 3 – Percentual de patentes depositadas por setores da sociedade.



Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

Figura 4 – Inventores com maior incidência de patentes depositadas.



Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

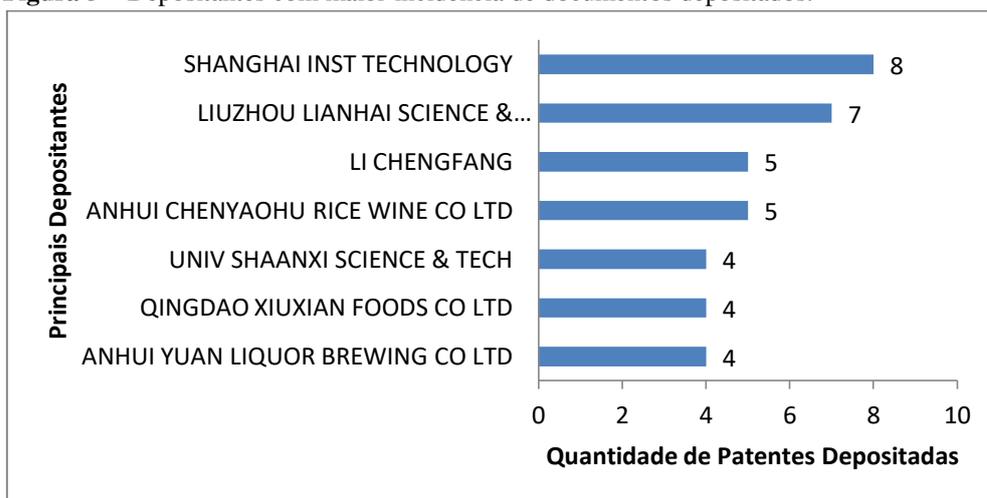
Os depositantes com quantidade relevante de depósitos estão apresentados na Figura 5. Da relação, as instituições acadêmicas de ensino e pesquisa SHANGHA

INST TECHNOLOGY e LIUZHOU LIANHAI SCIENCE & TECHNOLOGY CO LTD destacam-se por deterem 08 e 07 documentos de patentes, respectivamente; seguida da iniciativa privada ANHUI CHENYAOHU RICE WINE CO LTD, com 05 documentos de patentes. Nota-se ainda que, todos estes depósitos ocorreram no período entre 2014 e 2017, período de ápice de depósitos neste estudo.

O Instituto de Tecnologia de Xangai, na China, é uma instituição de ensino superior em tempo integral; constituído por um Centro de Educação Moderna, dois departamentos e onze escolas, a biotecnologia e engenharia de processamento de alimentos são alguns de seus campos de estudo ofertados. Nos últimos anos, o instituto tem apresentado um progresso tão substancial na pesquisa científica que tem sido repetidamente premiado com o Progresso em Pesquisa Científica e Sucesso em Pesquisa Educacional nos níveis estadual, ministerial ou municipal.

A LIUZHOU LIANHAI SCIENCE & TECHNOLOGY CO LTD é uma empresa de alta tecnologia especializada em transferência e incubação de tecnologia internacional. Tendo como seu principal negócio, apresentar projetos de ciência e tecnologia de ponta, produzir novos produtos e, ao mesmo tempo, fornecer locais de incubação e serviços para atividades de inovação corporativas.

Figura 5 – Depositantes com maior incidência de documentos depositados.



Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

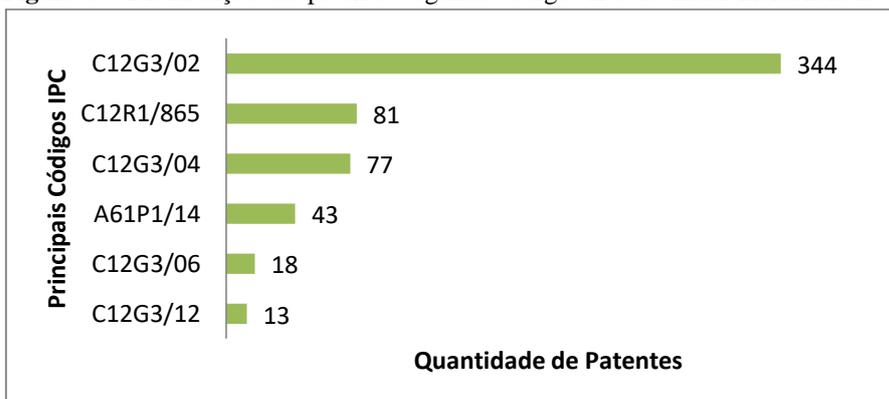
Nesse contexto, observa-se que o nível de inovação e andamento da economia do país possui relação diretamente proporcional ao número de pedidos de patentes apresentado por instituições de ensino e pesquisa. O investimento em Pesquisa &

Desenvolvimento (P&D), por empresas de todos os portes e universidades, também demonstra o grau de produtividade da nação.

Os códigos de classificação internacional de maior relevância para o estudo encontram-se apresentados na Figura 6. Os códigos IPC C12G3/02, C12R1/865 e C12G3/04, destacam-se por apresentar maior incidência no estudo, correspondendo a 39%, 9% e 8% dos códigos presentes nos documentos, respectivamente. Diante disto, pode-se contatar que boa parte das patentes depositadas está relacionada com o interesse do estudo, visto que a pesquisa foi direcionada às classes que englobam as bebidas alcoólicas, dentre eles, os fermentados. Em contrapartida, os códigos A61P1/14, C12G3/06 e C12G3/12 atuaram em 5%, 2% e 1%, respectivamente, nos documentos; revelando que das inovações na área de bebidas alcoólicas existe uma porcentagem considerável das bebidas processadas com fins para o apelo funcional e uma porcentagem baixa de bebidas fermentadas que utilizam ingredientes aromatizantes e por destilação no processo. As subdivisões dos códigos e o que consta cada um, encontra-se no Quadro 3.

Sob a ótica de aplicação das diferentes bebidas alcoólica fermentadas que contém em sua formulação uma fruta, conforme apresentado na Figura 7, o mirtilo, amora e kiwi foram os mais representativos nos documentos de patentes selecionados, estando presente em 38, 31 e 21 documentos de patente, respectivamente; seguidas da ameixa, pera e manga. Além das frutas apresentadas na Figura 7, houve ainda a presença de muitos frutos asiáticos, como: frutas chinesas de magnoliavine, frutas cordyceps sinensis, frutas de arhat, frutos de aronia melanocarpa, frutos de murta, frutos de schisandra, frutos rhodomyrti, frutos de corniso, frutos de índigo, dentre outras variedades de espécies cultivadas.

Figura 6 – Distribuição das patentes segundo códigos IPC de maior incidência no estudo.



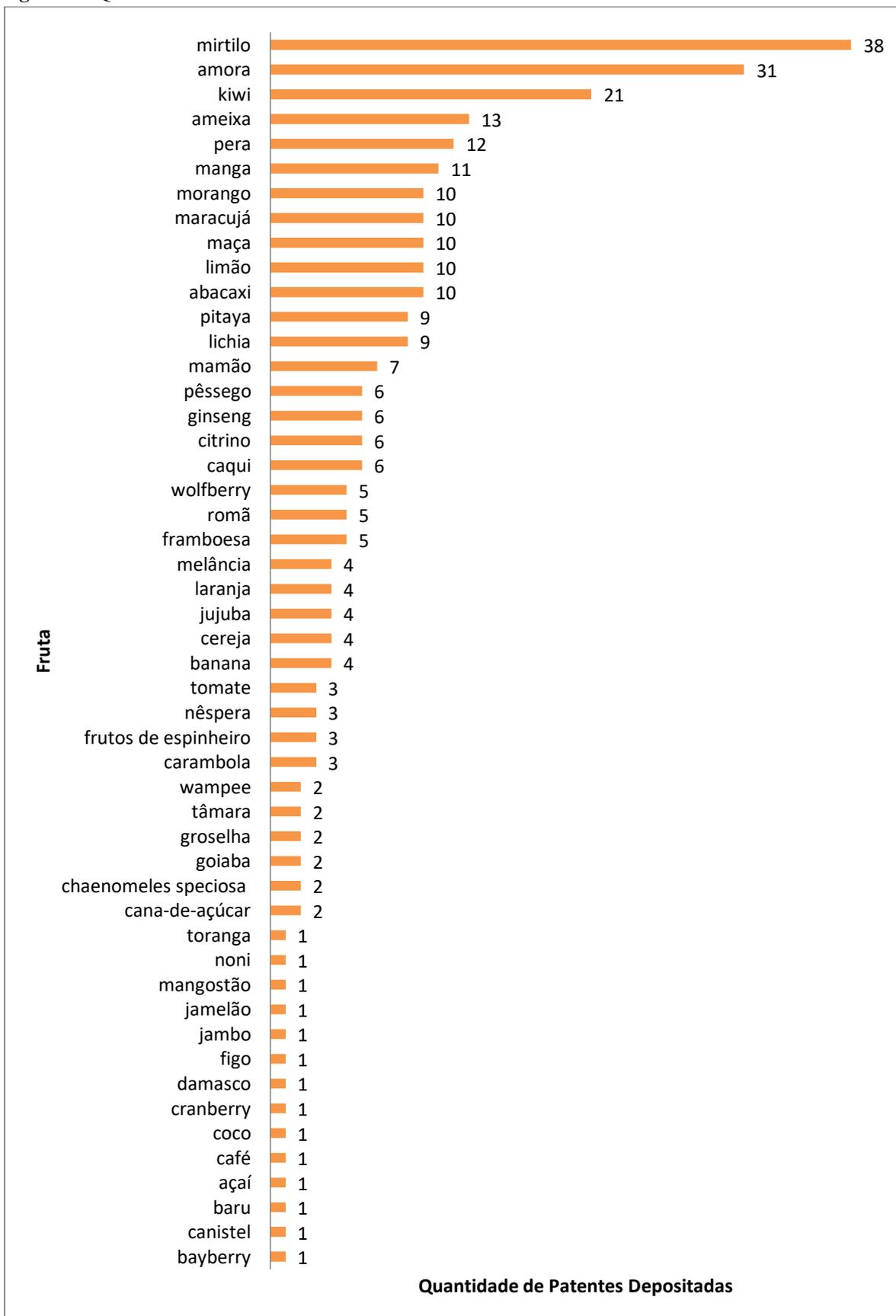
Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

Quadro 3 – Códigos com maior incidência e sua abrangência tecnológica.

Código IPC	Classificação
C12G3/02	Por fermentação direta.
C12R1/865	Sachharomyces cerevisiae.
C12G3/04	Por misturas e licores.
A61P1/14	Pró-digestivos, ácidos, enzimas, estimulantes do apetite, antispépticos, tônicos, antilatulentos.
C12G3/06	Com ingredientes aromatizantes.
C12G3/12	Por destilação.

Fonte: EPO, 2018.

Figura 7 – Quantitativo de frutas tratadas nos documentos selecionados.



Fonte: Elaboração própria a partir das bases de dados EPO e INPI, 2018.

CONCLUSÃO

Diante dos dados expostos neste estudo prospectivo, conclui-se que existe uma tendência ao crescimento de depósitos patentários na área de bebidas e o quanto é importante o incentivo à ciência, pesquisa e tecnologia num país, uma vez que o número de solicitações de documentos de patentes depositados pelo país possui relação diretamente proporcional ao desenvolvimento econômico da nação.

Apesar do avanço brasileiro no cenário mundial no depósito de patentes - 11ª colocação no *ranking* de depositantes de patentes em 2016 - percebe-se que os incentivos neste campo ainda são muito escassos; pois o país, que é o terceiro produtor mundial de frutas, foi responsável apenas por cinco patentes depositadas na plataforma INPI.

Paralelo a isso, ressalta-se ainda que, não há nenhum registro de patente depositado sobre a obtenção de fermentado alcoólico de umbu. Neste sentido, esta prospecção tecnológica torna-se relevante, seguindo o projeto de pesquisa desenvolvido para o depósito de patente de invenção, uma vez que o produto será uma nova opção de investimento na área de bebidas para o semiárido nordestino, além de representar uma forma alternativa para contornar os problemas das perdas pós-colheita.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº64, de 23 de abril de 2008. Regulamento Técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, nov. 2012. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/ef1ee2d72487688603257a9f004bbf57/\\$FILE/ATTPLES5.pdf/Portaria%20N%C2%B0%2064-2008.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/ef1ee2d72487688603257a9f004bbf57/$FILE/ATTPLES5.pdf/Portaria%20N%C2%B0%2064-2008.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, nov. 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/in-no-34-de-29-de-novembro-de-2012.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2018.
- EPO. European Patent Office. **Cooperative Patent Classification**. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/classification?locale=en_EP>. Acesso em 07 mai. 2018.

ROSA S. E. S. da; COSENZA J. P.; LEÃO L. T. de S. **Panorama do setor de bebidas no Brasil**. BNDS Setorial, Rio de Janeiro, n.23, p.101-150, mar. 2006. Disponível em:<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2607/1/BS%2023%20Panorama%20do%20Setor%20de%20Bebidas%20no%20Brasil_P.pdf>. Acesso em 06 jun. 2018.

SEAB. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. Análise da Conjuntura Agropecuária – Fruticultura. Safra 2016/2017. 9p. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf>. Acesso em 06 jun. 2018.

SEBRAE. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. Boletim de Inteligência – Agronegócio, Fruticultura. out. 2015. 5p. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em 06 jun. 2018.

SEBRAE. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural**. Boletim de Inteligência – Agronegócio, Fruticultura. agos. 2016. 5p. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/3e48870e607bdcc4c945d4a81de6d689/\\$File/7265.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/3e48870e607bdcc4c945d4a81de6d689/$File/7265.pdf)>. Acesso em 06 jun. 2018.

WIPO. **World Intellectual Property Indicators 2011**. Economics & Statistics Series, 2011. Disponível em:<http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2011.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.

WIPO. **World Intellectual Property Indicators 2013**. Economics & Statistics Series, 2013. Disponível em:<http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2013.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.

WIPO. **World Intellectual Property Indicators 2015**. Economics & Statistics Series, 2015. Disponível em:<http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2015.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.

WIPO. **World Intellectual Property Indicators 2016**. Economics & Statistics Series, 2017. Disponível em:<http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2017.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.