

**CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO, QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA
E MICROBIOLÓGICA DE BEBIDAS ALCOÓLICAS
FERMENTADAS E FERMENTO-DESTILADAS DE FARINHA DO
MESOCARPO DO BARU COM DIFERENTES BASES
AÇUCARADAS**

**FERMENTATION KINETICS, PHYSICOCHEMICAL AND
MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FERMENTED AND YEAST-
DISTILLED ALCOHOLIC BEVERAGES FROM BARU
MESOCARP FLOUR WITH DIFFERENT SUGAR BASES**

TATIZA TERRA BARCELLOS

Universidade Federal de Goiás
oli.aryane@outlook.com

LARISSA SILVA COUTO

Universidade Federal de Goiás
oli.aryane@outlook.com

ARYANE RIBEIRO OLIVEIRA

Universidade Estadual de Goiás
oli.aryane@outlook.com

MÁRCIO CALIARI

Universidade Federal de Goiás
oli.aryane@outlook.com

MANOEL SOARES JUNIOR

Universidade Federal de Goiás
oli.aryane@outlook.com

Resumo – O Baru (*Dipteryx alata* Vog.), é uma fruta pouco explorada e rica nutricionalmente. Pode ser consumida *in natura* ou transformada em outros produtos alimentícios. O consumo predominante é de sua castanha, entretanto as demais partes do fruto também possuem uma composição interessante e, geralmente são desprezadas. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento cinético da fermentação alcoólica de bebidas produzidas a partir de diferentes sucos de abacaxi, de laranja e caldo de cana-de-açúcar misturadas à farinha da polpa do baru, através da avaliação da variação de pH, sólidos solúveis totais e temperatura. Delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições originais, foi utilizado. A cinética de fermentação, propriedades físico-químicas e microbiológica das bebidas, foram determinadas. O processo fermentativo foi encerrado após 72 h, com a estabilização da concentração dos substratos. Todos os tratamentos exibiram redução gradativa no teor de sólidos solúveis. O tratamento com 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa de farinha do mesocarpo de baru e o tratamento com 100 % da solução aquosa de farinha do mesocarpo de baru, apresentaram maior teor alcoólico, entre as bebidas fermentadas e fermento-destiladas respectivamente. O extrato seco das bebidas alcoólicas fermentadas variou de 24,37 a 42,72 g L⁻¹ e das bebidas fermento-destiladas de 0,00 a 0,02 g L⁻¹.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089

¹. Portanto, o subproduto do baru pode ser uma alternativa viável para produção de bebidas alcoólicas, contribuindo, assim, para a exploração de produtos regionais.

Palavras-chave: *Dipteryx alata*. Cerrado. Mostos de fruta. *Saccharomyces cerevisiae*.

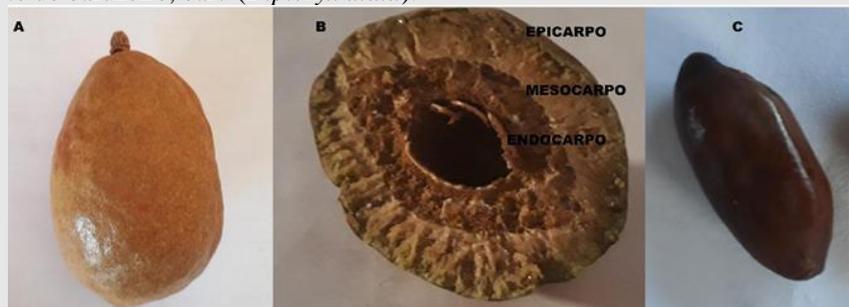
Abstract – The Baru (*Dipteryx alata* Vog.) is an underexplored and nutritionally rich fruit. It can be consumed fresh or transformed into other food products. The predominant consumption is of its nut, although the other parts of the fruit also have an interesting composition and are generally discarded. The aim of this study was to evaluate the kinetic behavior of the alcoholic fermentation of beverages produced from different juices (pineapple, orange, and sugarcane juice) mixed with flour from the pulp of the baru, by assessing the variation of pH, total soluble solids, and temperature. A completely randomized experimental design, with 4 treatments and 4 original repetitions, was used. The fermentation kinetics, as well as the physicochemical and microbiological properties of the beverages, were determined. The fermentation process was stopped after 72 hours, with the stabilization of the substrate concentrations. All treatments showed a gradual reduction in the total soluble solids content. The treatment with 50% diluted sugarcane juice + 50% aqueous solution of flour from the mesocarp of baru and the treatment with 100% aqueous solution of flour from the mesocarp of baru presented the highest alcoholic content among the fermented and fermented-distilled beverages, respectively. The dry extract of the fermented alcoholic beverages varied from 24.37 to 42.72 g L⁻¹ and of the fermented-distilled beverages from 0.00 to 0.02 g L⁻¹. Therefore, the byproduct of baru can be a viable alternative for the production of alcoholic beverages, thus contributing to the exploration of regional products.

Key words: *Dipteryx alata*. Cerrado. Fruit musts. *Saccharomyces cerevisiae*.

Introdução

A *Dipteryx alata* Vog. é uma árvore frutífera pertencente à família *Leguminosae* (*Fabaceae*), característica do bioma cerrado do Brasil Central (Carrazza e D'Ávila, 2010). Além do Brasil, também pode ser encontrada em países vizinhos como o Paraguai e a Bolívia (Oliveira e Hespanhol, 2012). No Brasil, o *Dipteryx alata* Vog., é conhecido como baruzeiro, e seu fruto popularmente conhecido baru (Vera & Souza, 2009). O baru é composto por uma casca marrom (epicarpo), polpa (mesocarpo) e amêndoa, sendo esta última a parte convencionalmente consumida (Viana *et al.*, 2023).

Figura 1: Fruto do baruzeiro, baru (*Dipteryx alata*).



A: Fruto inteiro; B: Corte transversal do fruto, evidenciando suas partes internas; C: Amêndoa.

Fonte: Morais, 2019.

A amêndoa do baru apresenta alta concentração de proteínas e lipídios, além de ser rica em potássio, fósforo e enxofre (Togashi e Sgarbieri, 1994; Takemoto *et al.*, 2001;

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 Vera *et al.*, 2009). Geralmente, consumida torrada, aplicada no enriquecimento de pães, bolos, misturas de cereais para o café da manhã, sorvetes ou na forma de doces, geleias, paçocas, barras de cereais e extratos, assemelhando-se ao amendoim (Santos *et al.*, 2012; Ravagnani *et al.*, 2012; Magalhães, 2014; Fioravante *et al.*, 2017).

A pele e polpa do baru, possuem baixas concentrações de proteínas e lipídios, e alto teor de carboidratos, principalmente amido, açúcares e fibra alimentar insolúvel (Togashi & Sgarbieri, 1994). A polpa do baru também é rica em vitaminas e sais minerais como potássio ($572 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), cobre ($3,54 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), ferro ($5,35 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), cálcio ($75,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), fósforo ($82,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) e magnésio ($3,9 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). A polpa do baru ainda imaturo contém elevados teores de taninos. No entanto, à medida que o fruto amadurece esses teores diminuem, tornando o consumo dos frutos caídos ao chão mais adequados que os colhidos nas árvores (Sano, 2016).

Bastante produtivo, o baruzeiro é considerado pela população regional como complemento à renda familiar pela comercialização sazonal da amêndoa e seus subprodutos (Carneiro *et al.*, 2014). O descarte da pele e polpa do baru torna-se relevante, visto que apresentam propriedades nutricionais importantes (Marcelino *et al.*, 2018). O aproveitamento integral dos alimentos, além de enriquecer a dieta, contribui para minimizar o desperdício (Aiolfi e Basso, 2013). Nesse sentido, tem-se buscado alternativas para promover o aproveitamento integral do fruto, como por exemplo, melhorar formulações de alimentos através da adição de farinhas de frutos nativos (Marcelino *et al.*, 2018).

A fruta comumente utilizada na produção de bebidas fermentadas, é a uva, entretanto estudos com a aplicação de outras frutas têm sido desenvolvidos, como abacaxi (Diógenes *et al.*, 2022), laranja (Alcântara e Menezes, 2017), maracujá (Oliveira *et al.*, 2020), jabuticaba (Asquieri *et al.*, 2009), polpa de baru (Ribeiro *et al.*, 2011), entre outras. Assim, a utilização de sucos de frutas para elaboração de bebidas alcoólicas configura-se como alternativa para produtores rurais, evitando perdas pós-colheita, além de agregar valor as bebidas regionais (Asquieri *et al.*, 2009).

A fermentação, é um processo de baixo custo e consiste na transformação bioquímica de materiais alimentícios pela ação de enzimas ou microrganismos. A fermentação ocorre em quatro etapas principais: (1) preparação do substrato, onde o

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089

material alimentar é disponibilizado para os microrganismos; (2) ativação e crescimento dos microrganismos, que começam a consumir o substrato; (3) conversão bioquímica, onde os microrganismos produzem enzimas que transformam o substrato em novos compostos, como ácidos, gases ou álcool; e (4) finalização, em que o produto fermentado é colhido, como etanol, ácido lático ou dióxido de carbono, dependendo do tipo de fermentação (GUPTA et al., 2022). A *Saccharomyces cerevisiae* é uma das leveduras mais utilizadas para fermentação alcoólica (Feitosa et al., 2023). Uma variedade de metabólitos fermentativos é produzida por essa levedura, principalmente etanol e CO₂, e metabólitos adicionais, como glicerol, ácidos orgânicos e compostos voláteis de aroma (Han et al., 2020). O processo fermentativo é iniciado logo que a levedura entra em contato com o mosto e é dividido em três fases: a preliminar, que é a fase de adaptação das leveduras e início da multiplicação celular; a principal ou tumultuosa, caracterizada pelo intenso desprendimento de gás carbônico e produção de álcool; e a fase complementar ou pós-fermentação, em que ocorre a redução acentuada da atividade fermentativa (Yokoya, 1995).

Sabe-se que, a qualidade e o sabor do vinho fermentado de frutas são influenciados por diversos fatores, como condições de fermentação, tipo de leveduras e matérias-primas, pois diferentes cepas de uma levedura podem dar origem a diferentes bebidas de uma mesma matéria-prima (Han et al., 2020). Em suma, a cinética da fermentação do vinho envolve o gerenciamento da atividade da levedura em todas essas variáveis, que segue uma curva típica de crescimento microbiano com fases de adaptação, fermentação ativa (log), estabilização (estacionária) e declínio. Diferentes sabores de bebida foram obtidas ao fermentar suco de maçã com diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (Yang et al., 2019; Han et al., 2020). Por isso, a legislação brasileira define como fermentado alcoólico de fruta, o obtido de uma espécie de fruta, do seu respectivo suco integral ou concentrado, ou da sua polpa (Brasil, 2008). Tal legislação, também estabelece que aguardente de fruta é a bebida obtida de uma espécie, do seu respectivo suco integral ou concentrado, ou da sua polpa, que pode ser adicionada de água (Brasil, 2008). Desse modo, bebidas mistas, ou seja, produzidas a partir de mais de uma fruta, não são descritas por essa legislação.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089

O potencial de utilização de abacaxi (Diniz e Pinheiro, 2013), laranja (Alcântara e Menezes, 2017) e cana-de-açúcar (Cardoso, 2001) para fermentação já é bem estabelecido. No entanto, a combinação dessas frutas com outras ainda é pouco explorada. Recentemente, as frutas nativas do cerrado brasileiro, como o baru, têm sido mais exploradas comercialmente e pesquisadas, devido aos seus sabores exóticos e à composição nutricional, além do potencial econômico, ecológico, farmacêutico e alimentício (Reis e Schmiele *et al.*, 2019; Barbosa, Costa e Sanches, 2024). Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento cinético da fermentação alcoólica de bebidas produzidas a partir de diferentes sucos de abacaxi, de laranja e caldo de cana-de-açúcar misturadas à farinha da polpa do baru, através da avaliação da variação de pH, sólidos solúveis totais e temperatura. Além disso, foram avaliadas a qualidade físico-química, com análises de acidez, densidade, grau alcoólico, extrato seco, pH e teor de sólidos solúveis totais, e microbiológica das bebidas fermentadas e fermento-destiladas resultantes dessas misturas.

Material e métodos

O baru foi colhido na zona rural do município de Mundo Novo, Goiás (13°55'11,3" S e 50°06'54,8" W), safra de 2017, entre os meses de setembro e outubro. O abacaxi Pérola (*Ananas comosus* L. Merrill) e a laranja Pêra Rio (*Citrus sinensis* L. Osbeck), assim como, a levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) (Blastosel DELTA, Perdomini, Itália), metabissulfito de potássio (Indupropil, Itália) e o açúcar cristal (Cristal, Goiânia, Brasil) foram adquiridos no comércio local de Goiânia, Goiás, Brasil. A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), variedade RB867515, foi colhida na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

A cana-de-açúcar e os frutos abacaxi, laranja e baru foram lavados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm, durante 15 min. Posteriormente, a cana-de-açúcar foi moída em engenho elétrico (Botini, B120 Alto, São Paulo, Brasil) para obtenção do caldo. O suco de laranja foi extraído em equipamento específico (Zummo, Z14, São Paulo, Brasil), e o suco de abacaxi foi extraído em liquidificador doméstico

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 (Philips Walita, RI2103, Varginha, Brasil). Os sucos foram obtidos sem a adição de água, filtrados, armazenados em garrafas plásticas e mantidos sob refrigeração (5 °C).

Os barus foram escarificados por abrasão em um descascador de batatas (Siemens, DP-06, Brusque, Brasil), imersos em água por 2 horas e, em seguida, despulpados em uma despulpadora (Itametal, Bonina 0,25 df, Itabuna, Brasil). A polpa foi seca em uma estufa com circulação de ar (Tecnal, TE-394/3, Piracicaba, Brasil) a 55 °C por 24 horas, moída em um moedor (Cadence, Di Grano - MDR302-127, Caxias do Sul, Brasil) e homogeneizada em uma peneira de 0,5 mm. Dessa forma, obteve-se a farinha da polpa de baru, que foi acondicionada em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenada sob refrigeração em um freezer a -18 °C.

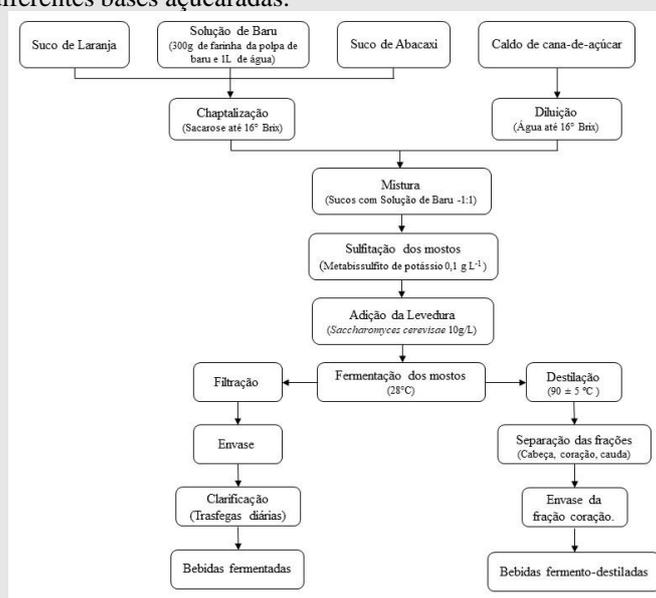
A composição química da polpa de baru foi determinada segundo AOAC (2016). A umidade, obtida em estufa a 105 °C; o teor de cinzas, determinado em mufla a 550 °C; a proteína bruta, estimada pelo método micro-Kjeldahl com fator de conversão de nitrogênio de 6,25; os lipídios, mensurados por extração com éter de petróleo P.A em aparelho Soxhlet; a fibra alimentar total através do método enzimático-gravimétrico; os carboidratos por diferença; e o valor energético total, calculado considerando-se os fatores de conversão de Atwater (4 kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos e 9 kcal g⁻¹ para lipídios). Os açúcares redutores totais foram determinados segundo Miller (1959), com leitura de absorbância a 550 nm em espectrofotômetro (Bel Photonic, SP2000UV, Piracicaba, Brasil). O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por leitura direta em refratômetro digital de bancada (ABBE, WYA-2S, Zhejiang, China), previamente calibrado com água destilada, expresso em °Brix. A correção dos SST foi feita em função da temperatura no momento da leitura (Brasil, 2005).

Um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições originais, foi utilizado para a obtenção das bebidas fermentadas. Os tratamentos das bebidas fermentadas consistiram em: 100 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (F1), 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (F2), 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (F3) e 50% de suco de laranja + 50 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (F4).

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089

Para as bebidas fermento-destiladas foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições originais, sendo os tratamentos: 100 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (D1), 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (D2), 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (D3) e 50% de suco de laranja + 50 % da solução aquosa de farinha da polpa de baru (D4).

Figura 2. Fluxograma da obtenção das bebidas fermentadas e fermento-destiladas de farinha da polpa de baru adicionadas de diferentes bases açucaradas.



Fonte: autores, 2024.

Para a fermentação, primeiramente, foi preparada uma solução constituída por com 300 g de farinha do mesocarpo de baru diluídas em 1 L de água (Figura 2). Os sucos de abacaxi, laranja e a solução de farinha da polpa de baru, foram chaptalizados com sacarose, e o caldo da cana-de-açúcar diluído em água para a padronização do teor de sólidos solúveis em 16 °Brix. Obteve-se os mostos a partir da mistura dos sucos ou caldo com a solução de farinha do da polpa de baru, na proporção de 1:1, estes foram sulfitados 2 h antes da inoculação da levedura com metabissulfito de potássio 0,1 g L⁻¹. A levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) foi hidratada em água a 40 °C, misturando-se 10 g de fermento seco a 100 mL de água, com agitação manual a cada 10 min, durante 30 min, e então foi adicionada ao mosto na proporção de 10 g L⁻¹ de mosto.

Os mostos foram transferidos para Erlenmeyers, com 1 L de capacidade, adaptados com batoque hidráulico de cortiça e mangueira de policloreto de vinil, para

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 saída do gás carbônico, e mantidos à 28 °C em BOD (Tecnal, TE-371, Piracicaba, Brasil) (Figura 3). O teor de SST, pH e a temperatura, foram determinados a cada hora, ao longo das primeiras 8 horas após a inoculação e, posteriormente, avaliados nos tempos 24, 48 e 72 horas. Para a determinação de SST foram coletadas alíquotas com o auxílio de pipeta de Pasteur com capacidade de 3 mL e feita leitura em um refratômetro de bancada, já o pH e a temperatura foram determinadas de forma direta com potenciômetro portátil. A fermentação foi interrompida quando o teor de SST se manteve constante. Os mostos foram filtrados em tecido tipo *voil*, envasados em garrafas de vidro, e mantidos sob refrigeração (5 °C) na posição vertical. A clarificação foi realizada, diariamente, através de trasfegas até a ausência de resíduos decantados, ou seja, as bebidas eram transferidas de um recipiente para o outro, todos os dias afim de eliminar os resíduos presentes.

Figura 3. Erlenmeyers adaptados com batoque hidráulico de cortiça e mangueira de policloreto de vinil para fermentação do mosto.



Fonte: autores, 2024.

Para a obtenção das bebidas fermento-destiladas foi realizado o processo de fermentação, conforme descrito anteriormente, e realizada a destilação em equipamento Redutec® (Marconi, MA087, Piracicaba, Brasil) à temperatura de 90 ± 5 °C. Originalmente, este equipamento é utilizado para análise de açúcares redutores e acidez volátil; conta com uma caldeira de vidro aquecida por resistência elétrica imersa no líquido, e condensador tipo serpentina acoplado a mangueira com passagem de água para resfriamento. A bebida alcoólica fermentada resultante de cada tratamento foi adicionada, uma por vez, na caldeira e procedeu-se a destilação. No processo de destilação separou-se as frações “cabeça”, “coração” e “cauda”. A fração “coração”, 80% do volume destilado, foi envasada em garrafas de vidro transparente.

Foi determinada da acidez total para as bebidas fermentadas e acidez volátil por titulometria para as bebidas fermento-destiladas, utilizando NaOH 0,1 mol/L e fenolftaleína como indicador; densidade relativa a 20 °C, pelo método do picnômetro, em que a densidade relativa é dada pela razão entre a massa da amostra e a massa da água, obtidas através do volume presente no picnômetro; grau alcoólico, utilizando tabela de conversão da densidade, com resultado expresso em porcentagem de álcool por volume; extrato seco por evaporação da água e álcool; pH por leitura direta em potenciômetro digital (Tecnal, R-TEC-3P-MP, Piracicaba, Brasil) e teor de sólidos solúveis, determinado por leitura direta em refratômetro digital de bancada, conforme AOAC (2016). As análises microbiológicas envolveram a contagem de coliformes a 45 °C e detecção de *Salmonella* sp. conforme APHA (2001). A presença de *Salmonella* sp. em 25 mL foi determinada em ágar xilose-lisina-desoxicolato (XLD), incubado a 35 °C por 24 h. A análise de coliformes a 45 °C foi feita pela técnica do número mais provável (NMP) e utilizou-se a tabela de Hoskins para determinação da contagem. As análises foram realizadas em triplicata para cada diluição e para cada microrganismo pesquisado. Os dados resultantes da caracterização físico-química, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (5% de significância) com auxílio do software SISVAR 5.6. Os gráficos das regressões foram elaborados com o auxílio do aplicativo Microsoft® Office Excel 3.0.

Resultados e discussão

A composição centesimal dos frutos pode sofrer influência do tipo de solo, condições climáticas, estágio de maturação, época de colheita e outros fatores ambientais. O teor de proteínas é determinante na produção de bebidas alcoólicas pois, o excesso pode causar turvação do líquido, o que afeta a qualidade do produto.

Tabela 1. Composição centesimal da polpa do baru *in natura* (em base úmida) e dados publicados sobre casca e polpa ou polpa de baru *in natura*.

Parâmetro	Polpa	Casca e polpa ¹	Polpa ²	Polpa ³
Umidade ⁴	10,02 ± 0,16	21,05 ± 0,05	13,7 ± 0,57	24,45 ± 0,18
Cinzas ⁴	3,66 ± 0,04	1,79 ± 0,01	4,34 ± 0,30	2,00 ± 0,06
Lipídios ⁴	0,97 ± 0,02	3,30 ± 0,26	3,73 ± 0,14	3,57 ± 0,10
Proteína ⁴	5,70 ± 0,13	4,45 ± 0,06	4,17 ± 0,70	5,88 ± 0,10
Carboidratos totais ⁴	79,65	65,01 ± 0,19	54,90	22,50
Fibra alimentar total ⁴	31,60 ± 0,52	-	19,19 ± 0,20	41,60 ± 0,10
Açúcares redutores ⁴	12,39 ± 0,40	-	-	-

Valor energético total ⁵	334,13	-	269,85	145,65
Média ± desvio-padrão ¹ Rocha & Santiago (2009); ² Alves et al. (2010); ³ Lima et al. (2010); ⁴ g 100 g ⁻¹ ; ⁵ kcal.				

O teor de umidade da polpa de baru *in natura* foi relativamente próximo dos valores médios obtidos por Alves *et al.* (2010), que trabalharam com frutos coletados no mês de outubro, e inferior ao encontrado por Lima *et al.* (2010), que analisaram frutos coletados em agosto (Tabela 1). Tal discrepância pode ter relação com o período em que os frutos foram coletados. O barueiro frutifica entre os meses de julho e outubro, dessa forma, frutos que foram coletados no início desse período tendem a ter umidade maior, pelo fato de terem ficado menos tempo expostos ao sol perdendo umidade para o ambiente.

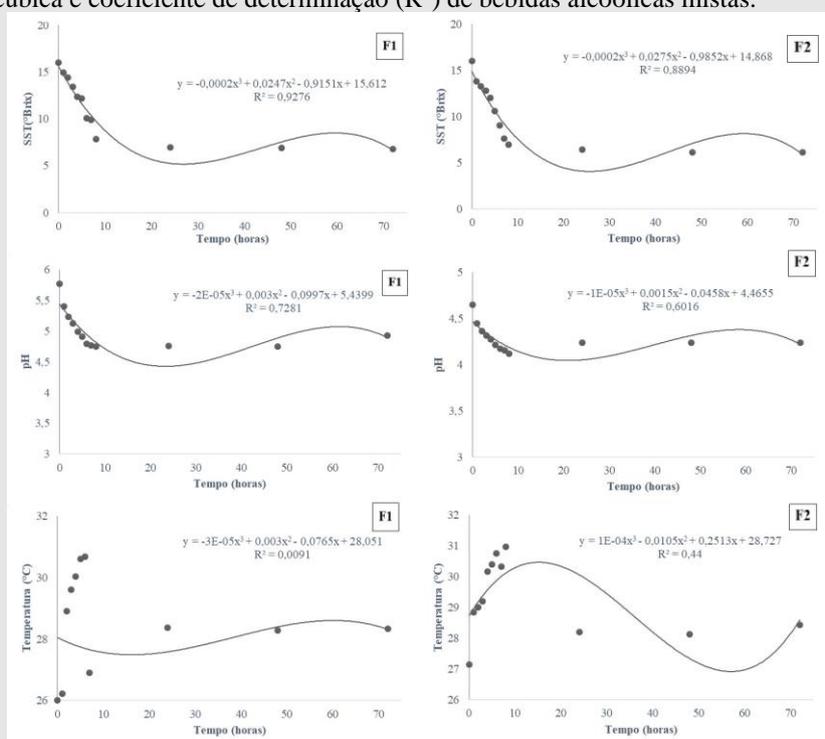
O conteúdo de cinzas encontrado para a polpa do baru foi maior que os determinados por Rocha e Santiago (2009) e Lima *et al.* (2010), e menor que o reportado por Alves *et al.* (2010) (Tabela 1). O teor de cinzas da polpa do baru *in natura* (3,66 g 100 g⁻¹) reforçou se tratar de um alimento rico em minerais, como verificado por Togashi e Sgarbieri (1994) que constatou em sua pesquisa a presença de potássio (572 mg 100g⁻¹), cobre (3,52 mg 100g⁻¹), ferro (5,35 mg 100g⁻¹), cálcio (75,2 mg 100g⁻¹), fósforo (82,2 mg 100g⁻¹) e magnésio (3,9 mg 100g⁻¹) na composição do baru.

O teor de lipídios encontrado foi inferior ao constatado por Rocha Santiago (2009), Alves *et al.* (2010) e Lima *et al.* (2010) (Tabela 1). A variação na quantidade de lipídios pode estar relacionada ao armazenamento dos frutos, que perdem alguns compostos durante a estocagem. Outra possibilidade é de que fatores como tipo de solo, adubação, condições climáticas e outros fatores ambientais da região onde os frutos se desenvolveram tenha influenciado diretamente na composição centesimal (Ávila *et al.*, 2010). O baixo conteúdo de proteína (Tabela 1) está em conformidade com o reportado por Rocha e Santiago (2009), Alves *et al.* (2010) e Lima *et al.* (2010). O teor de proteínas relativamente baixo é interessante na produção de bebidas alcoólicas, principalmente nos processos de floculação e clareamento: As proteínas podem causar turvação nas bebidas alcoólicas, o que pode afetar a aparência e a qualidade final do produto. Portanto, em algumas situações, é desejável ter um baixo teor de proteínas para evitar a turvação.

A polpa do baru pode ser classificada como um alimento com alto teor de fibras, visto que apresentou teor acima de 6 g 100 g⁻¹ (Brasil, 1998). A diferença dos resultados

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 obtidos para carboidratos e FAT quando comparados com Rocha e Santiago (2009), Alves *et al.* (2010) e Lima *et al.* (2010) (Tabela 1) pode estar relacionada a diferentes estágios de maturação dos frutos, tipo de solo, clima e metodologia empregada nas análises (Togashi, 1993). As fibras podem contribuir para o teor de açúcares, vitaminas e minerais presentes no mosto, o que, por sua vez, pode afetar a nutrição das leveduras durante o processo de fermentação pois, uma nutrição adequada é crucial para garantir uma fermentação do mosto de forma saudável e completa.

Figura 4A. Cinética de fermentação (sólidos solúveis totais, pH e temperatura) com respectivos modelos de regressão cúbica e coeficiente de determinação (R^2) de bebidas alcoólicas mistas.

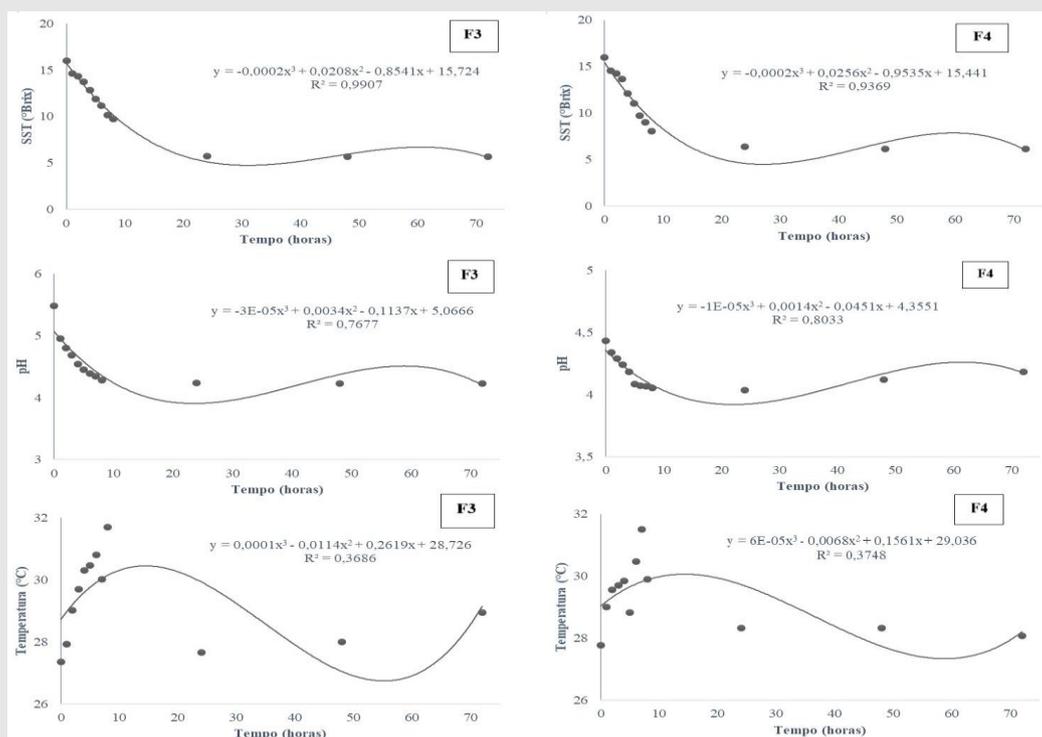


F1: 100 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; F2: 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru.

No que se refere aos açúcares redutores, Ribeiro *et al.* (2011) encontraram valor mais elevado na polpa do baru (29,6 g 100 g⁻¹, em base seca). Quando comparada a outras frutas, a polpa do baru se mostra rica em açúcares redutores, a exemplo da acerola (5,26 g 100 g⁻¹) e amora-preta (8,64 g 100 g⁻¹) (Segtowitz *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2015). Frutas com alto teor de açúcares redutores, são interessantes na fabricação de bebidas alcoólicas fermentadas, pois os microrganismos os utilizam como substrato para produzir álcool e dióxido de carbono durante a fermentação. Nesse sentido, a polpa de baru é uma matéria-prima com potencial para ser aplicada na produção de alimentos e bebidas

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 fermentadas e fermento-destiladas, principalmente, como vinhos, cervejas, licores e outras bebidas alcoólicas, onde os açúcares presentes na fruta podem ser convertidos em álcool e dióxido de carbono pelas leveduras presentes no processo de fermentação.

Figura 4B. Cinética de fermentação (sólidos solúveis totais, pH e temperatura) com respectivos modelos de regressão cúbica e coeficiente de determinação (R^2) de bebidas alcoólicas mistas.



F3: 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; F4: 50% de suco de laranja + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru.

O processo fermentativo ocorreu em 72 h, momento em que a concentração de substratos estabilizou (Figura 4A e 4B). Esse tempo de fermentação foi inferior ao encontrado por Dantas e Silva (2017), que produziram bebida alcoólica fermentada de umbu fruta nativa do Nordeste, e superior ao encontrado por Alcântara e Menezes (2017), que fermentaram vinho de laranja com diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. O consumo de substrato em função do tempo apresentou tendências de comportamento semelhante, para os diferentes tratamentos, em que, nota-se redução gradativa no teor de sólidos solúveis para todos os tratamentos, mais evidente nas primeiras horas após a inoculação (Figuras 4A e 4B). Este decréscimo, ocorre em razão do crescimento acelerado das leveduras e consequente consumo do substrato. O rápido consumo de

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 substrato nas primeiras 24 h pode ser atribuído à fácil adaptação da levedura às condições do mosto, o que, também, indica a presença de grande quantidade de açúcares fermentescíveis. A diminuição no consumo de substrato, após as 24h de fermentação, pode estar relacionada à morte celular das leveduras resultante do estresse nutricional do meio ocasionado pelo álcool produzido como metabólito secundário do processo fermentativo (Dantas e Silva, 2017).

Nas primeiras 8 h, após a inoculação da levedura, foi possível observar queda gradual do pH (Figura 4A e 4B). Essa diminuição é consequência da produção de ácidos orgânicos pelas leveduras no decorrer da fermentação (Alcântara e Menezes, 2017). O pH variou significativamente em todos os tratamentos ao longo do mesmo período, resultado que pode ser atribuído à falta de padronização do pH inicial e às diferentes quantidades de ingredientes nas formulações. A tendência ao pH ácido em bebidas alcoólicas, observada neste estudo, é relevante para diversos aspectos, como sabor, conservação, estabilidade microbiológica e qualidade sensorial. O pH é uma variável crítica, influenciando as reações químicas e a reprodução microbiana durante o processamento das bebidas.

Observou-se um aumento da temperatura do mosto nas primeiras 8 horas de fermentação (Figura 4A e 4B). Esse aquecimento pode estar relacionado à atividade das leveduras, que, ao realizar suas reações metabólicas, liberam energia na forma de calor. Quanto mais intensa a fermentação, maior a produção de calor. A faixa de temperatura ótima para a atividade das leveduras é entre 25°C e 30°C. Temperaturas acima dessa faixa podem enfraquecer as leveduras, favorecer o surgimento de microrganismos indesejáveis e aumentar as perdas de álcool por evaporação. Por outro lado, temperaturas abaixo desse intervalo reduzem a atividade das leveduras (Liszkowska e Berlowska *et al.*, 2021).

Os resultados da avaliação físico-química das bebidas alcoólicas fermentadas e fermento-destiladas estão apresentados na Tabela 2. A acidez total de todos os tratamentos se enquadrou nos parâmetros estabelecidos pela legislação, que preconiza uma acidez entre 50 e 130 meqL⁻¹ para fermentados de frutas (Brasil, 2008). A laranja e o abacaxi são de natureza ácida, o que justifica os tratamentos contendo o suco dessas frutas apresentarem maiores valores para este parâmetro. Alcântara e Menezes (2017) avaliaram a acidez total de bebidas produzidas a partir do suco de laranja, e reportaram

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089
valores entre 102,1 e 125,5 meq L⁻¹. O fermentado de acerola do tipo suave, elaborado por Segtowitz *et al.* (2013), apresentou acidez total de 128,78 meq L⁻¹.

Tabela 2. Acidez total, densidade relativa, grau alcoólico, extrato seco, pH e sólidos solúveis das bebidas alcoólicas fermentadas e acidez volátil, densidade relativa, grau alcoólico, extrato seco e pH das bebidas fermento-destiladas.

Parâmetro*	Tratamento**			
	F1 ¹	F2 ²	F3 ³	F4 ⁴
Acidez ⁹	47,39 ^A ± 0,95	72,70 ^B ± 1,69	50,61 ^A ± 1,81	87,09 ^C ± 2,61
Densidade (20°C) ¹⁰	0,99 ^A ± 0,00	0,98 ^B ± 0,00	0,98 ^C ± 0,00	0,99 ^D ± 0,00
Grau alcoólico ¹¹	7,27 ^A ± 0,41	10,58 ^B ± 0,39	12,80 ^C ± 0,27	9,00 ^D ± 0,16
Extrato seco ¹²	42,72 ^C ± 1,06	32,09 ^A ± 0,49	24,38 ^B ± 0,59	32,78 ^A ± 0,92
pH	4,93 ^C ± 0,01	4,24 ^A ± 0,00	4,23 ^A ± 0,02	4,18 ^B ± 0,02
SST ¹³	6,80 ^C ± 0,16	6,10 ^A ± 0,08	5,65 ^B ± 0,01	6,15 ^A ± 0,06
	D1 ⁵	D2 ⁶	D3 ⁷	D4 ⁸
Acidez volátil ¹⁴	26,73 ^A ± 0,86	29,65 ^B ± 0,57	34,20 ^C ± 0,85	27,05 ^A ± 0,30
Densidade (20 °C) ¹⁰	0,93 ^A ± 0,00	0,97 ^B ± 0,00	0,97 ^C ± 0,00	0,97 ^C ± 0,00
Grau alcoólico ¹¹	51,98 ^A ± 0,29	27,93 ^B ± 0,10	26,63 ^C ± 0,35	26,48 ^C ± 0,21
Extrato seco ¹²	0,00 ^A ± 0,00	0,01 ^{AB} ± 0,00	0,02 ^B ± 0,01	0,01 ^{AB} ± 0,00
pH	3,52 ^A ± 0,07	3,56 ^A ± 0,07	3,54 ^A ± 0,06	3,76 ^B ± 0,01

*Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ** Valores representados por Média ± Desvio Padrão. ¹F1: 100 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ²F2: 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ³F3: 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ⁴F4: 50% de suco de laranja + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ⁵D1: 100 % da solução aquosa da polpa de baru; ⁶D2: 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ⁷D3: 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ⁸D4: 50% de suco de laranja + 50 % da solução aquosa da farinha da polpa de baru; ⁹meq L⁻¹; ¹⁰ g cm⁻³; ¹¹ °GL; ¹² g L⁻¹; ¹³°Brix; ¹⁴ mg ácido acético 100 mL⁻¹.

Fonte: Autores, 2024.

A acidez volátil das bebidas alcoólicas fermento-destiladas apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as amostras, com exceção das amostras D1 e D4. Esse resultado pode estar relacionado às características das matérias-primas utilizadas, que favoreceram a formação de substâncias voláteis. Valores superiores aos obtidos neste estudo foram determinados em aguardentes artesanais de banana (46,0 mg/100 mL) e de banana com abacaxi (35,0 mg/100 mL) (Moro, 2016). A acidez volátil é influenciada por diversos fatores, incluindo o controle do tempo e da temperatura do processo fermentativo, o tipo de levedura empregada, o manejo do mosto e a higiene durante o processamento. A manutenção de baixos níveis de acidez volátil é um indicador de boa qualidade das bebidas produzidas, pois acidez excessiva pode comprometer o sabor e a estabilidade microbiológica do produto final. Neste estudo, os baixos valores de

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089
acidez volátil indicam um controle eficaz dos parâmetros fermentativos e boas práticas de higiene, resultando em bebidas de alta qualidade.

Quando comparadas aos requisitos legais, todas as bebidas alcoólicas destiladas analisadas estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Devido à ausência de regulamentação específica para aguardentes produzidas a partir de mais de uma matéria-prima, foram utilizados os parâmetros estabelecidos para aguardentes obtidas de uma única espécie de fruta. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil estabelece um limite máximo de 100 mg/100 mL para a acidez volátil, que foi respeitado por todas as amostras analisadas neste estudo (Brasil, 2008).

Em relação à densidade relativa a 20°C e ao grau alcoólico das bebidas fermentadas, observou-se uma diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). O grau alcoólico está diretamente relacionado à densidade das bebidas, como evidenciado pelos resultados apresentados: quanto menor a densidade, maior a graduação alcoólica. As bebidas fermentadas apresentaram maior densidade e menor grau alcoólico em comparação com as bebidas fermento-destiladas. Além do teor alcoólico, a presença de sólidos solúveis e não solúveis também pode influenciar na densidade final. De acordo com a legislação, a graduação alcoólica mínima para fermentados de frutas é de 4% e a máxima é de 14% em volume, a 20°C (Brasil, 2008). Assim, todos os tratamentos se apresentaram dentro dos critérios estabelecidos. A legislação que regulamenta os padrões de identidade e qualidade para aguardente de fruta estabelece graduação alcoólica de 36 a 54% v/v à 20 °C (Brasil, 2008).

Quanto ao teor alcoólico das bebidas fermento-destiladas, somente o tratamento D1 se enquadrou neste requisito. López *et al.* (2016), produziram destilado de mirtilo com 11,5 °GL e Cancelier *et al.* (2013) de uva-japão com teor alcoólico entre 47,50 a 76,60 °GL e bebida fermentada de laranja entre 9,5 a 12,3 °GL (Alcântara e Menezes, 2017; Segtowick *et al.*, 2013). A variação quanto ao teor alcoólico pode estar relacionada às características inerentes da matéria-prima.

O extrato seco total representa as substâncias não voláteis do fermentado (Asquieri *et al.*, 2008). Observou-se que o tratamento F1 apresentou o maior valor de extrato seco das bebidas fermentadas (Tabela 2). Este resultado superior pode ser atribuído à maior proporção de farinha na formulação, uma vez que a farinha do

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089

mesocarpo de baru é rica em fibras. Além disso, o teor de compostos fenólicos presentes na polpa do baru pode ter contribuído, uma vez que esta fruta possui um conteúdo maior dessas substâncias em comparação com frutas convencionais (Santiago *et al.*, 2018). O extrato seco de bebidas alcoólicas destiladas é constituído por substâncias como carboidratos, taninos, caramelo e ácidos fixos, presentes ou adicionados no mosto durante a preparação das bebidas, além de componentes minerais extraídos da madeira durante o período de envelhecimento (Asquieri *et al.*, 2009). Partindo deste princípio, é possível afirmar que os tratamentos com maiores resultados para extrato seco possuem quantidades consideráveis de compostos fenólicos e carboidratos, o que pode explicar os maiores valores deste parâmetro das bebidas fermentadas em comparação às fermento-destiladas.

Em relação ao pH, o maior valor observado entre as bebidas fermentadas foi registrado no tratamento F1, enquanto nas bebidas fermento-destiladas, o tratamento D4 apresentou o maior valor. Essa diferença pode estar associada à menor presença de álcool nessas amostras. Segundo Wu *et al.* (2017), pH na faixa de 4,0 a 5,0, como encontrado nas bebidas fermentadas, tem sido relatado como ótimo para a produção máxima de etanol em resíduos de frutas e vegetais, pois, favorecem o crescimento da levedura (Boulton *et al.*, 1995). Embora o mosto tenha sido, inicialmente, padronizado quanto ao teor de sólidos solúveis totais (16 °Brix), os resultados finais para bebidas fermentadas variaram (Tabela 2). As diferenças encontradas podem ser atribuídas à quantidade de açúcares fermentescíveis presente em cada um dos tratamentos, uma vez que o teor de sólido solúveis totais iniciais, temperatura de fermentação e quantidade de levedura foram padronizados.

Tabela 3. Perfil microbiológico detectado para as bebidas alcoólicas fermentadas e fermento-destiladas produzidas a partir da farinha do mesocarpo do baru compostas por diferentes bases açucaradas.

Microrganismos Pesquisados	Tratamentos			
	F1 ¹	F2 ²	F3 ³	F4 ⁴
Coliformes a 45°C ⁹	<0,3x10 ¹	<0,3x10 ¹	<0,3x10 ¹	<0,3x10 ¹
<i>Salmonella</i> sp. ¹⁰	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	D1 ⁵	D2 ⁶	D3 ⁷	D4 ⁸
Coliformes a 45°C ⁹	<0,3x10 ¹	<0,3x10 ¹	<0,3x10 ¹	<0,3x10 ¹
<i>Salmonella</i> sp. ¹⁰	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

¹F1: 100 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ²F2: 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ³F3: 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ⁴F4: 50% de suco de laranja + 50 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ⁵D1: 100 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ⁶D2: 50% de suco de abacaxi + 50 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ⁷D3: 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa da farinha da farinha de baru; ⁸D4: 50% de suco de laranja + 50 % da solução

A legislação brasileira não estabelece parâmetros microbiológicos para bebidas alcoólicas, por serem consideradas comercialmente estéreis. Alguns dos tratamentos avaliados neste estudo, não alcançaram a graduação alcoólica mínima necessária para serem considerados estéreis comercialmente, conforme indicado na Tabela 2. Por isso, foi feita análise de risco microbiológico para efeito de comprovação da qualidade sanitária da bebida. Os resultados obtidos sugerem boas condições higiênico-sanitárias durante o processo de produção das bebidas alcoólicas fermentadas, pois não foi possível identificar *Salmonellasp.* e coliformes a 45°C em nenhum dos tratamentos (Tabela 3). Em casos em que a graduação alcoólica não atinge o nível mínimo para esterilização (16 °GL), são empregadas técnicas combinadas, como pasteurização e uso de dióxido de carbono, para garantir a qualidade microbiológica das bebidas (Alais e Linden, 1991).

Conclusão

A farinha do mesocarpo do baru, tanto em sua forma isolada quanto em mistura com diferentes bases açucaradas, revelou-se uma excelente matéria-prima para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas e fermento-destiladas. O processo fermentativo ocorreu em 72 h e o tratamento com 50 % de caldo de cana-de-açúcar diluído + 50 % da solução aquosa de farinha do mesocarpo de baru e o tratamento com 100 % da solução aquosa de farinha do mesocarpo de baru (F3), apresentaram maior teor alcoólico, entre as bebidas fermentadas e fermento-destiladas respectivamente, e melhor desempenho geral em termos de eficiência de conversão de açúcar, estabilidade de pH e temperatura controlada, sugerindo que pode levar a uma bebida fermentada de maior qualidade com características mais consistentes e desejáveis. Para todas as formulações, o pH diminuiu durante a fermentação devido à produção de ácidos orgânicos, mas F3 mostra uma diminuição de pH relativamente mais estável.

A formulação F3 também apresentou concentração moderada de sólidos solúveis, indicando um nível apropriado de doçura. Enquanto isso, a formulação F4 (50% suco de laranja + 50% solução de farinha *de Baru*) também mostra características

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089 favoráveis, como um maior teor de extrato (32,78%). Assim, F3 e F4 apresentam características promissoras para a produção de bebidas alcoólicas de alta qualidade.

Agradecimentos

Às agências de fomento à pesquisa CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e FAPEG Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás pelo financiamento direto e indireto e à UFG - Universidade Federal de Goiás pela disponibilização de infraestrutura.

Referências

AIOLFI, A. H.; BASSO, C. Preparações elaboradas com aproveitamento integral dos alimentos. *Disciplinarum Scientia. Ciências da Saúde*, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 109-114, 2013.

ALAIS, C; LINDEN, G. *Food Biochemistry*. Ed. Ellis Horwood Limited. Inglaterra, 1991, 222p.

ALCÂNTARA, 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, p. 1-6, 2017.

ALVES, A. M.; MENDONÇA, A. L. de.; CALIARI, M.; CARDOSO SANTIAGO, R. A. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida-de-prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 266-273, 2010.

AOAC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**, 11th ed., St. Paul: AOAC, 2016.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination for foods**. Washington: APHA, 2001.

ASQUIERI, E. R.; RABÊLO, A. M. S.; SILVA, A. G. M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 881-887, 2008.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089
ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 896-904, 2009.

ÁVILA, R.; OLIVEIRA, L. F.; ASCHERI, D. P. R. Caracterização dos frutos nativos dos cerrados: araticum, baru e jatobá. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 1, n. 1, p. 53-69, 2010.

BARBOSA, I. P.; COSTA, L. B.; SANCHES, F. L. F. Z. Conhecimento e perfil de consumo de frutos nativos do Cerrado e do Pantanal de Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, v. 25, n. 2, e2523824, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 64, de 23 de abril de 2008. Regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 24, de 08 de setembro de 2005. Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres. (Método 08). **Diário Oficial da União (DOU)**, 20/09/2005, Brasília, DF: MAPA.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998: Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF, 1998.

BOULTON, R. B.; SINGLETON, V. L.; BISSON, L. F.; KUNKEE, R. E. **Principles and practices of wine making**. New York: The Chapman & Hall Enology Library, 1995. 604 p.

CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: Editora UFLA, 2001. 263p.

CARNEIRO, V. A.; GOMES, H. B.; NASSER, M. D.; RESENDE, H. G. O Baru (*Dipteryx alata* Vog.) como exemplo de incremento de renda e de sustentabilidade de comunidades rurais no cerrado goiano: um relato de experiência via seminários da disciplina “Sistemas Agrários de Produção e Desenvolvimento Sustentável”. **Revista InterAtividade**, Andradina, v. 2, n. 2, p. 42-52, 2014.

CANCELIER, A.; CAPELETTO, C.; PEREIRA, B. A.; TODESCATO, D.; COSTELLI, M. C.; da SILVA, A.; LOPES, T. J. Influência de parâmetros de processo na obtenção de bebida fermento-destilada de uva-japão (*HoveniadelphicThunberg*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 59-67, 2013.

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

- Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089**
DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Holos**, v. 2, p. 108-121, 2017.
- DIÓGENES, B. C.; MELO, R. P. F.; OLIVEIRA, M. N. M.; CARMO, S. K. S. Estudo preliminar da elaboração do fermentado de abacaxi com adição de hortelã. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 39, e26894, 2022.
- DINIZ, M. P. F.; PINHEIRO, A. S. Produção e caracterização físico-química de fermentado de abacaxi. In: 6º Encontro Nacional de Tecnologia Química, Maceió, ISBN: 978-85-85905-04-0. 2013.
- DUNCAN, J. D.; SETATI, M. E.; DIVOL, B. Redox cofactor metabolism in *Saccharomyces cerevisiae* and its impact on the production of alcoholic fermentation end-products. **Food Research International**, v. 163, 112276, 2023.
- FEITOSA, B. F.; FEITOSA, R. M.; OLIVEIRA, E. N. A. DE; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE; QUEIROZ, A. J. DE M.; SILVA, R. C. DA; MOREIRA, I. DOS S.; PIOVESAN, N. Myrtle (*Eugenia gracillima* Kiaersk.) as a fermented alcoholic beverage alternative to wine: Preliminary study. **Food Bioscience**, v. 54, 102830, 2023.
- FIORAVANTE, M. B.; HIANE, P. A.; BRAGA NETO, J. A. Elaboration, sensorial acceptance and characterization of fermented flavored drink based on water-soluble extract of baru almond. **Ciência Rural [online]**, Santa Maria, v. 47, n. 9, 2017.
- GUPTA, Kuldeep et al. Microbial Fermentation: Basic Fundamentals and Its Dynamic Prospect in Various Industrial Applications. **Industrial Microbiology and Biotechnology**, p. 107–128, 1 jan. 2022.
- HAN, X.; ZHAO, Y.; HU, B.; YANG, H.; PENG, Q.; TIAN, R. Influence of different yeast strains on the quality of fermented greengage (*Prunus mume*) alcoholic beverage and the optimization of fermentation conditions. **LWT**, v. 126, 109292, 2020.
- LIMA, J. C. R.; FREITAS, J. B. de; CZEDER, L. de P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim do Centro Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.28, n. 2, p.331-343, 2010.
- LISZKOWSKA, W.; BERLOWSKA, J. Yeast Fermentation at Low Temperatures: Adaptation to Changing Environmental Conditions and Formation of Volatile Compounds. **Molecules**, v. 26, 1035, 2021.
- LÓPEZ, N. E. L.; LEIVA, V. U.; CARRASCO, C. A. Development of a distilled-like alcoholic drink from blueberry (*Vaccinium corymbosum*) cv. Brigitta, and sensory analysis. **Acta Agronómica**. v. 65, p. 1-8, 2016.
- MAGALHÃES, R. M. A cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) no Cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 665-676, 2014.

- Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089**
- MARCELINO, G.; COLETA, I. T.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F. dos. Caracterização e análise sensorial de *cupcakes* elaborados com diferentes concentrações de farinha de casca e polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Multitemas**, Campo Grande, v. 23, n. 54, p. 265-281, 2018.
- MILLER G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426-428, 1959.
- MORAIS, F. A. **Avaliação físico-química do baru: influência da secagem do epicarpo e esocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa. 2019.** 39p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde.
- MORO, K. I. B. **Desenvolvimento e caracterização de aguardente de frutas a base de polpa de banana (*Musa* sp.) e de suco de abacaxi (*Ananas comusus* (L) MERRIL).** 2016. 87p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- OLIVEIRA, P. N.; GOMES, P. C. DOS S.; ALCARDE, A. R.; *et al.* Characterization and volatile profile of passion fruit spirit. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 21, p. 100223, 2020.
- OLIVEIRA, R. M. de; HESPANHOL, R. A. M. Para além da terra: acesso ao território e aos frutos da terra pelos povos tradicionais do cerrado. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 163-177, 2012.
- RAVAGNANI, F. C. de P.; RAVAGNANI, C. de F. C.; BRAGA NETO, J. A.; VOLTARELLI, F. A.; AZVALA, A. A. Z.; HABITANTE, C. A.; INOUE, C. M. Efeito de dietas hiperlipídicas com extrato de baru e chocolate sobre a área de adipócitos de ratos submetidos ao exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 190-194, 2012.
- REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e2017150, 2019.
- RIBEIRO, A. E. C.; ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para a seleção de uma bebida alcoólica fermentada de polpa de baru. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 2, n. 1, p. 57-72, 2011.
- ROCHA, L. S.; CARDOSO SANTIAGO, R. de A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 820-825, 2009.
- SANO, S. M. Critérios de Seleção de Baru para Produção de Amêndoas e Recomposição Ambiental. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. x p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 31).

- Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 278-299, dez. 2024. ISSN 1981-4089**
- SANTIAGO, G. L.; OLIVEIRA, I. G.; HORSTI, M. A.; NAVES, M. M. V. SILVA, M. R. Peel and pulp of baru (*Dipteryx Alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 244-249, 2018.
- SANTOS, G. G.; SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; MARTINS, D. M. de O.; ALMEIDA, R. de A. Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoa de baru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p.159-165, 2012.
- SEGTOEWICK, E. C. S; BRUNELLI, L. T.; VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 147-154, 2013.
- SOUZA, A. V.; RODRIGUES, R. J.; GOMES, E. P.; GOMES, G. P.; VIEITES, R. L. Caracterização bromatológica de frutos e geleias de amora-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 13-19, 2015.
- TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M. A.; PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113–117, 2001.
- TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Caracterização química parcial do fruto do baru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85–95, 1994.
- VERA, R.; SOARES JUNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B. de; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 112-118, 2009.
- VIANA, H. N. A.C.; SGANZERLA, W. G.; CASTRO, L. E. N.; VEECK, A. P. DE L. Characterization of baru (*Dipteryx alata* Vog.) and application of its agro-industrial by-product in the formulation of cookies. **Journal Agriculture and Food Research**, v. 12, 100577, 2023.
- WU, Y.; WANG, C.; ZHENG, M.; ZUO, J.; WU, J.; WANG, K.; YANG, B. Effect of pH on ethanol-type acidogenic fermentation of fruit and vegetable waste. **Waste Management**, v. 60, p. 158-163, 2017.
- YANG, H.; SUN, J.; TIAN, T.; GU, H.; LI, X.; CAI, G.; LU, J. Pysicochemical characterization and quality os Dangshan pear wines fermentes with different *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Food Biochemistry**, v. 43, n. 8 e12891, 2019.