



INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS URUPEMA
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

ESTUDO DO POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DO BUTIÁ
NA ELABORAÇÃO DE HIDROMEL

Urias de Souza Filho

Urupema
2023

Instituto Federal de Santa Catarina – Reitoria

Rua: 14 de julho, 150 | Coqueiros | Florianópolis/SC | CEP: 88.075-010
Fone: (48) 3877-9000 | www.ifsc.edu.br | CNPJ 11.402.887/0001-60



Urias de Souza Filho

ESTUDO DO POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DO BUTIÁ NA ELABORAÇÃO DE HIDROMEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Tecnologia de Bebidas Alcoólicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Urupema.

Orientador: Dr. Marcos R. D. Stroschein
Co-orientador: Dr. Jailson de Jesus

**Urupema
2023**



Estudo do potencial da utilização do butiá na elaboração de hidromel

Urias de Souza Filho ¹, Jailson de Jesus ¹, Marcos R. D. Stroschein ¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Urupema. Rua do Conhecimento, s/n, Urupema, SC, CEP 88625-000, Brasil.

Resumo: Hidromel é uma bebida alcoólica fermentada por leveduras tendo como ponto de partida um mosto constituído pela mistura de mel, água e alguns nutrientes. Diante do aumento do consumo dessa bebida, novos produtos têm sido desenvolvidos com adição de frutas, melhorando a nutrição das leveduras, agregando novos compostos bioativos e acrescentando outras combinações de sabores a bebida. Perante esse cenário, o estudo teve o objetivo de avaliar o potencial da utilização do butiá na elaboração de hidromel, realizando a caracterização físico-química dos tratamentos com proporções diferentes de suco de butiá concentrado adicionado ao mosto de mel. Foram utilizados frutos de butiá “in natura” para extração do suco, sendo este adicionado ao mosto de mel e padronizado todos tratamentos com a mesma densidade inicial. Ao mosto foi adicionado levedura comercial de *saccharomyces cerevisiae* e nutrientes, a fermentação ocorreu por 30 dias, sendo trasfegado, maturado, clarificado e então avaliado físico-quimicamente. As amostras produzidas de hidromel foram submetidas a análises de teor de álcool, acidez total, acidez volátil, acidez fixa, açúcares redutores, densidade relativa, pH e cor. Todos tratamentos com adição do suco de butiá atenderam os limites estabelecidos na legislação brasileira para as análises efetuadas, entretanto, o tratamento controle sem adição de butiá, ocorreu a interrupção da fermentação, ficando com o teor de álcool 40% menor. A acidez fixa e acidez total também não atingiram o limite mínimo especificado na legislação para amostra controle, mostrando que a utilização do butiá na produção do hidromel influenciou positivamente as características químicas do produto final, que somadas a um futuro estudo de análise sensorial poderá indicar viabilidade comercial para essa bebida.

Palavras-chave: hidromel; butiá; fermentação; leveduras, nutrientes.



Study of the potential use of butiá in the elaboration of mead

Urias de Souza Filho ¹, Jailson de Jesus ¹, Marcos R. D. Stroschein ¹

Abstract: Mead is an alcoholic beverage fermented by yeasts having as its starting point a wort consisting of a mixture of honey, water and some nutrients. Given the increase in consumption of this drink, new products have been developed with the addition of fruits, improving yeast nutrition, adding new bioactive compounds and adding other combinations of flavors to the drink. Therefore, this study aimed to evaluate the potential of using butiá in the preparation of mead, carrying out the physical-chemical characterization of treatments with different proportions of butiá juice added to the wort. Fresh butiá fruits were used to extract concentrated juice, which was added to the honey wort and standardized with the same initial density. Commercial yeast from *saccharomyces cerevisiae* and nutrients were added to the wort, brewing for 30 days, and was then racked, matured, clarified and evaluated physicochemically. The mead samples produced were subjected to analyzes of alcohol content, total acidity, volatile acidity, fixed acidity, reducing sugars, relative density, pH, and color. All treatments with the addition of butiá juice met the limits established in Brazilian legislation for the analyzes carried out, however, in the control treatment without the addition of butiá, fermentation was interrupted, leaving the alcohol content 40% lower. The fixed acidity and total acidity also did not reach the minimum limit specified in the legislation for the control sample, showing that the use of butiá in the production of mead positively influenced the chemical characteristics of the final product, which, added to a future sensory analysis study, could indicate commercial viability for this drink.

Keywords: mead; butiá; brew; yeast; nutrients.

Introdução

O hidromel, uma bebida alcoólica obtida a partir da fermentação do mel, tem sido objeto de interesse crescente devido à sua rica história cultural e potencial como uma alternativa ao vinho e cerveja convencionais. Além disso, a crescente valorização de produtos naturais e regionais tem impulsionado pesquisas relacionadas ao uso de sucos de frutas regionais na produção de hidromel, visando a diversificação e incorporação de sabores distintos. A exploração e a comercialização do hidromel se mostram como oportunidades promissoras no segmento de bebidas alcoólicas no Brasil. Em outros países, como por exemplo nos Estados Unidos, é um mercado que já se encontra em franca expansão (Nakada; Caciatori; Andolfi, 2020).

Segundo Decreto nº 6871 de 4 de julho de 2009, hidromel é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável (BRASIL, 2009). Esta bebida alcoólica é reconhecida como a mais antiga consumida pelo homem, talvez até antes do vinho, e provavelmente a precursora da cerveja (Navrátil *et al.*, 2001). A Instrução Normativa nº 34 de 29 de novembro de 2012 do MAPA estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para o hidromel, além de ressaltar que o uso de açúcar (sacarose) para a elaboração dessa bebida não é permitido (BRASIL, 2012). Cabe ressaltar, que a legislação nacional não aborda sobre a inserção de outros ingredientes, como frutas, ervas e especiarias durante o processo produtivo do hidromel.

O mel é um produto natural, composto principalmente por uma mistura complexa de carboidratos e outras menores substâncias, como ácidos, aminoácidos, proteínas, minerais, vitaminas e lipídios (Finola *at al.*, 2007 *apud* Pereira *at al.*, 2009).

Apesar das excelentes propriedades do mel, a produção de hidromel enfrenta vários problemas: interrupção lenta ou prematura da fermentação, falta de uniformidade do produto final e produção de aromas de levedura. Muitos fatores podem estar relacionados a esses problemas, como variedade do mel, composição do meio (teor de vitaminas, minerais e nitrogênio), levedura fermentativa e condições de fermentação (temperatura e pH). As leveduras usadas na produção de hidromel são geralmente cepas de *saccharomyces cerevisiae*, semelhantes às usadas na produção de vinho, cerveja e

champanhe. Essas leveduras metabolizam açúcares, como glicose e frutose, resultando na formação de etanol e dióxido de carbono (Ramalhosa, 2011).

Os hidroméis são conhecidos por sua composição rica, que além do álcool etílico, eles contêm muitos valiosos compostos como: açúcares, ácidos orgânicos, vitaminas, minerais e polifenóis (Akalin *et al.*, 2017). Este último grupo inclui: flavonoides, taninos e ácidos fenólicos, que são antioxidantes naturais que desempenham papéis importantes no corpo humano devido à sua capacidade de inibir os radicais livres que podem causar danos celulares e, assim, levar a doenças crônicas do sistema nervoso e a neoplasias ou lesões aterogênicas (Slobodníková *et al.*, 2016 apud Kawa-Rygielska, 2019).

Os parâmetros característicos do hidromel incluem valor de pH, concentração de etanol, acidez volátil, acidez total, teor de açúcar redutor e teor de ácido orgânico. Esses parâmetros são monitorados durante a fermentação para controlar o processo de fermentação e obter um produto de alta qualidade (Starowicz, 2020).

O tempo necessário para a fermentação e maturação varia de vários meses a vários anos. Durante esse tempo, vários problemas podem ocorrer: a fermentação pode atrasar ou ser interrompida; a levedura pode refermentar; acidez volátil pode aumentar; bactérias podem contaminar o hidromel, alterando sua qualidade organoléptica; e o produto final pode não ter uniformidade (Pereira, 2009). As deficiências de nitrogênio e oxigênio são de grande importância para o processo fermentativo de leveduras. O oxigênio é requerido pelas leveduras para a síntese de compostos celulares, particularmente esteróis e ácidos graxos insaturados, enquanto nitrogênio assimilável, que geralmente é considerado como incluído nos sais de amônio e aminoácidos, são necessários para a síntese proteica e crescimento das leveduras. A adição desses dois nutrientes é muito eficaz se a quantidade adicionada e o momento da adição forem controlados (Sablayrolles, *et al.*, 1986 apud Blateyron, 2001).

Segundo Cavanholi, (2021), o hidromel apresenta grande potencial para adição de diferentes ingredientes, como cereais, ervas ou frutas que podem promover a valorização do produto, além de influenciar as características dessa bebida, principalmente devido à incorporação de compostos bioativos.

Sucos de frutas, sais e ácidos têm sido usados como aditivos para estimular a fermentação e melhorar o processo de produção de hidromel (Amorim *et al.*, 2018). Segundo Moraes (2018), quando adicionado frutas ou sucos de frutas na fermentação do hidromel ele passa a ser chamado de melomel. Nesse contexto, o butiá (*Butia catarinensis*)

surge como uma fruta nativa do Brasil com características sensoriais singulares e potencial aplicação na indústria de bebidas fermentadas.

O butiá é uma fruta integrante da família *Arecaceae*, ocorre em diferentes regiões do mundo, principalmente na Região Sul do Brasil. Possui potenciais ecológicos, ornamentais e industriais pouco explorados, pois é um fruto silvestre, de pouca comercialização e mais conhecido pela população interiorana. (Dal Magro, 2000). O manejo dos butiazais representa uma das principais atividades tradicionais de extrativismo vegetal de recursos de uso comum (commons) do Sul do Brasil, tendo o potencial de conjugar a sustentabilidade ambiental, econômica e social para as comunidades costeiras (Kumagai & Hanazaki, 2013).

O butiá destaca-se pelo teor de compostos bioativos com capacidade antioxidante, como carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C, além de apresentar elevados teores de potássio, cálcio, manganês e ferro (Fonseca, 2012 apud Girelli, 2021). Estudos realizados por Beskow *et al.* (2015) demonstram que a polpa de butiá apresenta elevado teor de compostos bioativos, tais como, alguns ácidos fenólicos (ácido gálico, hidrobenzóico, cumárico, ferúlico e cafeico), flavonoides (catequina, epicatequina, quercetina e campferol), carotenoides (β -caroteno, β -criptoxantina e licopeno) e antocianinas. Esses compostos bioativos juntamente com os minerais presentes no butiá podem contribuir para melhora nutricional das leveduras durante o processo fermentativo, aprimorando a qualidade do hidromel elaborado com a adição desse fruto, quando comparado ao tradicional.

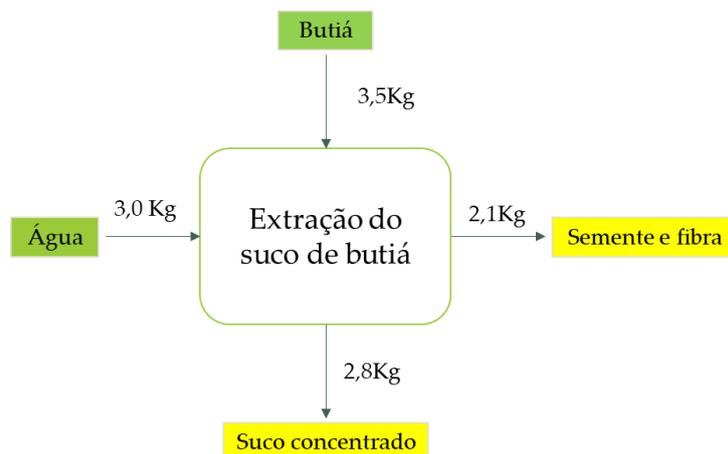
O presente estudo tem como objetivo avaliar as características físico-químicas de hidroméis produzidos com diferentes concentrações de suco concentrado de butiá no mel, buscando compreender como essa proporção influencia atributos como densidade, teor alcoólico, pH, açúcares redutores, acidez e cor. A investigação desses parâmetros é crucial para elucidar as transformações químicas e sensoriais ocorridas durante o processo de fermentação, além de fornecer subsídios para o desenvolvimento de hidroméis distintos e potencialmente atraentes ao mercado consumidor.

Materiais e Métodos

A atividade prática em escala laboratorial foi desenvolvida no laboratório de frutas e microvinificação no Instituto Federal de Santa Catarina, campus Urupema. Para elaboração do hidromel foi utilizado mel da florada silvestre coletado em fevereiro 2023 na cidade de Santa Rosa de Lima, e a fruta, butiá “in natura”, foi adquirida na cidade de Laguna.

Foram utilizados 3,5 Kg de butiá para preparo do suco concentrado, sendo então, removidos os receptáculos, lavado em água corrente e submetido por 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 200 p.p.m para sanitização. Após sanitizado, foi então adicionado 3 litros água mineral e processado em um liquidificador de uso doméstico. A mistura obtida foi filtrada e prensada manualmente utilizando um saco para malte BIAB. Ao líquido extraído foi adicionado 50 ppm de anidrido sulfuroso (SO₂) na forma de metabissulfito de potássio, para evitar possíveis oxidações, sendo as fibras de butiá descartadas como resíduo. A figura 1 mostra o balanço de massa do processamento do suco concentrado de butiá.

Figura 1: Balanço de massa resultante do processamento do suco concentrado de butiá



Fonte: Do autor, 2023.

Para preparação do mosto, com densidade 1080 g.L^{-1} , foram utilizados aproximadamente 18 L de água mineral e 5Kg de mel, misturados em um balde cervejeiro. Após medido os parâmetros físico-químicos do suco de butiá foram ajustadas as proporções de suco de butiá e mel para garantir que os tratamentos não apresentassem diferenças significativas nos valores de densidade relativa. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente causalizado com duas repetições, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Tratamentos montados no experimento com diferentes concentrações de mosto mel e butiá.

Tratamentos	Proporção de mosto mel e suco de Butiá
A	100% mosto mel
B	91,3% mosto mel e 9,7% suco concentrado butiá
C	81,0% mosto mel e 19,0% suco concentrado butiá
D	72,1% mosto mel e 27,9% suco concentrado butiá

Fonte: Do autor, 2023.

O pé de cuba foi preparado com 2 pacotes de 5 gramas da levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae*, tipo K1-V1116 da marca Lalvin, inoculados em 100mL de água mineral a 37°C por 20 minutos para hidratação. Decorrido o tempo de ativação da levedura foi determinado a quantidade células viáveis através da contagem em câmara de Neubauer com visualização em microscópio óptico sob solução 2% de azul de metileno, conforme metodologia proposta por Roldán *et al.* (2011).

Foram preparadas 2 amostras para cada tratamento, totalizando oito fermentadores de vidro com capacidade de 2,5L, conforme figura 2. Em cada fermentador de vidro foi adicionado 2,3 L de mosto de cada tratamento, segundo tabela 2, inoculado 6,38 mL do pé de cuba, e adicionado conforme recomendação do fabricante 7,36g de nutriente misto de nitrogênio orgânico e mineral, comercialmente denominado “fermaid K”.

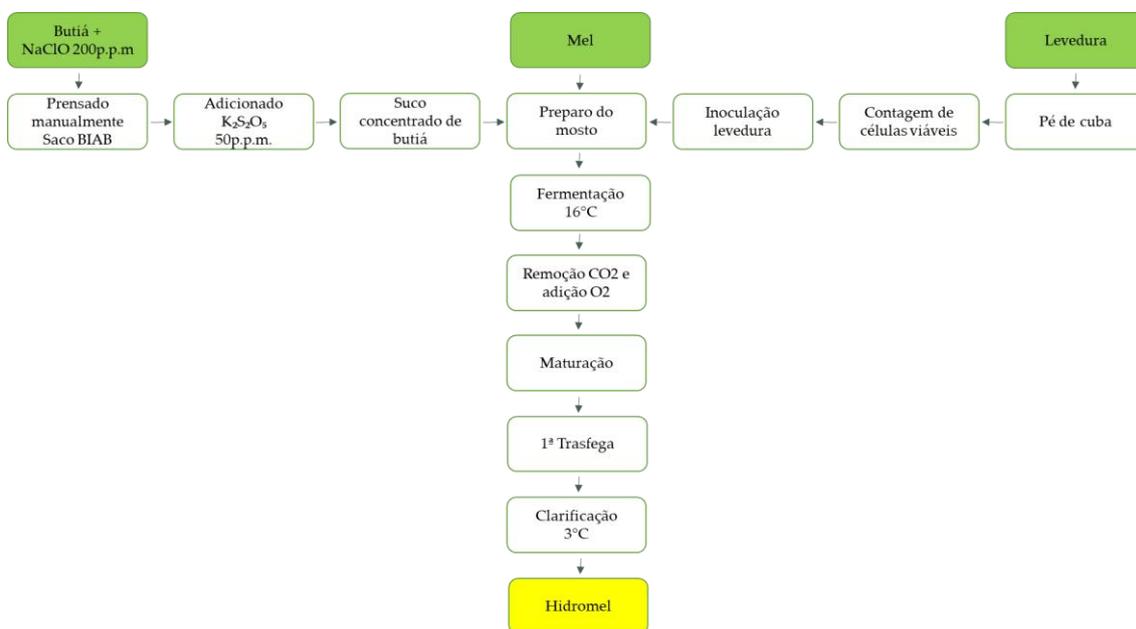
Figura 2: Foto das oito amostras preparadas para início da fermentação em fermentadores de vidro.



Fonte: Do autor, 2023.

O processo fermentativo ocorreu em incubadora BOD (Lima Tec 320) a $16 \pm 2^\circ\text{C}$, após 16 horas da inoculação das leveduras foram feitas as aberturas dos fermentadores para execução da agitação vigorosa, com intuito da remoção do CO_2 e admissão de ar para favorecer a fase de respiração aeróbica das leveduras. A fermentação alcoólica ocorreu por 30 dias, quando então efetuou-se a primeira trasfega. Os hidroméis passaram um período de maturação de 30 dias, sendo então reduzida a temperatura da incubadora a 3°C por 10 dias para execução da clarificação sem adição de agente clarificante. Logo após foi efetuada a segunda trasfega. A figura 3 exemplifica todo processo de elaboração do hidromel.

Figura 3: Fluxograma do roteiro experimental desenvolvido para elaboração do hidromel com adição de suco de butiá.



Fonte: Do autor, 2023.

Foram coletadas amostras dos 8 fermentadores e submetidas as seguintes análises físico-químicas: densidade relativa através da leitura direta em densímetro de massa específica em líquido, com temperatura ajustada em 20°C; medição do potencial hidrogeniônico (pH) por imersão direta de cada amostra em potenciômetro de bancada (Impac), após calibração em soluções tampões conhecidas de pH 4,0 e 7,0 (OIV, 2023); teor alcoólico (% v/v a 20°C) realizado por densimetria com alcoômetro após destilação (OIV, 2023), acidez total (meq.L⁻¹) através da titulação de hidróxido de sódio 0,1M em meio a fenolftaleína como indicador (IAL, 2008); acidez volátil (meq.L⁻¹) por arraste de vapor e titulação de hidróxido de sódio 0,1M na presença da fenolftaleína como indicador (IAL 2008); açúcares redutores por titulação direta com solução de Fehling A e B (ZOECKLEIN et al., 2006).

Os dados obtidos nas leituras das amostras foram submetidos a análises de variância (ANOVA) e avaliados pelo teste de Tukey a 5% de grau de significância.

Resultados e Discussão

Inicialmente foram analisados o teor de sólidos solúveis totais (SST), densidade relativa, pH no suco concentrado de butiá, sendo obtido respectivamente 5 °Brix, 1018g.L⁻¹ e 3,66. Na sequência foi medido o teor de SST do mel igual a 80° Brix, e assim foi calculado o volume corrigido do suco de butiá adicionado em cada tratamento depois da padronização da densidade relativa das amostras após adição de mais mel. Os valores de densidade relativa e pH, ficaram com médias de 1080,88 g.L⁻¹ ($\pm 0,85$; $p < 0,05$) e 3,60 ($\pm 0,02$; $p < 0,05$), respectivamente (Figura 4 e 5).

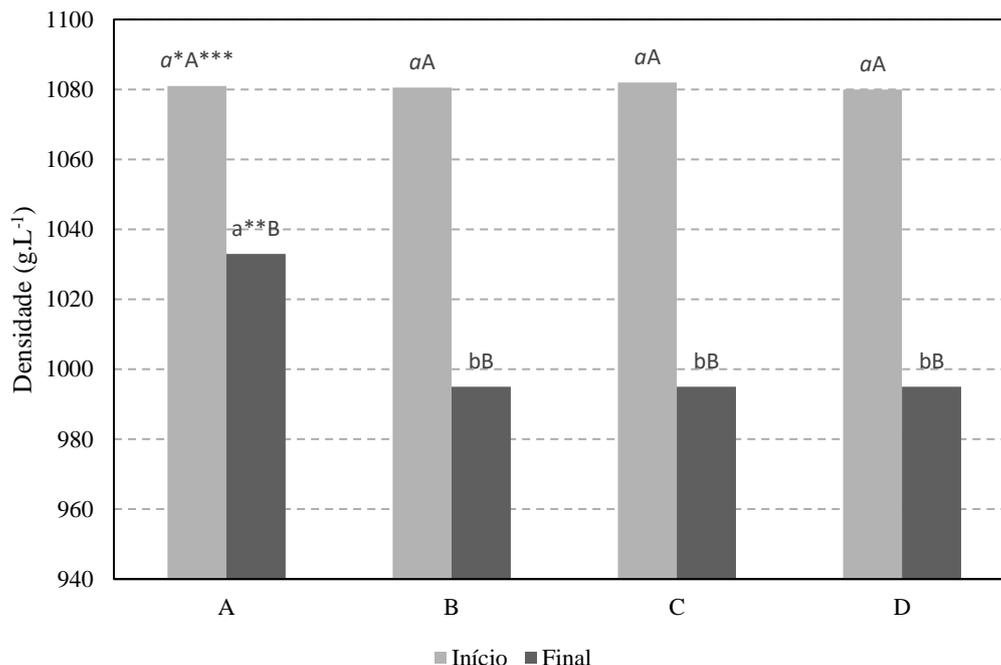
Durante a produção do pé de cuba foi determinada a quantidade de $3,56 \cdot 10^9$ células viáveis. mL⁻¹ mensurados na câmara de Neubauer e assim calculado o volume de 6,38mL de pé de cuba necessário para inocular em cada tratamento.

Ao final do período de maturação, todos os mostos com diferentes concentrações de mel e suco de butiá (A, B, C e D) apresentaram redução nos valores de densidade em relação à densidade inicial (Figura 4). Os tratamentos B, C e D consumiram completamente o açúcar presente no mosto, alcançando uma densidade final de 995,00 g.L⁻¹. No entanto, o mosto sem adição de suco de butiá (A) apresentou valores finais de densidade superiores aos dos demais tratamentos (1035 g.L⁻¹), indicando um consumo incompleto de açúcar pelas leveduras durante o período de fermentação.

Durante a investigação das possíveis causas para maior densidade do tratamento A comparada aos demais, constatou-se que a adição do nutriente "Fermaid K" foi realizada na totalidade no início do processo fermentativo, o que pode ter resultado em uma possível escassez de nutrientes durante as fases de crescimento exponencial e estacionário das leveduras. De acordo com Moraes (2018), ao adicionar todo o nutriente no início da fase de crescimento em bebidas fermentadas, há o risco de interromper prematuramente a fermentação devido às altas taxas de assimilação de nutrientes nessa fase inicial, levando a uma redução das quantidades disponíveis de nutrientes nas etapas posteriores. Esse cenário pode ocasionar uma diminuição no processo de multiplicação celular e, conseqüentemente, ter efeitos negativos na fermentação devido à competição prematura entre as leveduras. Os resultados das densidades finais dos tratamentos com a adição do suco de butiá foram diferentes, pois possivelmente os compostos orgânicos e inorgânicos do butiá nutriram as leveduras por mais tempo. Em estudos realizados por Mascarenhas *et al.* (2017) com adição de polpa de abacaxi ao mosto de hidromel mostrou maior

viabilidade celular ao longo do processo fermentativo quando comparado ao meio sem polpa. Anunciação (2017), produzindo hidromel com polpa de tamarindo constatou um aumento da produtividade volumétrica em etanol assim como da viabilidade celular quando comparadas a amostra controle sem a adição da fruta.

Figura 4: Densidade relativa de hidromel no início e final do processo de fermentação com diferentes concentrações de Butiá.

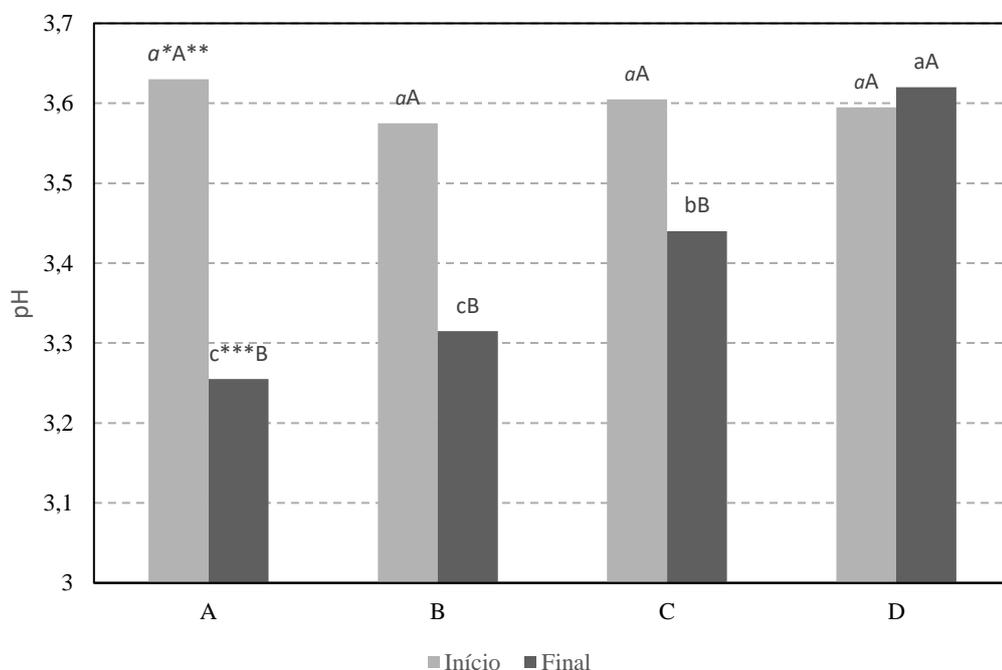


*: Comparação entre tratamentos no momento inicial (0° Dia), as letras minúsculas em itálico iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). **: Comparação entre tratamentos no momento final (30° Dia), as letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ***: Comparação entre momento inicial e final em cada tratamento, as letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Outra hipótese para a parada ou fermentação incompleta nos tratamentos A pode-se dar pela pouca oxigenação do mosto na etapa inicial do processo fermentativo, assim os lipídios presentes no butiá podem ter fornecido os ácidos graxos insaturados e esteróis responsáveis pela resistência das leveduras ao etanol, contribuindo para uma fermentação mais duradoura e conseqüentemente menores valores finais da densidade relativa nos tratamentos com adição do suco de butiá. Moraes (2018) afirma que na falta de oxigenação suficiente nas primeiras 72 horas, faz com que as leveduras produzam pouco esteróis e ácidos graxos necessários para os ciclos de reprodução e também os esteróis

são usados para facilitar o processo de assimilação de açúcares para o interior da célula, bem como a passagem de álcool para o exterior. Em estudos citados por Bely *et al.*, 1994 apud Blateyron, 2001, avaliaram que a adição de oxigênio e fosfato de diamônio (DAP) na cinética de fermentação de leveduras e constataram que a adição de nitrogênio teve um efeito imediato na cinética da fermentação por reativar a síntese proteica, particularmente transportadores de açúcares, enquanto a adição de oxigênio influenciou principalmente a cinética no final da fermentação, sintetizando ácidos graxos insaturados e esteróis e, assim, aumentando o peso da levedura resistentes a etanol.

Figura 5: Valores de pH de hidromel no início e final do processo de fermentação com diferentes concentrações de Butiá.



*: Comparação entre tratamentos no momento inicial (0° Dia), as letras minúsculas em itálico iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). **: Comparação entre tratamentos no momento final (30° Dia), as letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ***: Comparação entre momento inicial e final em cada tratamento, as letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A determinação dos valores de pH no mosto é importante para monitorar o processo de fermentação de bebidas, como o hidromel. Neste estudo, os valores de pH foram medidos no início da fermentação e ao final do processo de elaboração, no qual foi observada uma correlação positiva e significativa entre o pH e a concentração de suco de

butiá no mosto ($r: 0,98; p < 0,05$) (Figura 5). Foi constatado que o mosto contendo 27,9% de suco de butiá (D), apresentou os maiores valores de pH final, que não diferiram significativamente do pH inicial do mosto no início do processo de fermentação. Essa tendência pode ser atribuída ao efeito tamponante comum em sucos de frutas, resultado da presença de sais minerais e pectina. Essa característica tamponante confere estabilidade ao pH, permitindo que pequenas variações na acidez titulável, associadas à presença de ácidos orgânicos e seus sais (GONÇALVES *et al.*, 2006), não afetem significativamente os valores de pH durante o processo de fermentação.

Ao final do processo de elaboração do hidromel, além dos valores de pH e densidade, foi determinado o teor de álcool, acidez total, acidez volátil, acidez fixa, teor de açúcar residual e cor. As características físico-químicas do hidromel produzido com as diferentes concentrações de suco de butiá estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Características físico-químicas de hidromel elaborado com diferentes concentrações de suco de butiá.

Tratamentos	Álcool (%)	Acidez Fixa (mEq L ⁻¹)	Acidez Volátil (mEq L ⁻¹)	Acidez Total (mEq L ⁻¹)	Açúcares Redutores (g L ⁻¹)	
A	7,27 <i>b</i> *	33,50 <i>b</i>	10,50 <i>a</i>	44,00 <i>b</i>	73,60 <i>a</i>	
B	12,07 <i>a</i>	55,12 <i>a</i>	6,27 <i>c</i>	61,40 <i>a</i>	11,22 <i>b</i>	
C	12,37 <i>a</i>	57,57 <i>a</i>	6,32 <i>c</i>	63,90 <i>a</i>	10,10 <i>b</i>	
D	12,07 <i>a</i>	52,47 <i>a</i>	6,62 <i>b</i>	59,10 <i>a</i>	8,65 <i>c</i>	
Média	10,95	49,67	7,43	57,10	25,89	
CV(%)**	0,76	12,88	1,10	11,09	4,04	
IN 34/2012	Mínimo	4,00	30	--	50	--
	Máximo	--	--	20	130	3,00

* as letras minúsculas em itálico iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

** CV - coeficiente de variação entre as análises de cada tratamento.

Os percentuais de álcool foram maiores para os tratamentos com a adição de suco de butiá (B, C e D), que obtiveram um percentual de aproximadamente 12%. Destaca-se que a adição de suco de butiá elevou o teor de álcool em 40% ao hidromel sem a adição de suco, sugerindo que a adição de polpa de frutas na elaboração de hidromel pode aumentar os teores de álcool, como encontrado por Mascarenhas *et al.* (2017), onde a

adição de polpa de abacaxi ao hidromel possibilitou a obtenção de uma bebida com 30% a mais de etanol em comparação à amostra controle.

Foram determinados os teores de açúcares redutores para as diferentes concentrações de hidromel (Tabela 3). Ao comparar as diferentes concentrações de suco de butiá, observou-se que o maior percentual adicionado resultou no menor teor de açúcares redutores (8,65 g.L⁻¹). Esses resultados evidenciam uma relação inversa entre a adição crescente de suco de butiá e os níveis de açúcares redutores no hidromel. Esse efeito pode ser atribuído ao consumo dos açúcares durante a fermentação alcoólica, uma vez que o suco de butiá também é composto por açúcares fermentescíveis. Os maiores valores encontrados no hidromel sem adição de suco de butiá (A) podem ser explicados pela ocorrência de uma fermentação lenta ou paralisada nesse tratamento, resultando em um menor consumo de açúcar pelas leveduras. Mendes-Ferreira (2010), em estudos de otimização do processo fermentativo de hidroméis, cita que a adição de mais nutrientes ao longo do processo fermentativo pode melhorar a quebra dos açúcares e levar à geração de compostos aromáticos mais interessantes produzidos pelas leveduras.

Neste estudo, além da determinação dos teores de açúcares redutores, foram avaliadas as características ácidas dos hidroméis elaborados com diferentes concentrações de suco de butiá (Tabela 3). Os tratamentos que receberam a adição de suco de butiá (B, C e D) apresentaram os maiores valores de acidez fixa e total. Essas alterações podem ser atribuídas ao maior teor de ácidos presentes no suco de butiá, os quais foram transferidos para o hidromel durante o processo de elaboração. Resultados similares ocorreram em estudos realizados por Cavanholi et. al (2021), onde a adição de 1% de erva mate em pó nos mostos de hidromel contribuiu para o aumento da acidez das amostras. Matos et. al (2020), também constataram aumento da acidez total em amostra de hidromel saborizado com alho negro.

Em relação à acidez volátil, o tratamento sem adição de suco de butiá (A) exibiu os maiores valores, sugerindo a formação maior de ácido acético durante o processo fermentativo ou foi associada ao efeito da ação de bactérias acidogênicas.

Outra informação importante a ser analisada é a comparação das características físico-químicas com a atual legislação, através da Instrução Normativa n. 34 de 29 novembro de 2012 (BRASIL, 2012) que estabelece os padrões identidade e qualidade para o hidromel). Os resultados atingidos demonstraram que os valores de acidez fixa e total estão acima dos limites mínimos definidos pela legislação, indicando que a adição de

polpa de frutas eleva os níveis de acidez do hidromel. Em estudos realizados por Costa *et al.* (2016), com adição de morango ao hidromel, reforçam o aumento gradual da acidez total ao longo do processo fermentativo.

Quanto ao teor de açúcar residual das amostras, todos os tratamentos apresentaram valores superiores a 3g.L^{-1} , logo ficaram enquadrados como hidromel suave, conforme determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 2012). Gomes, *et al.* (2015) realizaram pesquisas com consumidores chegaram à conclusão que um sabor doce bem pronunciado do hidromel levou a uma maior aceitação sensorial do que um maior teor de álcool no hidromel.

Figura 6: Foto das amostras de hidromel após clarificação.



Fonte: Do autor, 2023.

Conclusão

Os resultados encontrados nesse estudo mostram que adição do suco de butiá a produção de hidromel trouxeram efeitos benéficos ao processo fermentativo quando comparado a amostra controle, sem adição de suco de butiá. A inserção do suco ao mosto contribuiu com nutrientes para as leveduras fazendo com que maiores teores de álcool fossem atingidos nesses tratamentos quando comparado ao controle. A Acidez total também foi incrementada, contribuindo para a obtenção de um valor maior que o mínimo estabelecido pela legislação brasileira. A inserção do suco concentrado de butiá também favorece a inclusão de compostos bioativos presentes na fruta a bebida. De forma geral,

os valores físico-químicos analisados para os tratamentos mostraram que em todos os tratamentos com adição do suco, os resultados ficaram dentro do estabelecido na instrução normativa do MAPA.

A fermentação lenta ou paralisada no tratamento A mostraram a importância e necessidade de acompanhamento diário do processo fermentativo a fim de procurar alternativas em tempo hábil para contornar possíveis falhas de produção. A adição de nutrientes e oxigênio em quantidade e tempo corretos para inoculação também precisam ser melhores estudados para a fermentação de hidromel. A avaliação do perfil sensorial dos tratamentos após o tempo de maturação seria algo essencial para determinação da melhor concentração de suco butiá adicionada ao mosto.

A utilização do combinado mel e butiá para produção de hidromel pode trazer valor agregado a cultura desses dois produtos agrícolas amplamente constituídos na região do sul de Santa Catarina.

Referencias

AKALIN, H.; BAYRAM, M.; ANLI, R. E. Determination of some individual phenolic compounds and antioxidant capacity of mead produced from different types of honey: Properties of mead from different types of honey. **Journal of the Institute of Brewing, Institute of Brewing (Great Britain)**, v. 123, n. 1, p. 167–174, 2017.

AMORIM, T. S. *et al.* Influence of acerola pulp concentration on mead production by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie [Food science and technology]**, v. 97, p. 561–569, 2018.

ANUNCIAÇÃO, A. S. PRODUÇÃO DE HIDROMEL COM POLPA DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.). **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 21, 2017.

BESKOW, G. T. *et al.* Bioactive and yield potential of jelly palms (*Butia odorata* Barb. Rodr.). **Food chemistry**, v. 172, p. 699–704, 2015.

BLATEYRON, L.; SABLAYROLLES, J. M. Stuck and slow fermentations in enology: statistical study of causes and effectiveness of combined additions of oxygen and diammonium phosphate. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 91, n. 2, p. 184–189, 2001.

BRASIL, **Decreto nº 6871** de 4 de junho de 2009 Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 de junho de 2009.

BRASIL, **Instrução Normativa nº 34**, de 29 de novembro de 2012. Estabelecer a complementação dos padrões de identidade e qualidade de bebidas fermentadas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, 30 de novembro de 2012.

CAVANHOLI, M. G. *et al.* Influência da adição de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em pó nas características físico-químicas e no potencial bioativo de hidroméis. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e25010917821, 2021.

COSTA, A. M. G. *et al.* Caracterização e Análise Sensorial de Hidromel: Tipo Seco Tradicional e Saborizado com Morango. **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Gramado -RS, 2016.

DA SILVA, MONTEIRO WANDERLEY, B. R. *et al.* How native and exotic Brazilian fruits affect the profile of organic acids and the yeast performance during the mead fermentation process? **JSFA reports**, v. 2, n. 4, p. 161–167, 2022.

DAL MAGRO, N.G., COELHO, S.R.M., HAIDA, K.S., BERTÉ, S.D. E DE MORAES, S.S. 2000. Comparação físico-química de frutos congelados de *butia eriospatha* (Mart.) Becc. do Paraná e Santa Catarina - Brasil. **Varia Scientia**. 6, 11 (jan. 2000), p. 33–42.

GIRELLI, Andreza. **Obtenção do pó da polpa de butiá spp. pelo método de secagem por camada de espuma**. 2021. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Encantado, 2021.

GOMES, T. *et al.* Influence of sweetness and ethanol content on mead acceptability. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 65, n. 2, p. 137–142, 2015.

GONÇALVES, C. A. A. *et al.* Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 220–229, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4^a ed. (1^a Edição digital), 2008. 1020 p.

KAWA-RYGIELSKA, J. *et al.* Fruit and herbal meads - Chemical composition and antioxidant properties. **Food chemistry**, v. 283, p. 19–27, 2019.

KUMAGAI, L.; HANAZAKI, N. Ethnobotanical and ethnoecological study of *Butia catarinensis* Noblick & Lorenzi: contributions to the conservation of an endangered area in southern Brazil. **Acta botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 13–20, 2013.

MASCARENHAS, A. M. DE O. EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE POLPA DE ABACAXI (ANANAS MILL) NA PRODUÇÃO DE HIDROMEL. **Anais dos Seminários de Iniciação Científica**, n. 21, 2017.

MATOS, P. A. DE; OLIVEIRA, H. L. M. DE; BANDEIRA, S. F. Produção de hidromel saborizado com alho negro. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e485985738, 2020.

MENDES-FERREIRA, A. *et al.* Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. **International journal of food microbiology**, v. 144, n. 1, p. 193–198, 2010.

MORAES, Luis Felipe de. **O guia do hidromel artesanal**. S.I: Editora Editora Livraria da Física, 2018. 234 p.

NAKADA J. P.; CACIATORI, L. U.; PANDOLFI, M. A. C. Viabilidade da implantação de uma indústria produtora de hidromel. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 431-443, 2020.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. **Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts**. Vol.1, 2023. Disponível em:
https://www.oiv.int/sites/default/files/publication/20235/Compendium%20MA%20complet_EN_0.pdf

PEREIRA, A. P. *et al.* Mead production: selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**, v. 47, n. 8, p. 2057–2063, 2009.

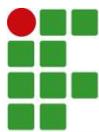
PEREIRA, A. P. *et al.* Mead and other fermented beverages. Em: **Current Developments in Biotechnology and Bioengineering**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 407–434.

RAMALHOSA, E. *et al.* Mead production: tradition versus modernity. **Advances in food and nutrition research**, v. 63, p. 101–118, 2011.

ROLDÁN, A. *et al.* Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensory characteristics. **Food chemistry**, v. 126, n. 2, p. 574–582, 2011.

STAROWICZ, M.; GRANVOGL, M. Trends in food science & technology an overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. **Trends in food science & technology**, v. 106, p. 402–416, 2020.

ŠVECOVÁ, B. *et al.* Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. **Journal of food composition and analysis: an official publication of the United Nations University, International Network of Food Data Systems**, v. 38, p. 80–88, 2015.



ZOECKLEIN *et al.* **Análisis y producción de vino.** Azúcares reductores: procedimiento titulométrico de Lane-Eynon modificado. P. 382, 2006. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-Espanha.