



MARIA AUGUSTA LANZA DE SÁ E MELO MARQUES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE HIDROMÉIS
PRODUZIDOS NO BRASIL**

LAVRAS- MG

2022

MARIA AUGUSTA LANZA DE SÁ E MELO MARQUES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE HIDROMÉIS PRODUZIDOS NO BRASIL

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Química, para a obtenção do título de Licenciado.

Prof (a). Dr (a). Maria das Graças Cardoso
Orientador(a)

MSc Gabriela Fontes Alvarenga
Coorientador(a)

LAVRAS – MG
2022

MARIA AUGUSTA LANZA DE SÁ E MELO MARQUES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE HIDROMÉIS PRODUZIDOS NO BRASIL
EVALUATION OF QUALITY OF MEAD PRODUCED IN BRAZIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Química, para a obtenção do título de Licenciado.

APROVADA em 25 de abril de 2022.

Prof(a). Dr(a) Maria das Graças Cardoso UFLA

MSc. Gabriela Fontes Alvarenga UFLA

MSc. Cassia Duarte Oliveira UFLA

Msc. Gabriela Aguiar Campolina UFLA

Prof (a). Dr (a). Maria das Graças Cardoso
Orientador(a)

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Nosso Senhor por todas as graças. Além Dele, agradeço ao meu Anjo da Guarda, Nossa Senhora Desatadora dos Nós e São Miguel Arcanjo por me guiarem e serem meu apoio nas batalhas da vida.

Agradeço aos meus pais por tudo que fizeram e que ainda farão por mim, por todo apoio que me trouxe até aqui e que me fará conquistar coisas grandiosas. Aproveito para deixar meu “obrigada” aos meus irmãos.

Meu muito obrigada a Professora Doutora Maria das Graças Cardoso por toda orientação e aprendizado, mas principalmente por ter aceito trabalhar com algo novo.

Obrigada a futura doutora Gabriela Fontes Alvarenga por me orientar nessa jornada, por todas as conversas, auxílios e principalmente, pela paciência de me ensinar.

Agradeço ao CNPq pelo fomento que possibilitou a realização desse trabalho.

Agradeço a Universidade Federal de Lavras, que tenho orgulho de a ter tão presente em minha vida, já que sem ela eu não existiria.

Meus agradecimentos aos professores que possibilitaram que eu tivesse conhecimento para chegar até aqui.

Meu muito obrigada a minha família, em especial minhas avós, tias e primas por serem mulheres que posso me espelhar e fortalecer, independente do lado do oceano que estejam.

Agradeço aos meus amigos de Massachusetts, Brasil e Portugal, por todas as risadas, cafés, cervejas, caipirinhas, idas a represa, picniques, *memes* e danças. Obrigada pelos os conselhos, momentos que me fizeram sentir mais leve e por me emprestarem seus ouvidos.

Por último e não menos importante, agradeço a Taylor Swift, Stromae e, em especial, a Selena Gomez por toda a produção artística que tem me acompanhado por mais de dez anos e que foram a trilha sonora desse trabalho.

RESUMO

O hidromel é uma das bebidas alcoólicas mais antigas do mundo. É o produto obtido da fermentação de água e mel e consumido principalmente entre os povos do norte europeu. Atualmente, o hidromel tem destaque especial na comunidade *geek* que consome conteúdos de entretenimento geralmente relacionados a mitologias antigas ou a Idade Média. Outros consumidores dessa bebida são os cervejeiros e seu consumo vem crescendo cada vez mais no Estados Unidos, influenciando o consumo no território brasileiro. Por isso e por ser uma novidade emergente no comércio nacional, se faz necessário a pesquisa e análise dos componentes e da qualidade do hidromel disponível no mercado do país. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a qualidade de hidroméis produzidos nos estados de Minas Gerais e Paraná, a partir de análises físico-químicas e cromatográficas e determinar se esses produtos estão dentro dos parâmetros estabelecidos pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram realizadas análises dos teores alcóolicos, de açúcares (total, redutor e não redutor), da acidez (total, volátil e fixa) e extrato seco (reduzido e total). Além disso, quantificou-se a concentração de furfural, metanol e álcoois superiores. As amostras apresentaram grande variabilidade em relação as análises realizadas. Quanto as análises físico-químicas, apenas uma amostra se encontrou dentro dos limites para todos os parâmetros. Os álcoois isoamílico e isobutílico foram encontrados em todas as amostras. Verificou-se a presença de furfural em todas as amostras, sugerindo que as autoridades devem ter atenção quanto a necessidade de estabelecer limites para esse composto no hidromel. Com este trabalho, conclui-se, portanto, a importância de as autoridades competentes incentivarem a pesquisa sobre a padronização do hidromel produzido no país para segurança da população.

Palavras chave: Bebida fermentada. Caracterização físico-química.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 Uma breve história do hidromel.....	8
2.2 A Legislação Brasileira para Hidromel.....	9
2.3 Processo de produção do hidromel.....	10
2.4 Mel.....	12
2.5 Furfural.....	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1 Obtenção das amostras.....	15
3.2 Exame organoléptico.....	15
3.3 Teor Alcoólico e densidade.....	15
3.4 Extrato seco.....	15
3.5 Sulfatos.....	15
3.6 Açúcares redutores.....	16
3.7 Açúcares não redutores.....	16
3.8 Açúcares totais.....	16
3.9 Extrato seco reduzido.....	16
3.10 Acidez volátil.....	16
3.11 Acidez total.....	16
3.12 Acidez fixa.....	16
3.13 Álcoois superiores.....	16
3.14 Furfural.....	17
3.15 Análise estatísticas.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26

6 CONCLUSÃO.....	27
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O hidromel é uma bebida alcoólica obtida pela fermentação de água e mel tendo forte presença na cultura de povos antigos. Reconhecida como néctar pelos gregos antigos e ocupando um lugar de destaque na cultura mitológica dos povos do norte europeu, popularmente conhecidos como *vikings*. Esses, associavam o hidromel com sabedoria e o bebiam em rituais que precediam batalhas. Entretanto, segundo Bednarek e Szwengiel (2020), apesar da popularidade no mundo antigo, essa bebida ainda não está amplamente difundida entre os consumidores da atualidade.

O interesse dos consumidores por hidromel vem crescendo, sendo a Polônia o principal produtor mundial, com uma produção anual de aproximadamente 1,2 milhões de litros. No Brasil a produção, majoritariamente não industrial, e o consumo de hidromel está em ascensão, sendo as regiões Sul e Sudeste as regiões que mais produzem e consomem a bebida. A produção do mel, a principal matéria-prima para a produção da bebida, também vem crescendo. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram produzidas aproximadamente 52 mil toneladas de mel em todo território nacional em 2020, representando um aumento de 12,46% em comparação ao ano anterior. Desse modo, o hidromel se mostra como uma alternativa de coproduto e fonte de renda aos apicultores, demonstrando que há um aumento do interesse da parte dos consumidores de explorar a bebida. Assim, faz-se necessário que pesquisas sobre o hidromel sejam realizadas para obter um produto de qualidade e dentro dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira (NAKADA, et al., 2020; STAROWICZ e GRANVOGL, 2020; SUCEVEANU e ALEXA, 2021).

O hidromel é definido, segundo a Legislação Brasileira, como uma bebida de graduação alcoólica de 4 a 14% em v/v a 20°C, obtida pela fermentação da solução de mel de abelha, água potável e sais minerais. Quanto aos seus Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ's) a bebida deve apresentar graduação alcoólica variando de 4 a 14%, mínimo de 30 mEq L⁻¹ de acidez fixa, 50 a 130 mEq L⁻¹ de acidez total e no máximo 20 mEq L⁻¹ de acidez volátil. Além disso, deve apresentar no máximo 0,35 g L⁻¹ de anidrido sulfuroso total, mínimo de 1,5 g L⁻¹ de cinzas, 0,5 g L⁻¹ como valor mínimo de cloretos totais e pelo menos 7 g L⁻¹ de extrato seco reduzido. Os edulcorantes devem ser ausentes e teor de açúcar em g L⁻¹, varia em quantidade o que classifica a bebida como seco ou suave. Caso o teor de açúcar seja menor que 3 g L⁻¹, o hidromel é considerado seco e caso for superior a 3 g L⁻¹, o hidromel é considerado suave. Como contaminantes inorgânicos tem-se arsênio, chumbo, cádmio e

estanho (enlatado), sendo os limites máximos desses: 0,1, 0,2, 0,02 e 150 mg kg⁻¹ respectivamente (BRASIL, 2019).

Além desses compostos, o hidromel pode apresentar em sua composição um contaminante não previsto pela legislação do Brasil, o furfural. Esse composto é um aldeído resultante da decomposição de açúcares residuais que podem sofrer alterações químicas durante o aquecimento do mosto. A presença de açúcares residuais poderá contribuir para a formação de substâncias indesejáveis, como o furfural. A reação de formação desses compostos pode ser catalisada pelo aumento da temperatura e pH ácido, a partir da desidratação dos açúcares e monômeros de pentoses, uma vez que o furfural é o principal produto da desidratação (CARDOSO, 2020).

A presença de furfural em hidromel é dada pelo aquecimento tanto da matéria-prima quanto do mosto que causa a degradação dos açúcares. Quando o hidromel é exposto por longos períodos a temperaturas altas, suas características organolépticas são afetadas. Os altos teores de furfural, também são prejudiciais à saúde dos consumidores. No Brasil, a legislação não apresenta limite para este contaminante presente no hidromel, porém para a cachaça há o limite máximo de 5 mg/100 mL de álcool anidro, demonstrando que o conhecimento desse composto como contaminante existe e sua quantificação é uma forma de garantir a qualidade do produto e a segurança do consumidor (SVECOVA et al., 2015; BRASIL, 2019; STAROWICZ, 2022).

Com isso, os objetivos desse trabalho foram analisar a presença de furfural em amostras de hidromel e avaliar a qualidade da bebida de acordo com a legislação vigente em amostras adquiridas no comércio local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uma breve história do hidromel

O hidromel é uma das bebidas alcoólicas fermentadas mais antigas que se tem registro e tem forte presença na mitologia nórdica. De acordo com a Edda em Prosa de Sturlonson (2014), um homem sábio chamado Kvsair que seria o marco da paz entre os deuses e o povo Vanir, foi morto pelos anões Fjalar e Galarr, tendo seu sangue misturado ao mel. Portanto, quem bebesse esse líquido se tornaria tão sábio quanto Kvasir. Ainda de acordo com Sturlonson, quando algumas gotas do hidromel roubado pelo Deus Odin da gigante Gúnnlod caíram sobre os homens, foi criada a poesia. Desse modo, a bebida era associada a sabedoria e conhecimento. Portanto, os senhores e seus guerreiros eram incitados a se embriagarem em adoração a Odin afim de buscarem sabedoria antes de enfrentarem alguma batalha. Salienta-se, entretanto, que o mel era um alimento de difícil acesso, o que fez com apenas famílias mais ricas consumissem a bebida em ocasiões comemorativas como tratos de paz ou festividades religiosas o que reforça a ideia da sacralidade do hidromel para a cultura nórdica (CAMPOS, 2015; LANGER, 2015).

Entretanto, apesar de ser comumente associado aos povos do norte europeu, o hidromel é observado em diversas culturas do mundo. Achados arqueológicos na China provam a existência de uma bebida fermentada feita de arroz, mel, água e frutas desde o século 7 a. C. No Brasil, a corografia de Casal (1817) menciona uma bebida embriagante feita pelos povos nativos da atual região do estado de Mato Grosso, chamada de *chicha* feita a base de água e mel. Esses relatos demonstram que o hidromel, mesmo sob diferentes nomes, estava presente em diferentes culturas do mundo (BRITANNICA, 2021).

Por ser uma das bebidas mais antigas do mundo, o hidromel sofreu alterações de sabores ganhando diferentes apreciações e receitas. O Mead Style Guide (Guia de Estilos de Hidromel, em tradução livre) lançado em 2015 pela Beer Judge Certification Program (Programa de Certificação de Juizes de Cerveja, em tradução livre), conta com dezesseis tipos de hidromel com descrição de sabor, aroma, aparência e textura na boca. Desses tipos de hidromel, pode-se ver variedades com o acréscimo de frutas, ervas e malte chamados de melomel, methglin e braggot, respectivamente (BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, 2015).

Atualmente, o hidromel tem destaque especial na comunidade *geek* que consome conteúdos de entretenimento geralmente relacionados a mitologias antigas ou a Idade Média

como as obras de J. R. R. Tolkien, Rick Riordan, C. S. Lewis e Stan Lee. Porém, Alexandre Pelegrini, sócio da Old Pony, uma das maiores hidromelarias do Brasil, em entrevista para a Revista Elle Brasil afirma que outros consumidores dessa bebida são os cervejeiros e que seu consumo vem crescendo cada vez mais no exterior, o que não deve demorar a refletir no comércio nacional. Isso pode ser evidenciado pelo crescimento do negócio de Philipe Piaia, dono da hidromelaria Philip Mead, que afirmou ao Jornal Globo em 2021 que vende entre 2000 a 3000 garrafas por mês, sendo essa quantidade três vezes maior que as vendas de março de 2020. Por isso e por ser uma novidade emergente no comércio brasileiro, se faz necessário a pesquisa e análise dos componentes do fermentado alcoólico de mel (CRUSCO, 2021; BRITO, 2021).

2.2 A Legislação Brasileira para Hidromel

A Legislação Brasileira define hidromel como uma bebida de graduação alcoólica de 4 a 14% em v/v a 20°C, sendo resultado da fermentação de solução de mel de abelha, água potável e sais minerais. Os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ's) da bebida são definidos pela legislação nacional e estão apresentados na Tabela 1. Para verificar se as bebidas comercializadas no país atendem a esses parâmetros devem ser realizadas as análises de: graduação alcoólica, acidez fixa, total e volátil em mEq L⁻¹, anidrido sulfuroso total em g L⁻¹, cinzas em g L⁻¹, cloretos totais em g L⁻¹, extrato seco reduzido em g L⁻¹, edulcorantes que devem ser ausentes e teor de açúcar em g L⁻¹. Caso o último seja maior que 3 g L⁻¹, o hidromel é classificado como suave e se for menor que 3 g L⁻¹, é classificado como seco. É possível observar na Tabela 1 a relação entre os parâmetros exigidos e seus limites mínimos e máximos (BRASIL, 2019).

Tabela 1- Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ's) do Hidromel.

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Classificação
Gradação alcoólica, expressa em %, em v/v a 20°C	≥4	≤14	-
Acidez fixa, em mEq L ⁻¹	30	-	-
Acidez total, em mEq L ⁻¹	50	130	-
Acidez volátil, em mEq L ⁻¹	-	20	-
Anidrido sulfuroso total, g L ⁻¹	-	0,35	-
Cinzas, em g L ⁻¹	1,5	-	-
Cloretos totais, em g L ⁻¹	-	0,5	-
Extrato seco reduzido, em g L ⁻¹	7	-	-
Edulcorantes	Ausência		
Teor de açúcar, em g L ⁻¹	-	≤ 3	Seco
	>3	-	Suave
Arsênio, em mg kg ⁻¹	-	0,1	-
Chumbo, em mg kg ⁻¹	-	0,2	-
Cádmio, em mg kg ⁻¹	-	0,02	-
Estanho, em mg kg ⁻¹ , para bebidas enlatadas	-	150	-

Fonte: Brasil (2019).

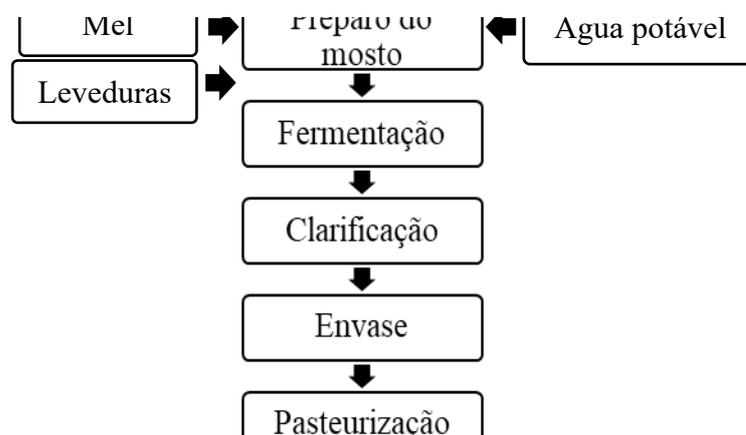
Entretanto, não é previsto a adição de ingredientes diferentes à bebida, sendo assim, o melomel, methglin e braggot não seriam contemplados pela lei uma vez que não existem parâmetros específicos para as variedades.

2.3 Processo de produção do hidromel

O processo de produção do hidromel pode ser classificado como não industrial ou industrial, dependendo das condições do processo de produção e da escala.

O processo de produção não industrial inicia-se no preparo do mosto, que é composto basicamente por mel e água potável. Após, o mosto será fermentado com a utilização de fermento biológico, como pode ser observado na Figura 1 (MATTIETTO et al., 2006).

Figura 1- Resumo das etapas do processo de produção não industrial do hidromel.

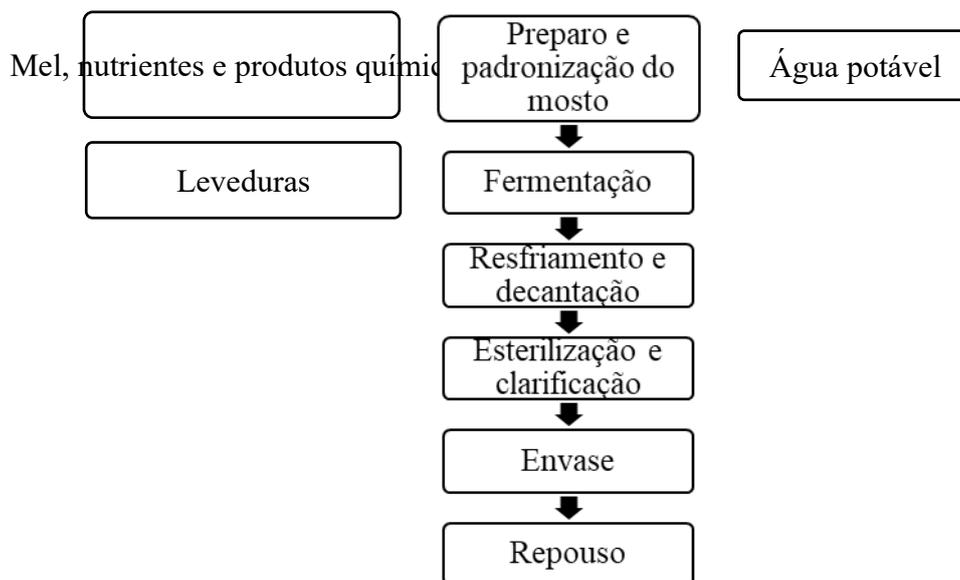


Fonte: Adaptado de Mattietto et al. (2006).

É importante notar que a fermentação deve ocorrer em um sistema que garanta a condição de anaerobiose do meio ao mesmo tempo que permita o escape do gás carbônico gerado no processo. Essa etapa pode durar de 15 a 25 dias dependendo das condições de fermentação e da condução do processo. Assim, a fermentação é acompanhada em função da conversão dos açúcares presentes pela ação das leveduras adicionadas no mosto, ou seja, a fermentação deve ser avaliada pelo consumo de açúcar, por meio de medidas do teor de sólidos solúveis do mosto, com auxílio de refratômetro. Quando não houver mais variação nas medidas, o processo deve ser encerrado. Com a fermentação finalizada, o hidromel pode ser transferido para outro recipiente já higienizado, através do processo de sifonação seguindo assim para a etapa de clarificação. Geralmente, o processo de clarificação dura 1 mês e ao final desse período, o hidromel clarificado pode ser engarrafado e pasteurizado em banho maria a 65°C por 30 minutos para eliminar possíveis microrganismos. A garrafa deve ser resfriada em água corrente e pode ser armazenada em temperatura ambiente (MATTIETTO et al., 2006).

O processo de produção industrial é realizado em maior escala, e difere do processo não industrial principalmente pelo volume de produção. Além disso, há diferenças na produção do mosto, onde no processo industrial são acrescidos nutrientes e produtos químicos para complementar a qualidade e controlar a contaminação microbiológica durante a fermentação. Outra diferença está na dimensão e material dos equipamentos, como por exemplo as dornas de fermentação, que na produção industrial são de aço inoxidável o que favorece o controle da temperatura e das condições de higiene (GARLET et al., 2015). As etapas do processo de produção industrial do hidromel são representadas de modo resumido na Figura 2.

Figura 2- Resumo das etapas do processo de produção industrial do hidromel.



Fonte: Adaptado de Garlet et al. (2015).

Além dessas etapas, o processo não industrial e industrial de produção do hidromel também podem ser acrescidos de uma etapa de aquecimento do mosto por um período de 2 a 4 horas em temperatura de fervura. De acordo com Starowicz e Granvogl (2020), esse processo contribui para a manutenção da qualidade sensorial do hidromel por um período superior durante o armazenamento em comparação ao hidromel que é obtido em um processo sem aquecimento.

2.4 Mel

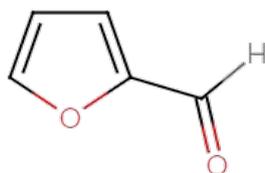
O mel, considerado um alimento de valor nutritivo e valorizado no comércio, é a principal matéria-prima utilizada para a produção do hidromel. As características da bebida produzida dependem principalmente da composição do mel que é utilizado, o qual é influenciado pela origem floral, fatores geográficos e ambientais (DANTAS et al., 2021).

Além disso, o mel é um alimento que sofre grandes adulterações pela adição de xaropes de açúcar ou mel sintético, além de ser afetado por condições impróprias de armazenamento e aquecimento. Com isso, o mel pode apresentar em sua composição compostos indesejáveis, como os derivados de furano, furfural e hidroximetilfurfural (HMF) (AL-GHANDI et al., 2019; APRICENO et al., 2018).

2.5 Furfural

O 2-furfuralaldeído, comumente referido como furfural, é um aldeído cuja presença é indesejável na bebida. Sua estrutura química pode ser vista na Figura 3.

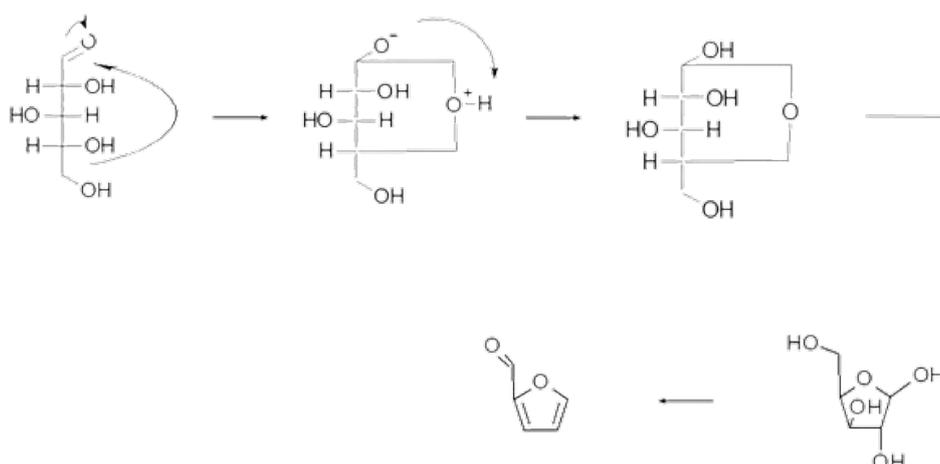
Figura 3- Estrutura química do furfural.



Fonte: Da Autora (2022).

Com a decomposição de açúcares redutores que podem sofrer alterações químicas catalisadas pelo aumento da temperatura e pH ácido, o furfural pode ser formado. Além disso, este aldeído é um dos produtos da reação de Maillard, dependendo do tipo de açúcar que reage com o aminoácido e do pH do meio. Quando o pH é mais ácido, furfural e hidroximetilfurfural (HMF) são formados, derivados de pentoses e hexoses respectivamente. Na Figura 4 é possível observar a ciclização de uma pentose para a formação do furfural (APRICENO et al., 2018; CARDOSO, 2020).

Figura 4 - Ciclização de uma pentose a furfural.



Fonte: Da Autora (2022).

A presença do furfural no hidromel pode ser proveniente da matéria-prima ou pode ser formado durante o processo de produção da bebida, nas etapas de aquecimento do mosto e fermentação. Como aproximadamente 55% do açúcar do mosto do hidromel é frutose, com a

utilização de altas temperaturas e alterações do pH, a formação de furfural é propícia. Além disso, condições impróprias de armazenamento, podem alterar o produto final bem como sua qualidade (CZABAJ et al., 2017; MĂRGĂOAN et al., 2020).

A presença desse composto durante a produção do hidromel afeta negativamente a etapa de fermentação, pois esse aldeído pode alterar o metabolismo das leveduras, reduzindo o crescimento celular e a produção de etanol por inibição de enzimas que são essenciais ao mecanismo central, podendo até danificar e bloquear a síntese de DNA, RNA, proteínas e parede celular (JUNG et al., 2016; APRICENO et al., 2018).

Apesar das evidências da possibilidade da presença do furfural no hidromel, a legislação brasileira não define limites para esse contaminante nessa bebida. Porém, a sua presença pode afetar não apenas o processo de produção ou características físico-químicas do produto final, mas também afetar a segurança do consumidor, já que, quando se trata da saúde humana, o furfural quando consumido em altas concentrações, prejudica o sistema respiratório e nervoso, além de comprometer o fígado e os rins, podendo ocasionar a morte. Ou seja, a análise de furfural em hidromel é de grande relevância sugerindo, portanto, a sua inserção nos Parâmetros de Identidade e Qualidade do hidromel (REED et al., 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Obtenção das amostras

Das amostras de hidroméis utilizadas, três foram coletadas diretamente com produtores do Brasil e enquanto uma foi adquirida no comércio. Sendo nomeadas HM1, HM2, HM3 e HM4, respectivamente. Apenas a amostra HM4 tem registro no MAPA, enquanto as outras três não foram produzidas industrialmente. Além disso, HM1, HM3 e HM4 foram produzidas em Minas Gerais, nas cidades de Lavras, Barbacena e Contagem, respectivamente. Já a amostra HM2 foi produzida no estado do Paraná, na cidade de Beltrão. Dentre estas, duas amostras estavam sem rótulo e estavam em garrafas de plástico enquanto HM3 e HM4, apresentaram rótulo indicando grau alcoólico de 14% v/v e que seriam do tipo “meio seco” e “seco”. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Qualidade de Aguardente do Departamento de Química (DQI) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram realizadas análises de acordo com os Parâmetros de Identidade e Qualidade (PIQ's) estabelecidos pelo MAPA (BRASIL, 2019).

3.2 Exame organoléptico

As amostras foram avaliadas com o auxílio de um transluminador de luz branca afim de observar o aspecto físico destas. Foi observada a existência de resíduos, sujidades, tonalidade e condições de embalagem (IAL, 2008).

3.3 Teor Alcoólico e densidade

O teor alcoólico e densidade a 20°C, foram determinados com 100 mL das amostras previamente destiladas utilizando o densímetro digital DensiMat Gibertini.

3.4 Extrato seco

A análise de extrato seco foi efetuada por meio de métodos gravimétricos. Uma alíquota de 25 mL da amostra foi evaporada até a secura e o resíduo sólido foi pesado em uma balança analítica com precisão de $\pm 0,0001$ g (BRASIL, 2005).

3.5 Sulfatos

A determinação foi realizada pelo método aproximativo de Marty e o resultado foi dado a partir da observação da presença ou ausência de turbidez da amostra com cada um dos reagentes. Esta análise foi realizada a fim de quantificar os sulfatos para que pudessem ser utilizados para a quantificação de extrato seco reduzido (IAL, 2008).

3.6 Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados pelo método de Lane-Eynon modificado (IAL, 2008).

3.7 Açúcares não redutores

Os açúcares não redutores foram determinados pelo método de Lane-Eynon modificado e seu valor foi dado pela subtração do resultado de açúcares redutores (IAL, 2008).

3.8 Açúcares totais

Os açúcares totais foram obtidos pela soma dos resultados de açúcares redutores e não redutores.

3.9 Extrato seco reduzido

Foi obtido pelo valor do extrato seco total subtraído dos açúcares totais que excedem 1 g L⁻¹ e dos sulfatos que excedem 1 g L⁻¹ (IAL, 2008).

3.10 Acidez volátil

A acidez volátil foi determinada por volumetria após destilação por arraste de vapor utilizando Destillatore Elettronico Enochimico Gibertini, sendo o destilado titulado com hidróxido de sódio 0,1 M (IAL, 2008).

3.11 Acidez total

A acidez total foi determinada pela titulação de neutralização dos ácidos com uma solução de hidróxido de sódio padronizada usando fenolftaleína como indicador (IAL, 2008).

3.12 Acidez fixa

Foi determinada pela diferença entre acidez total e acidez volátil (IAL, 2008).

3.13 Álcoois superiores

O metanol e os álcoois superiores (isoamílico, isobutílico, propílico, butílico e *sec*-butílico) foram analisados por cromatografia em fase gasosa, utilizando um cromatógrafo Shimadzu CG – 17A, injeção automática e detector de ionização de chama (FID) (VILELA et al., 2007).

3.14 Furfural

A quantificação do furfural foi obtida pelo método espectrofotométrico realizado no equipamento espectrofotométrico Shimadzu UV-1601PC com comprimento de ondas 520 nm, determinando a concentração de furfural mg/100 mL de álcool anidro a partir de uma curva analítica (IAL, 2008).

3.15 Análises estatísticas

As análises foram realizadas em triplicata seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). As diferenças entre as amostras foram determinadas por ANOVA e teste Tukey a um nível de significância de 0,05 utilizando o software SISVAR. Os resultados foram expressos em média e desvio padrão (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao exame organoléptico, as amostras apresentaram tons dourados e amarelados. As embalagens não apresentaram aparentes vazamentos ou alterações das tampas. Ao serem observadas no transluminador, as amostras apresentaram resíduos pequenos pretos, possivelmente originais do processo de envase. As amostras apresentaram cheiro similar adocicado proveniente do mel e apenas HM2 apresentou gás.

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas estão apresentados nas Tabela 2. Todos os resultados foram expressos em suas respectivas unidades de medida, segundo os PIQ's estabelecidos pelo MAPA (BRASIL, 2019). Diante dos resultados apresentados foi possível compará-los com os limites estabelecidos pela legislação e com as informações das bebidas apresentadas pelos rótulos ou pelos produtores.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas das amostras de hidromel.

	HM1	HM2	HM3	HM4
Grau Alcoólico (% v/v 20°C)	14,08±0,01 ^a	8,00±0,35 ^c	13,20 ±0,13 ^b	13,78±0,06 ^{ab}
Teor de açúcar (g L ⁻¹)	15,27±0,35 ^a	9,37±0,08 ^b	1,80±0,08 ^c	13,09±0,50 ^d
Açúcar Redutor (g L ⁻¹)	12,17±0,21 ^a	7,34±0,11 ^b	1,28±0,08 ^c	10,92±0,42 ^d
Açúcar Não Redutor (g L ⁻¹)	3,10±0,15 ^a	2,03±0,03 ^b	0,51±0,00 ^c	2,52±0,09 ^d
Acidez Volátil (mEq L ⁻¹)	13,60±0,00 ^a	8,11±0,07 ^c	8,11±0,00 ^c	11,64±0,04 ^b
Acidez Total (mEq L ⁻¹)	51,80 ±0,14 ^a	40,01±0,04 ^b	41,32±0,00 ^b	52,04 ±0,04 ^a
Acidez Fixa (mEq L ⁻¹)	38,18±1,48 ^a	31,9±0,00 ^b	33,21±0,00 ^b	40,4±0,18 ^a
Extrato Seco Reduzido (g L ⁻¹)	40,8±0,02 ^a	23,33±0,23 ^b	18,25±0,24 ^c	43,48±0,86 ^a
Extrato Seco (g L ⁻¹)	55,08±0,33 ^a	31,70±0,15 ^b	19,06±0,16 ^c	55,70±0,34 ^a

Os resultados são expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de confiança de 95%.

Fonte: Da autora (2022).

O teor alcóolico das amostras apresentou diferenças significativas, sendo que a amostra HM2 foi a que apresentou menor graduação alcóolica ($8,00 \pm 0,35$ % v/v a 20 °C) e a amostra HM1 ($14,08 \pm 0,01$ % v/v a 20 °C) a de maior teor alcóolico. Pode-se afirmar que HM2, HM3 e HM4 estão dentro do previsto uma vez que não excederam ao valor máximo que é 14% ou ficaram abaixo do valor mínimo estabelecido pela a legislação para grau alcóolico que é 4 % v/v a 20°C. Observou-se que a amostra HM3 apresentou o teor alcóolico menor do que o informado no rótulo (14,00 % v/v a 20 °C), sendo o resultado $13,20 \pm 0,13$ % v/v a 20 °C. Já a amostra HM1 ($14,08 \pm 0,01$ % v/v a 20 °C) apresentou resultado acima do

limite máximo definido pela legislação, o que pode ter sido afetado por algum erro durante o processo de produção possivelmente durante a fermentação. Porém, de acordo com o produtor, o teor alcoólico do hidromel era de 14,6% podendo ser observado uma queda do teor alcoólico durante o tempo de armazenamento da amostra. Estudos realizados por Lopes et al. (2020) objetivando-se avaliar o impacto de *Saccharomyces cerevisie* como inóculo único e como inóculo misto com *Meyerozyma caribbica* na qualidade do hidromel obteve bons resultados quanto a produção de etanol e consumo de açúcar pelo inóculo misto. A graduação alcóolica das bebidas produzidas por Loper et al. (2020) estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação nacional, em média 12% v/v a 20°C. O autor atribui a variação na graduação alcóolica a leveduras utilizadas e o seu consumo de açúcar. Posteriormente Dantas et al. (2021), pesquisando hidroméis, elaboraram a bebida com mel de diferentes abelhas usando duas leveduras diferentes, *Saccharomyces cerevisie* e *Saccharomyces bayanus*, obtendo um teor alcoólico em média de 10,29 % v/v a 20°C.

Neste trabalho foram observados pelos dados descritos pela Tabela 2, uma grande variação dos teores de açúcares das quatro amostras, que variaram entre $1,80 \pm 0,08 \text{ g L}^{-1}$ para HM2 e $15,27 \pm 0,35 \text{ g L}^{-1}$ para HM1, com diferenças significativas entre todas elas. Em relação a classificação do hidromel a partir da concentração do açúcar, das quatro amostras, apenas HM4 foi classificada como seca em seu rótulo, ou seja, segundo o MAPA, o teor máximo de açúcar nessa amostra deveria ser de no máximo 3 g L^{-1} . Porém, como pode ser observado na Tabela 2, o teor de açúcar para HM4 ($13,09 \pm 0,50 \text{ g L}^{-1}$) ultrapassa o limite máximo para tal classificação, sendo necessária a reclassificação da bebida. A amostra HM3 apresentava o termo “meio-seco” no rótulo, o que não é previsto pela legislação e por isso não há limites estabelecidos. Entretanto, por apresentar o teor de açúcar abaixo do teor máximo para hidromel seco e do teor mínimo para hidromel suave 3 g L^{-1} , sugere-se que esta amostra poderia ser classificada como hidromel seco.

As amostras HM1 e HM2, não apresentaram classificação nos rótulos nem foram classificadas pelos produtores. Porém, por se encontrarem acima do limite máximo de açúcares para serem classificadas como secas, podem ser classificadas como hidromel suave, uma vez que essa não tem valor máximo de açúcar estipulado. Lopes et al. (2020), estudando os teores de açúcar total de hidroméis encontraram valores de 8,69 e 9,15 g L^{-1} para um processo de produção que utilizava durante a fermentação uma única levedura e fermentação com leveduras mistas, respectivamente. Esses valores se mostram próximos ao valor de HM2 ($9,37 \pm 0,08 \text{ g L}^{-1}$). Anteriormente, Rezende e Rodrigues (2015), objetivando-se caracterizar o

mel escuro, para produzir e caracterizar o hidromel feito a partir desse mel, obteve para esse mesmo parâmetro valores de 18,23 e 15,28 g L⁻¹ para duas diferentes leveduras, o último se aproxima do teor de açúcar de HM1 (15,27±0,35 g L⁻¹), corroborando com os resultados obtidos.

O teor de açúcar é dado pela soma de açúcares redutores e não redutores. Os açúcares redutores são definidos como moléculas sacarídeas que possuem um grupo redutor. Entre os principais açúcares redutores pode-se citar a glicose e a frutose, sendo a primeira interessante para a produção de etanol, uma vez que a levedura geralmente tem maior facilidade de metabolizá-la. Com isso em mente, é importante lembrar que o açúcar presente em maior quantidade no mel é a frutose, seguida pela glicose. Desse modo, pode-se afirmar que a concentração de açúcares redutores na bebida alcoólica fermentada de mel será maior que a quantidade açúcares não redutores. Isto é confirmado pelos resultados apresentados na Tabela 2, onde observa-se os valores de açúcares redutores, não redutores e extrato seco para cada amostra (OETTERER, 2006; SVECOVA et al., 2015).

O teor de açúcares redutores apresentou diferença significativa entre todas as amostras, sendo que a amostra HM1 apresentou a maior concentração, 12,17 ± 0,21 g L⁻¹ enquanto a amostra HM3 a menor 1,28 ± 0,08 g L⁻¹. Isso pode ser explicado por diferentes condições de cada produtor, o mel utilizado e as condições de fermentação.

Mileski (2016) investigou o processo de fermentação alcoólica do mel, com diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces* para produzir hidromel fresco e maturado e obtendo-se uma grande variação entre suas amostras, 19,63 a 43,16 g L⁻¹ de açúcares redutores, valores superiores aos de todas as amostras do presente estudo. Dantas et al. (2021) obtiveram teores de açúcar redutor entre 7,10 a 9,29 g L⁻¹, valores que se aproximam da concentração das amostras HM2 e HM4. Já no estudo de Brunelli (2017) para a produção de hidromel utilizando cinco leveduras alcólicas diferentes, os valores de açúcares redutores foi inferior aos dos estudos de Dantas et al. (2021), em média 5,15 g L⁻¹, entretanto se aproximou da concentração de açúcares redutores de HM3 (1,28 ± 0,08 g L⁻¹) e HM2 (7,34 ± 0,11 g L⁻¹). O autor atribuiu as diferenças observadas nos valores ao uso de diferentes leveduras entre os processos de produção.

Os compostos voláteis como os ácidos, ésteres e aldeídos são formados no hidromel durante a etapa de fermentação e apresentam alta contribuição para as características sensoriais da bebida, principalmente no aspecto odorífico de bebidas fermentadas em geral. A acidez volátil das amostras expressas em mEq L⁻¹ apresentou diferenças significativas e

estavam entre 13,60 para a amostra HM1 e 8,11 para as amostras HM2 e HM3. Assim, todas as amostras estavam dentro do estipulado pela legislação pois não ultrapassarem a concentração máxima de 20 mEq L⁻¹ uma vez que esse parâmetro não possui valor mínimo estipulado. A concentração de acidez volátil de HM1 é a mais alta e se aproxima da encontrada por Brunelli et al. (2017), cujo valor é de 12,65 mEq L⁻¹. No estudo de Benetole et al. (2021) foi avaliado o processo de fermentação alcoólica natural do hidromel e a concentração da acidez volátil encontrada em seu trabalho (6,46 a 11,26 mEq L⁻¹) se aproxima das obtidas nas amostras HM2, HM3 e HM4 (BRASIL, 2019; STAROWICZ e GRANVOGL, 2020; STAROWICZ e GRANVOGL, 2022).

A acidez total se refere a todos os compostos ácidos do hidromel formados durante a fermentação. Dentre as quatro amostras estudadas, HM1 e HM4 não apresentaram diferenças significativas entre elas e estão dentro do valor mínimo estipulado pela legislação que é de 50 mEq L⁻¹ enquanto HM2 e HM3 não apresentaram diferenças significativas entre si e se encontraram abaixo deste limite. Esses dados corroboram com aqueles encontrados por Dantas et al. (2021) que estudando amostras de hidromel, encontraram valores abaixo do mínimo da legislação (41,69 a 43,73 mEq L⁻¹). Para os autores isto pode ser atribuído a uma diluição excessiva do mel durante a produção do mosto, e a baixa quantidade de ácidos presente na mesma matéria-prima. Além disso, a concentração de ácidos formados durante a fermentação pode não ter sido suficiente para atingir o mínimo necessário. A acidez fixa é dada pela subtração dos teores de acidez volátil dos teores da acidez total. Desse modo, pode-se dizer que a acidez fixa são todos os ácidos que não foram volatilizados por arraste a vapor. Verifica-se que, pelos dados descritos na Tabela 2, todas as amostras se mostraram dentro do limite estipulado pela legislação. Assim, como observado para a acidez total, as amostras HM1 e HM4 não apresentaram diferenças significativas entre elas e as amostras HM2 e HM3 não diferiram estatisticamente entre si (IAL, 2008; BRASIL, 2019; STAROWICZ e GRANVOGL, 2020; DANTAS, 2021).

Para a análise de sulfatos observou-se que todas as amostras se apresentaram turvas com ácido sulfúrico, indicando teor de sulfatos inferior a 1 g L⁻¹. E segundo a metodologia, por ser baixo, esse valor deve ser desconsiderado para o cálculo do extrato seco reduzido.

O teor de extrato seco reduzido pode ser observado pela Tabela 2 e tem apenas limite mínimo estipulado de 7 g L⁻¹. Entretanto, houve diferenças significativas entre as amostras, sendo que as amostras HM1 e HM4 apresentaram os maiores teores de extrato seco reduzido, em média 41,78 g L⁻¹ e a amostra HM3 o menor teor, 18,25 g L⁻¹. A quantidade de extrato

seco reduzido de HM1 e HM4 são similares aos valores encontrados por Brunelli (2017) nos hidroméis produzidos por cinco leveduras distintas que variaram entre 31,54 a 41,34 g L⁻¹. Anteriormente, Rezende e Rodrigues (2015) obtiveram teores de extrato seco reduzido inferiores em duas amostras de hidroméis, 12,48 e 19,88 g L⁻¹, valores próximos da amostra HM3. O extrato seco reduzido desconsidera tanto o teor de açúcar total quanto a presença de sulfatos caso presente, com isso não é possível associá-los com a quantidade obtida para esse parâmetro. Desse modo, pode-se dizer que os valores obtidos de extrato seco reduzido estão relacionados a outros produtos da fermentação, como glicerol, e até mesmo a presença de biomassa residual de leveduras (REZENDE e RODRIGUES, 2015).

Entretanto, os dados do extrato seco observados na Tabela 2, é considerado todos os compostos que não foram evaporados são considerados na massa final, o que explica o motivo pelo qual este valor é maior que o extrato seco reduzido. Pode-se observar que as amostras HM1 e HM4 apresentaram os teores de extrato seco superior as demais, em média 55,39 g L⁻¹. A amostra HM3 apresentou o menor valor de extrato seco, 19,06 g L⁻¹. Essas diferenças podem ser associadas aos teores de açúcares dessas amostras, visto que as amostras que apresentaram as maiores concentrações de açúcares também apresentaram os maiores teores de extrato seco. (IAL, 2008; BRASIL, 2019; BRUNELLI, 2017; MARGAOAN, 2020).

Além dessas análises físico-químicas, foram realizadas as análises de metanol e álcoois superiores isoamílico, isobutílico, propílico, *sec*-butílico e butílico. Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores de metanol e álcoois superiores das amostras de hidromel expressos em mg/100 mL de amostra.

	Metanol	Isoamílico	Isobutílico	Propílico	<i>Sec</i>-butílico	Butílico
HM1	ND ¹	18,40±0,26 ^a	3,20±0,12 ^b	ND ¹	ND ¹	ND ¹
HM2	ND ¹	6,00±0,18 ^d	0,10±0,04 ^d	ND ¹	ND ¹	ND ¹
HM3	ND ¹	8,90±0,00 ^c	2,10±0,00 ^c	ND ¹	ND ¹	ND ¹
HM4	ND ¹	11,12±0,07 ^b	4,06±0,05 ^a	ND ¹	ND ¹	ND ¹

Os resultados são expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de confiança de 95%. 1 Não Detectado.

Fonte: Da autora (2022).

Pode-se observar que as amostras apresentaram variação quanto os teores de álcool isoamílico, que estavam entre 18,40 ± 0,26 mg/100 mL na amostra HM1 e 6,00 ± 0,18 mg/100 mL na amostra HM2. Assim como para os teores de álcool isobutílico, que variaram entre 4,06 ± 0,05 mg/100 mL na amostra HM4 a 0,10 ± 0,04 mg/100mL na amostra HM2. Os

demais álcoois analisados não foram detectados em nenhuma das amostras. Os álcoois superiores por definição são álcoois com mais de dois átomos de carbono formados durante a fermentação. Eles são importantes pois contribuem para o aroma da bebida, tendo-se em destaque os álcoois amílico e propílico com seus respectivos isômeros. Dentre os principais álcoois superiores encontrados em bebidas alcoólicas fermentadas, o álcool isoamílico é o principal. Desse modo, observando os dados da Tabela 3, pode-se dizer que as amostras seguem o esperado quando se trata de álcoois superiores uma vez que apresentaram concentrações maiores de álcool isoamílico (CARDOSO, 2020).

Em seu trabalho de revisão sobre compostos voláteis em hidromel, Starowicz e Granvogel (2020) apresentaram os compostos voláteis de amostras de variados países como França, Estados Unidos, Etiópia, Eslovênia, Cuba, Espanha, Eslováquia, África do Sul, Taiwan e Portugal dos quais em cinco foram identificados álcool isoamílico e em três amostras isobutílico. A legislação atual não estabelece limites para esses compostos em hidromel por isso, não se pode dizer se estão em uma concentração desejável. Entretanto, fazendo uma comparação com a cachaça que possui limite máximo para a soma de álcoois superiores de 360 mg/100 mL de álcool anidro, os valores desses álcoois nas amostras de hidromel expressos em mg/100 ml de álcool anidro foram, 153,07, 76,24, 83, 67 e 110,19 para HM1, HM2, HM3 e HM4, respectivamente. Indicando que os hidroméis estariam dentro do limite máximo estabelecido para cachaça. É importante estabelecer limites máximos pois mesmo que estes álcoois contribuam para o aroma do hidromel, e em excesso, esses álcoois podem causar alterações no aspecto sensorial e conseqüentemente, a redução da qualidade e valor comercial da bebida. A não detecção dos álcoois *sec*-butílico, butílico e metanol se faz positiva uma vez que esses são contaminantes indesejáveis não só por alterarem a qualidade da bebida, mas também por serem tóxicos e prejudiciais à saúde humana. Assim como os álcoois superiores, estes contaminantes não possuem limites estabelecidos para o hidromel, porém possuem limitação máxima para a cachaça de 10,0; 3,0; e 20,0 mg/mL de álcool anidro para o álcool *sec*-butílico, butílico e metanol, respectivamente (BRASIL, 2019; CARDOSO, 2020).

O furfural, quando presente em altas concentrações é um composto indesejável na bebida, sendo originário da degradação de açúcares residuais, além de ser um dos produtos da reação de Maillard, assim como o HMF. Sobre o furfural, os resultados da análise são apresentados na Tabela 4 e estão expressos em mg/100 mL de álcool anidro (APRICENO et al., 2018).

Tabela 4 - Teor de furfural das amostras de hidromel expresso em mg/100 mL de álcool anidro.

Amostra	Furfural (mg/100 ml de álcool anidro)
HM1	1,06±0,12 ^b
HM2	0,80±0,03 ^b
HM3	0,50±0,06 ^b
HM4	4,71±1,20 ^a

Os resultados são expressos em média ± desvio padrão. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de confiança de 95%.

Fonte: Da autora (2022).

O furfural foi quantificado em todas as amostras analisadas, sendo que a amostra HM4 apresentou a maior concentração desse contaminante, 4,71±1,20 mg/100 mL de álcool anidro, enquanto as demais amostras não apresentaram diferenças significativas, com um teor médio de 0,79 mg/100 mL de álcool anidro.

A presença de açúcares em concentrações superiores durante o processo de produção do hidromel pode acarretar na formação desse composto, bem como aquecimento durante a fermentação e do mosto, a origem mel utilizado para a produção da bebida e o pH ácido, como já apresentado anteriormente. Assim, é possível perceber que as amostras de HM1 e HM4 que apresentaram teor de açúcar mais altos são as que apresentaram a maior quantidade de furfural. Mesmo que o teor de açúcar de HM1 seja mais alto do que o de HM4, a última apresentou a maior concentração de furfural, justificando sua formação pela presença de açúcares e a consequente degradação dos mesmos. Além disso, HM1 e HM4 apresentaram acidez mais alta e menor valor de pH, o que favorece a presença de furfural nestas amostras. Enquanto HM2 e HM3 apresentaram menor acidez também apresentaram menor concentração de furfural.

Em sua pesquisa sobre a quantidade açúcares, ácidos orgânicos e alguns compostos fenólicos presentes em vinte e duas amostras de hidromel produzidos na República Tcheca, Svecová et al. (2015), observou que a amostra com maior concentração de frutose e glicose foi a que apresentou menores concentrações de HMF. Lopes et. al. (2020) não conseguiu detectar furfural em suas amostras, porém demonstrou a presença de HMF, pelo uso de

cromatografia líquida de alta eficiência. As amostras analisadas por Lopes et al. (2020) não tiveram tempo de maturação especificado, porém foram produzidas especificamente para a pesquisa, com isso pode-se assumir que os hidroméis apresentaram baixos teores de HMF, 0,302 mg L⁻¹ e 0,233 mg L⁻¹, enquanto as amostras do presente estudo apresentaram concentração de furfural entre 10,6; 8,0; 5,0 e 47,1 mg L⁻¹ para HM1, HM2, HM3 e HM4, respectivamente. A diferença da concentração de furfural pode ser explicada pelo uso de méis de origens diferentes, pelas diferenças entre os teores de açúcares no mosto, pelas condições e tempo de armazenamento das matéria-prima e bebida. Isto pode ser explicado pelas pesquisas já realizadas, visto que amostras armazenadas por mais tempo e expostas a temperaturas elevadas tendem a apresentar maiores concentrações de furfural do que amostras armazenadas por menos tempo e temperaturas amenas (SVECOVÁ et al., 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As amostras de hidroméis analisadas apresentaram grande variabilidade em relação a composição físico-química. Quanto aos PIQ's apenas a amostra HM4 apresentou todos os parâmetros dentro dos limites exigidos pela legislação. As amostras HM2 e HM3, apresentaram apenas a acidez total abaixo do limite mínimo e a amostra HM1 ultrapassou o teor alcoólico máximo estabelecido. Assim, essas amostras não estariam aptas para serem comercializadas no mercado nacional. Porém, alterações e ajustes durante a produção do hidromel podem ser realizados para que esses produtos atinjam os PIQ's exigido pela legislação. Em relação ao fufural, diante do exposto, pode-se dizer que o objetivo de quantificar a presença desse composto em hidromel produzido no Brasil foi concluído. Sendo importante destacar que a legislação brasileira deveria estabelecer limites para furfural no hidromel, visto que é um composto tóxico para a saúde do consumidor e sua presença foi detectada em todas as amostras. Além disso, seria interessante fazer análises do uso de metodologias mais eficazes como cromatografia líquida de alta eficiência bem como quantificar também o HMF, visto que a literatura sobre a presença desse composto em mel é abrangente. Salienta-se a importância de as autoridades competentes incentivarem a pesquisa dos componentes das bebidas consumidas no país para segurança da população.

6 CONCLUSÃO

Diante do apresentado, pode-se dizer que os objetivos do trabalho foram alcançados. Das quatro amostras, apenas HM4 se apresentou dentro dos Parâmetros de Identidade e Qualidade, enquanto HM1, HM2 e HM3 apresentaram-se fora do estabelecido em apenas um parâmetro que pode ser corrigido durante a produção. Deste modo, seguindo a Legislação Brasileira, apenas HM4 seria apta a comercialização.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-GHAMDI, A.; MOHAMMED, S. E. A.; ANSARI, M. J.; ADGABA, N. **Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored *Apis mellifera* and *Apis florea* honey.** Saudi journal of biological sciences, vol. 26(4), p. 845-848. 2019.
- APRICENO, A.; GIRELLI, A. M.; SCUTO, F. R.; TAROLA, A. M. **Determination of furanic compounds and acidity for Italian honey quality.** Flavour and Fragrance Journal, vol. 33(6), p. 411-419. 2018.
- BEDNAREK, M.; SZWENGIEL, A. **Distinguishing between saturated and unsaturated meads based on their chemical characteristics.** LWT - Food Science and Technology, vol. 133, número 109962, 2020.
- BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Mead Style Guide.** (<https://www.bjcp.org/style/2015/mead/>). Data de acesso: 24/12/2021. 2015.
- BENETOLE, B. M.; GOMES, W. P. C.; GENEROSO, E. P.; CAMPOS, S. V.; HARDER, L. N. C.; ARTHUR, V.; HARDER, M. N. C. **Mead of natural fermentation.** J Microbiol Biotech Food Sci. Vol. 11 (1). 2021.
- BRASIL. ANEXO À NORMA INTERNA DIPOV Nº 01/2019. **Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentados Acéticos, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho,** 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução normativa n.24, de 08 de setembro de 2005.**
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 15, de 31 de março de 2011.**
- BRITANNICA ENCICLOPÉDIA: Entertainment & Pop Culture: Food: mead (<https://www.britannica.com/topic/mead>). Data de acesso: 19 de junho de 2021
- BRITO, C. **Empreendedor fatura 200 mil reais por mês com hidromel.** Pequenas Empresas Grandes Negócios. Jornal Globo. 2021 (<https://revistapegn.globo.com/Banco-de-ideias/Alimentacao/noticia/2021/09/empreendedor-fatura-r-200-mil-por-mes-com-hidromel.html>). Data de acesso: 24 de dezembro de 2021.
- BRUNELLI, L. T.; IAMIZUMI, V. M.; FILHO, W. G. V. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de hidromel produzido a partir de cinco tipos de leveduras alcoólicas.** Energ. Agric., Botucatu. vol. 32, n.2. p.200-208. abril-junho, 2017.

CAMPOS, L.; A sacralidade que vem das taças: o uso de bebidas no Mito e na Literatura Nórdica Medieval. **Revista Brasileira de História das Religiões**, ANPUH, Ano VIII, n. 23, p. 97 – 107. Setembro/Dezembro de 2015.

CARDOSO, M. G. **Produção de Aguardente de cana**. 4 ed. revisada e ampliada. Editora UFLA: Lavras – MG, 2020

CASAL, M. A. D. **Corografia Brazilica ou Relação historico-geografica do Reino do Brazil**. 1817.

CRUSCO, S. **Você já experimentou hidromel?**, Revista Elle, 1 de agosto de 2020; <https://elle.com.br/lifestyle/voce-ja-experimentou-hidromel> data de acesso: 20 de junho de 2021.

CZABAJ, S.; KAWA-RYGIELSKA J.; KUCHARSKA, A.Z.; KLIKS, J. **Effects of Mead Wort Heat Treatment on the Mead Fermentation Process and Antioxidant Activity**. *Molecules*, vol. 22, número 803. 2017.

DANTAS, C. E. A.; SILVA, J. K. B.; SILVA, J. L. A.; SILVA, M. S, PEREIRA, J. O. P. **Comparison Of Commercial Yeast Strains In Production Of Meads With Africanized Bee's And Stingless Bee's Honey**, *Journal of Culinary Science & Technology*. 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GARLET, T. B; SILUK, J.; SANTOS, A. M.; SAVIAN, F.; MICHELIN, C. **Hidromel em Escala Industrial: Proposta de Processo Produtivo**. 4º Forum Internacional ECOINOVAR. Santa Maria, RS, Brasil. Agosto, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª edição. São Paulo. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTISCA. **Pesquisa Pecuária Municipal** (<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques>). Data de acesso: 03/03/2022.

JUNG, Y. H.; KIM, S.; YANG, J.; SEO, J. H.; & KIM, K. H. **Intracellular metabolite profiling of *Saccharomyces cerevisiae* evolved under furfural**. *Microbial biotechnology*, vol. 10(2), p. 395–404. 2016.

LANGER, J. **Dicionário de Mitologia Nórdica: símbolos, mitos e ritos**. 1 ed. Brasil: Editora Hedra LTDA. p. 978-85-7715-402-9, 2015.

LOPES, A. C. A.; COSTA, R.; ANDRADE, R. P.; LIMA, L. M. Z.; SANTIAGO, W. D.; CARDOSO, M. G.; DUARTE, W. F. **Impact of *Saccharomyces cerevisiae* single inoculum**

and mixed inoculum with *Meyerozyma caribbica* on the quality of mead. *European Food Research and Technology*, vol.246, p.2175–2185. 2020.

MĂRGĂOAN R.; CORNEA-CIPCIGAN, M.; TOPAL, E.; KOSOGLU M.; **Impact of Fermentation Processes on the Bioactive Profile and Health-Promoting Properties of Bee Bread, Mead and Honey Vinegar**. *Processes*, vol. 8, número 1081, 2020.

MATTIETTO, R. D. A.; LIMA, F. C. C. D. **Tecnologia para Obtenção Artesanal de Hidromel do Tipo Doce**. Comunicado Técnico 170. Empraba; p 5. 2006.

MILESKI, J. P. F. **Produção e caracterização de hidromel utilizando diferentes cepas de leveduras *Saccharomyces***. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Brasil. 2016.

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

OETTERER, M.; RAGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, São Paulo: Editora Manole. Brasil. 2006.

OLIVEIRA FILHO, J. H.; BORTOLETTO, A. M.; ALCAEDE, A. R.; **Qualidade pós-colheita de colmos de cana armazenados e seus reflexos na produção de cachaça**. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 19, p. e2015069, 2016.

REED, N.R.; KWOK, E.S.C.; **Furfural**, *Encyclopedia of Toxicology*, 3ª edição, p. 685-688, Academic Press. 2014.

REZENDE, R. F. M.; RODRIGUES, T. V. D. **Caracterização do mel e hidromel produzido visando a produção de vinagre de mel**. Monografia. Universidade Federal do Pampa. Brasil. 2015.

STAROWICZ, M.; GRANVOGL, M. **Effect of Wort Boiling on Volatiles Formation and Sensory Properties of Mead**. *Molecules*, vol 27, número710. 2022.

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*. Vol 106. P 402–416. 2020.

STURLONSON, S. **Edda em Prosa: Gylfaginning e Skáldskaparmál**. Editora Barbudânia. Tradução: Artur Avelar p 369. 2014.

SUCEVEANU, E. M.; ALEXA, I. C. **Sensory and physicochemical evaluation of some varieties of romanian artisanal mead**. ALMA MATER Publishing House, “VASILE ALECSANDRI” University of Bacău. 2021.

SVECOVA, B.; BORDOVSKÁ, M.; KALVACHOVÁ, D.; HÁJEK, T. **Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content.** Journal of Food Composition and Analysis, vol 38, p. 80–88. 2015.

VILELA, F. J. ET AL. **Determinação das composições físico-químicas de cachaças do Sul de Minas Gerais e de suas misturas.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1089-1094, jul./ago. 2007.

ZACARONI, L. M.; CARDOSO, M. G.; SACZK, A. A.; SANTIAGO, W. D.; ANJOS, J. P.; MASSON, J.; DUARTE, F. C.; NELSON, D. L. **Caracterização e quantificação de contaminantes de aguardente de cana.** Química Nova, São Paulo, vol. 34. 2011.