



LETÍCIA FAGUNDES LOPES

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES
CLARIFICANTES NA REDUÇÃO DE TURBIDEZ EM
HIDROMEL**

**LAVRAS – MG
2019**

LETÍCIA FAGUNDES LOPES

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES NA
REDUÇÃO DE TURBIDEZ EM HIDROMEL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título
de Bacharel.

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel

Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

LETÍCIA FAGUNDES LOPES

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES NA REDUÇÃO DE
TURBIDEZ EM HIDROMEL**

**EVALUATION OF DIFFERENT CLEARING AGENTS IN HYDROMEL TURBIDITY
REDUCTION**

Monografia apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título
de Bacharel.

Apresentada em 27 de novembro de 2019.

Dr. Diego Alvarenga Botrel

Dr. José Luís Contado UFLA

MSc. Felipe Furtini Haddad UFLA

Prof. Dr. Diego Alvarenga Botrel

Orientador

LAVRAS-MG

2019

RESUMO

O hidromel é uma bebida alcoólica que resulta da fermentação de mel, previamente diluído em água, sendo boa opção de renda para os produtores de mel, pela agregação de valor ao produto. A clarificação, uma das etapas de grande importância para aceitação de diversos tipos de bebidas, remove os compostos em suspensão, responsáveis pela turbidez, geralmente por meio de equipamentos de filtração, que geram alto custo. Outra alternativa para esse processo é o uso apenas de agentes clarificantes, que também proporcionam grande qualidade ao produto. Para tanto, se faz necessário a determinação do tipo ideal de clarificante para cada bebida. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de três potenciais agentes clarificantes na redução da turbidez de hidromel, aplicados em concentrações de 0,05%, 0,1% e 0,5% (m/v): gelatina, bentonita e carragena. Os resultados foram obtidos através de medições utilizando um turbidímetro e os valores coletados avaliados pelo teste de Tukey com 5% de significância. A carragena foi o único agente clarificante que obteve resultado satisfatório, com valores de turbidez inferiores a 10 NTU, no dia seguinte da adição dos mesmos. As amostras com gelatina não tiveram nenhum efeito sobre as partículas em suspensão do hidromel após três dias da sua adição. A adição de bentonita reduziu significativamente a turbidez, no entanto para valores acima de 10 NTU. Dentro das condições em que foram conduzidos os testes experimentais, os hidroméis produzidos apresentaram características físico-químicas de acordo com a legislação brasileira (PIQ). Além disso, pode-se concluir que é viável o uso de carragena como agente clarificante na redução da turbidez em hidromel.

Palavras-chave: Bebida fermentada, clarificação, gelatina, carragena, bentonita.

ABSTRACT

Mead is an alcoholic beverage that results from the fermentation of honey, previously diluted with water, being a good income option for honey producers, by adding value to the product. Clarification, one of the most important steps for accepting various types of beverages, removes the suspended compounds responsible for turbidity, usually through high-cost filtration equipment. Another alternative to this process is the use of only clarifying agents, which also provide great quality to the product. Therefore, it is necessary to determine the ideal type of clarifier for each drink. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of three potential clarifying agents on the reduction of mead turbidity, applied at concentrations of 0.05%, 0.1% and 0.5% (w / v): gelatin, bentonite and carrageenan. The results were obtained through measurements using a turbidimeter and the collected values evaluated by Tukey test with 5% significance. Carrageenan was the only clarifying agent that had a satisfactory result, with turbidity values below 10 NTU, on the day after their addition. Gelatin samples had no effect on the suspended particles of mead after three days of their addition. The addition of bentonite significantly reduced turbidity, however to values above 10 NTU. Within the conditions under which the experimental tests were conducted, the produced meads presented physicochemical characteristics according to the Brazilian legislation (PIQ). In addition, it can be concluded that the use of carrageenan as a clarifying agent for reducing turbidity in mead is feasible.

Keywords: Fermented beverage, clarification, gelatin, bentonite, carrageenan.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVO.....	8
3. JUSTIFICATIVA.....	9
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
4.1. Histórico do hidromel.....	10
4.2. Legislação hidromel.....	10
4.3. Importância econômica.....	11
4.4. Processo de produção do hidromel.....	12
4.4.1. Preparo do mosto.....	13
4.4.2. Fermentação.....	13
4.4.3. Descuba.....	14
4.4.4. Maturação.....	14
4.4.5. Trasfega e clarificação.....	15
4.4.6. Pasteurização e Envase.....	15
4.5. Ação dos agentes clarificantes.....	16
4.5.1. Gelatina.....	16
4.5.2. Bentonita.....	16
4.5.3. Carragena.....	16
5. METODOLOGIA.....	17
5.1. Preparo do hidromel.....	17
5.2. Análises físico-químicas.....	18
5.3. Avaliação do processo de clarificação.....	18
5.4. Análise estatística.....	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6.1. Análise do processo de fermentação.....	18
6.2. Análises físico-químicas.....	19
6.3. Avaliação do processo de clarificação.....	20
7. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O hidromel é considerado uma das bebidas alcoólicas mais antiga que se tem conhecimento (AQUARONE, 2001).

A produção da bebida geralmente é artesanal e em pequena escala, sendo uma atividade muito comum entre os apicultores. Eles se dedicam à produção dessa bebida de modo informal, como uma atividade complementar à produção de mel e uma alternativa de renda.

O hidromel não é uma bebida popular entre os brasileiros, mas apresenta um grande potencial comercial devido às condições climáticas do país, sua extensão territorial ocupada com cobertura vegetal diversificada constituída de culturas agrícolas, pomares comerciais e áreas de reflorestamento que favorecem a apicultura.

A qualidade da bebida é um dos principais aspectos para impulsionar o crescimento do mercado. A aparência do produto é o primeiro parâmetro avaliado pelo consumidor e de extrema importância para a sua satisfação, ou seja, para o hidromel transparecer ser um produto de qualidade, a bebida deve se apresentar límpida e sem deposição de sedimentos no fundo das embalagens que podem ser causadas devido à turbidez. Estes defeitos podem remeter ao consumidor ou cliente de que o produto possa estar estragado (AQUARONE, 2001).

A fim de deixar o produto com aparência límpida, realiza-se a etapa de clarificação na produção da bebida. Existem vários métodos para isso sendo a filtração um dos mais utilizados, porém, esse processo pode posteriormente turvar e prejudicar a qualidade final do hidromel. Esta turvação ocorre quando a bebida é resfriada em torno de 0°C, tornando o complexo proteico polifenol insolúvel. Nos primeiros dias a turbidez a frio é reversível caso seja retornada a temperatura ambiente. Caso permaneça por um longo período de tempo, ela se transformará em sedimentos, tornando assim irreversível este defeito. Uma maneira de evitar é a utilização de agentes clarificantes, que removem os polifenóis, ou as proteínas, ou até mesmo o complexo formado. Além disso, os equipamentos de filtração geram alto custo de produção (AQUARONE, 2001).

A clarificação ocorre naturalmente, mas além de lenta, pode não ser suficiente e adequada. Já o uso de agentes clarificantes pode atingir uma melhor limpeza e estabilidade em menos tempo (CHARLES A. SIMS, JANET S. EASTRIDGE, 1995). Para tanto, se faz

necessário a determinação do tipo ideal de clarificante para cada bebida. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de três potenciais agentes clarificantes na redução da turbidez de hidromel.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de três potenciais agentes clarificantes na redução da turbidez de hidromel, aplicados em concentrações de 0,05%, 0,1% e 0,5% (m/v): gelatina, bentonita e carragena.

Objetivo Específico

- Acompanhar a fermentação da bebida e analisar físico-quimicamente o hidromel (acidez total, açúcares totais e teor alcoólico);
- Avaliar potenciais agentes clarificantes, em diferentes concentrações, na redução da turbidez de hidromel.

3. JUSTIFICATIVA

A impressão visual da bebida é o primeiro aspecto para o produto apresentar boa qualidade, predispondo sua aceitação ou rejeição, ou seja, ela deve se apresentar límpida e sem deposição de sedimentos no fundo das embalagens que podem ser causadas devido à turbidez, por isso a importância de estudar alternativas para o processo de clarificação da bebida.

Além disso, o processo de clarificação usando agentes clarificantes pode atingir uma melhor limpeza em menos tempo e pode melhorar a estabilidade (CHARLES A. SIMS, JANET S. EASTRIDGE, 1995). Para tanto, se faz necessário a determinação do tipo ideal de clarificante para o hidromel, pois algumas proteínas agentes clarificantes podem determinar declínios de adstringência e amargura da bebida devido à sua interação com taninos (KARAMANIDOU; KALLITHRAKA; HATZIDIMITRIOU, 2011).

A clarificação também pode ser feita pelo processo de filtração, porém, os equipamentos são de alto custo, o que inviabiliza sua utilização, já que a produção do hidromel, na maioria das vezes, é artesanal, em pequena escala e com limitação financeira. Além do empecilho financeiro, se a bebida que passou pelo processo de filtração não for armazenada na temperatura adequada, os compostos que causam a turbidez podem posteriormente tornar-se insolúveis, deixando a bebida turva e prejudicando a qualidade final do produto.

Diante dessas questões, é possível averiguar a importância da pesquisa, que busca avaliar o efeito de potenciais agentes clarificantes na redução da turbidez de hidromel.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Histórico do hidromel

A origem do hidromel provavelmente vem dos países africanos e, mais tarde, passou a ser produzido em toda a bacia do Mediterrâneo e Europa, desempenhando um papel importante nas antigas civilizações. As bebidas fermentadas de mel provavelmente são as mais antigas bebidas alcoólicas conhecidas pelo homem, sendo produzidas há milhares de anos antes do vinho e cerveja, com relatos de coletas de mel por volta de 8.000 a.C. (IGLESIAS et al., 2014).

O primeiro registro da produção de hidromel data 7.000 a.c. no norte da China, onde foram encontrados vasos contendo uma mistura de hidromel, arroz e algumas frutas. Aparentemente, esta bebida era utilizada em rituais religiosos (MCGOVERN et al., 2004).

Na mitologia celta, anglo-saxões e *vikings*, o hidromel era parte importante dos rituais, por ser considerada a bebida dos nobres e deuses. Para esses povos, essa bebida proporcionava a imortalidade, conhecimento e dom da poesia, e acreditava-se ter poderes mágicos e de cura, capazes de aumentar força, virilidade e fertilidade (GUPTA; SHARMA, 2009).

Na Europa o hidromel se expandiu até atingir os mosteiros, onde os monges que se dedicavam à apicultura também produziam a bebida (PIATZ, 2014).

No início do século XII, a produção de hidromel deu lugar aos vinhos e cervejas, que devido à facilidade de colheita da matéria-prima acabaram predominando (BERTELLO, 2001).

No Brasil, a “Companhia de Comércio” decretou uma lei proibindo a produção de bebidas alcoólicas no Brasil, dentre elas o hidromel, e seus produtores ficaram sujeitos a multas, de modo que única bebida permitida era o vinho Português (SOUZA, 2004). Por este motivo durante muito tempo a produção desta bebida foi deixada de lado.

4.2. Legislação do hidromel

O hidromel, segundo Decreto nº 6871 de 4 de junho de 2009, “... é a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14 % em volume, 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (BRASIL, 2009).

A Instrução Normativa n. 34 de 29 novembro de 2012 estabelece os limites legais para o hidromel (Tabela 1), além de ressaltar que o uso de açúcar (sacarose) para a elaboração dessa bebida não é permitido (BRASIL, 2012).

De acordo com este instrumento legal, o hidromel pode ser classificado em seco ou suave, de acordo a quantidade de açúcar na bebida (BRASIL, 2012).

Tabela 1: Padrão de identidade e qualidade do hidromel.

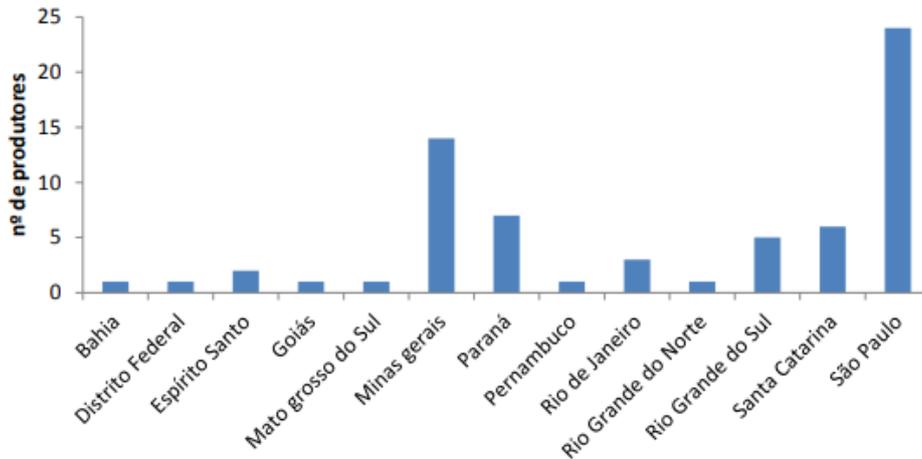
Parâmetros	Mínimo	Máximo	Classificação
Acidez fixa (mEq/L)	30	-	
Acidez total (mEq/L)	50	130	
Acidez volátil (mEq/L)	-	20	
Anidrido sulfuroso (g/L)	-	0,35	
Cinzas (g/L)	1,5	-	
Cloretos totais (g/L)	-	0,5	
Extrato seco reduzido (g/L)	7	-	
Graduação alcoólica %(v/v) - 20 °C	4	14	
Teor de açúcar (g/L)	-	≤ 3	Seco
	> 3	-	Suave

Fonte: Instrução Normativa n° 34 (BRASIL, 2012).

4.3. Importância econômica

A produção de hidromel pode apresentar uma boa alternativa para agregação do valor e posterior comercialização para apicultores, proporcionado renda extra e geração de empregos, e conseqüentemente uma melhora na qualidade de vida da população rural. O território brasileiro apresenta condições climáticas, dimensões territoriais, fauna e flora muito favoráveis para atividade de apicultura (MARCHINI; et al., 2004), porem, atualmente, grande parte da produção desta bebida é realizada de maneira empírica, de modo informal, por apicultores ou por entusiastas da bebida. Foi apenas em 2013 que a primeira indústria de hidromel se instalou no Brasil, a Bee Gold, localizada em Sorocaba, no interior de São Paulo.

Em 2014, após o I Encontro Nacional de Produtores de Hidromel, foram encontrados 67 produtores artesanais distribuídos pelo país (Figura 1). Entretanto, até 2016, haviam apenas quatro produtores registrados no ministério da agricultura (BRASIL, 2016).

Figura 1: Distribuição de produtores informais de hidromel no Brasil.

Fonte: Casa do Hidromel, 2015.

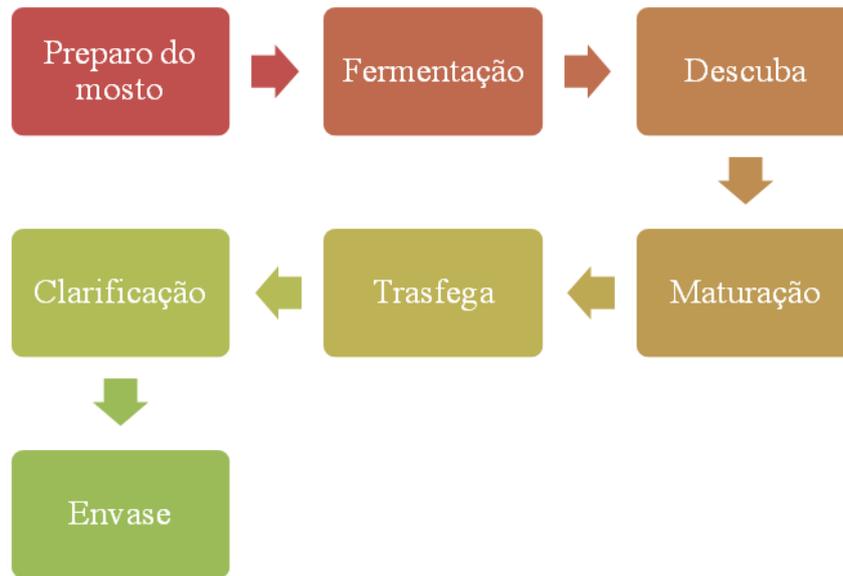
Nos Estados Unidos, assim como em outros países, a bebida apresenta grande potencial de comercialização onde há em torno de 45 hidroméis comerciais, com tendência de valores ainda maiores (IGLESIAS et al., 2014).

A revista “Wine e Vines”, nos Estados Unidos, declarou em 2009 que os produtores de hidromel representavam 2% dos profissionais que trabalham com fermentados no país. Em 2012 existiam cerca de 404, já em 2013, foram registrados 823, representando um aumento de 103%. Com relação às vendas médias, em 2012 registrou-se \$ 48.624 de vendas brutas enquanto em 2013 este valor subiu 130% chegando a \$ 112.000 dólares. A “American Mead Makers Association” declarou que o hidromel apresentou o maior crescimento registrado no seguimento de bebidas alcoólicas dos Estados Unidos (HERBERT, 2014).

4.4. Processo de produção do hidromel

Na Figura 2 é apresentado o fluxograma do processo de produção do hidromel.

Figura 2: Fluxograma de produção do Hidromel.



Fonte: Adaptado de Gupta e Sharma (2009).

4.4.1. Preparo do mosto

A produção do hidromel se inicia com o preparo do mosto, que consiste na diluição do mel em água. As diluições mais comuns são 1:0,5; 1:1; 1:2 e 1:3. As misturas (1:0,5 e 1:1) que contêm concentrações mais elevadas de açúcar apresentam pressão osmótica excessiva, que podem ocasionar a inibição da levedura alcoólica. Dessa forma, a fim de evitar isso, é necessário fracionar a quantidade de mel durante a fermentação (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007). Para início do processo, o ideal é manter o pH do mosto dentro de uma faixa de 3,7 - 4,0 (MCCONNELL; SCHRAMM, 1995).

4.4.2. Fermentação

As leveduras para a produção de hidromel precisam apresentar habilidade de propagação em meios com elevada concentração de açúcares. É muito comum a adição de leveduras enológicas, em sua maioria da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, pois conferem aroma e sabor agradáveis à bebida (SCHULLER; CASAL, 2005).

A temperatura é um fator relevante na etapa de fermentação, para cada tipo de levedura, há uma temperatura ótima apropriada.

Outros fatores que podem influenciar e comprometer a fermentação alcoólica são: insuficiência de nitrogênio, minerais e outros nutrientes importantes para o crescimento e desenvolvimento das leveduras, que são encontrados em pequenas quantidades no mel (GUPTA; SHARMA, 2009). Por isso, com o intuito de favorecer o metabolismo da levedura, é empregado ingredientes nutricionais (MENDES-FERREIRA et al., 2010).

A adição desses suplementos evita o desenvolvimento de microrganismos contaminantes, reduz o tempo de fermentação e, além disso, favorece o aumento da vida útil do produto (MORSE, 1980).

A fermentação é dada por encerrada com a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix) do fermentado.

4.4.3. Descuba

Com o término da fermentação alcoólica, cessa o desprendimento de gás carbônico, o que favorece a sedimentação de partículas em suspensão, tais como células de leveduras, sais insolúveis, proteínas, polifenóis, agentes clarificadores, entre outros, resultando num fermentado mais límpido. Esses depósitos, que recebem a denominação de borra, são indesejáveis por serem fontes de contaminação e por favorecerem reações químicas e bioquímicas que podem originar substâncias causadoras de aroma e sabor impróprios à bebida (MANFROI et al., 2010).

A descuba é a operação que consiste na separação da borra (sólido) do fermentado (líquido). O processo remoção da fração líquida de um fermentador para outro recipiente é realizada pela gravidade ou por meio do bombeamento. Após o término da fermentação, leva de 7 a 10 dias para a borra se depositar o fundo do recipiente. Após esse período, o processo de descuba pode ser realizado, sem causar prejuízos a qualidade da bebida.

4.4.4. Maturação

A maturação é uma etapa de extrema importância na produção do hidromel. É a fase em que são desenvolvidos compostos aromáticos, o que torna a bebida mais complexa, rica em aromas e sobores, e de alta qualidade.

O repouso para maturar é feito após a descuba, geralmente em um recipiente com ausência de ar, equipado com válvula de Müller, a uma temperatura entre 10 a 12°C, por 1 a 6 meses (GUPTA; SHARMA, 2009).

4.4.5. Trasfega e clarificação

A clarificação objetiva a redução da turbidez causada por substância em suspensão, sendo que, nos hidroméis os principais componentes causadores são as próprias leveduras, o pólen, resíduos de cera ou mesmo contaminações como cinzas e areia adquiridas pelo mel durante a colheita (PEREIRA; et al., 2014).

Durante a maturação a turbidez é reduzida naturalmente (método conhecido como autoclarificação), ou seja, ocorre a sedimentação dos sólidos em suspensão pelo efeito da gravidade, principalmente a baixas temperaturas, formando uma borra, sendo necessário separá-la do líquido (RIBEREAU-GAYON; et al., 2006).

A bebida então é transferida para outro recipiente, separando-a das partículas sedimentadas no fundo. Esse processo, denominado trasfega, pode se repetir várias vezes dependendo das características da matéria-prima, tipo de bebida, metodologia de elaboração (uso de agente clarificante), temperatura da maturação e o tipo de recipiente.

A clarificação do hidromel, além das operações de trasfega, pode ser beneficiada com o emprego da filtração, que tem a finalidade de remover leveduras e material em suspensão, e também pode ser feita mediante uso de agentes clarificantes (albumina, argilas, bentonita, caseína entre outras), nos quais os sólidos insolúveis da bebida são removidos por sedimentação. Esses processos de clarificação podem ser empregados isoladamente ou em conjunto (GUPTA; SHARMA, 2009).

A eficiência dos métodos de clarificação citados também é dependente da concentração de pré-inóculo utilizado, sendo que, menores concentrações de células podem desenvolver um produto de fácil clarificação (PEREIRA; et al., 2014).

4.4.6. Pasteurização e Envase

O hidromel clarificado é colocado em garrafas de vidro, previamente sanitizadas. Engarrafado, o produto será pasteurizado em banho-maria a uma temperatura de 65°C por 30 minutos, com o objetivo de cessar a fermentação e eliminar possíveis microrganismos patogênicos. Após a pasteurização, o hidromel será resfriado em água corrente e pode ser armazenado em temperatura ambiente.

4.5. Ação dos agentes clarificantes

4.5.1. Gelatina

A gelatina é uma proteína, ou seja, um polímero de aminoácidos ligados por cadeias peptídeas. Tem sido utilizada para a clarificação de bebidas desde a civilização romana e ainda hoje é um agente clarificante bastante empregado pela indústria, apresenta vida útil elevada, manipulação simples, baixos custos, clarificação brilhante, melhora na cor, sabor e odor.

A gelatina pode apresentar cargas positivas ou negativas dependendo do pH do meio. Em vinhos e bebidas, pH 3,6, espera-se que a maioria dos aminoácidos esteja carregada positivamente e a maioria dos grupos ácidos esteja descarregada (COLE, 1986).

Dessa forma, a gelatina carregada positivamente e os materiais turvantes carregados negativamente são atraídos e se combinam para formar um aglomerado, que pesa e sedimenta. Além disso, o tamanho das moléculas favorece a remoção por filtração ou outro método (COLE, 1986).

4.5.2. Bentonita

Bentonita é o nome genérico de uma argila composta predominantemente pelo argilomineral montmorilonita, do grupo das esmectitas, independente de sua origem ou ocorrência. Sua aplicação é bem ampla no mercado brasileiro, como por exemplo, na indústria vinícola, petrolífera, siderúrgica, construção civil, alimentícia animal, farmacêutica e de cosméticos.

O modo de ação da bentonita é através de cargas eletrostáticas. A superfície plana das plaquetas de bentonita é carregada negativamente e dessa forma, cargas positivas são adsorvidas pelas plaquetas. Essas moléculas ficarão aderidas às partículas de bentonita e o complexo precipitará (ZOECKLEIN, 1988).

4.5.3. Carragena

A Carragena é o nome genérico aplicado a hidrocolóides extraídos de algas vermelhas. Em função do conteúdo e distribuição dos grupos de ésteres sulfatados, as carragenas podem ser classificadas em iota, kappa e lambda.

Esta goma pode atuar como emulsificante, geleificante, estabilizante e possui capacidade de manter partículas em suspensão (PASQUEL, 1999).

O modo de ação da carragena esta relacionada à ligação eletrostática. O grupo éster sulfato da molécula é carregado negativamente, atraindo partículas com cargas positivas (BEMILLER; WHISTLER, 1993).

5. METODOLOGIA

5.1. Preparo do hidromel

O hidromel foi preparado a partir da mistura de mel de laranjeira, adquirido no comércio local da cidade de Lavras-MG, e água filtrada, para obter um mosto com concentração de 24 °Brix; conforme o balanço de massa mostrado a seguir, nas equações 1, 2 e 3.

$$\text{Mel} + \text{Água} = \text{Mosto (equação 1)}$$

$$B1.M1 + B2.M2 = B3.M3 \text{ (equação 2)}$$

$$M1 + M2 = M3 \text{ (equação 3)}$$

Onde:

B1: °Brix do mel;

M1: massa do mel;

B2: °Brix da água;

M2: massa da água;

B3: °Brix do mosto;

M3: massa do mosto.

Após a diluição do mel, o mosto foi fracionado e transferido para duas garrafas de vidro com capacidade de 3 litros, na qual, cada garrafa recebeu uma inoculação diferente. A fim de garantir a condição adequada para o fermento se desenvolver, foi medido o pH do mosto (BRASIL, 2005). As leveduras alcoólicas (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizadas foram: Levedura de panificação seca, marca Dr. Oetker (Levedura 1); e Levedura para vinificação de vinho branco seca ativa, marca Blastosel, FR 95 (Levedura 2). Elas foram previamente umedecidas e adicionadas na concentração de 3 g/L. Foi adicionado fosfato de amônio a 01% (m/v) como nutriente complementar para a fermentação.

A fermentação decorreu em temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) e acompanhada diariamente até a estabilização do teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$). Após a finalização do processo fermentativo, a bebida maturou por sete dias e então foi feita a descuba, separando o fermentado da borra decantada (levedura e sólidos insolúveis).

5.2. Análises físico-químicas

Após, o fermentado foi analisado quanto à acidez total (BRASIL, 2005) açúcares totais por titulometria, conforme o método de Lane-Eynon (COPERSUCAR, 2001), teor alcoólico, pelo método da destilação com uso de picnômetro e tabela de conversão densidade relativa/teor alcoólico (BRASIL, 2005). Para a medição da turbidez foi utilizado o turbidímetro de bancada: marca Hach, modelo 2100N, e os valores obtidos foram expressos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

5.3. Avaliação do processo de clarificação

Para a avaliação do processo de clarificação, o fermentado foi dividido em garrafas pequenas de 200 mL, onde aplicou-se os agentes clarificantes e mantidos em temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Foram avaliados diferentes tipos de clarificantes, gelatina, bentonita e carragena, e em diferentes concentrações de 0,05%, 0,1% e 0,5% (m/v). Foram conduzidos dois tratamentos controle, ambos sem adição dos clarificantes sendo um deles matado à temperatura de refrigeração ($7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

5.4. Análises estatísticas

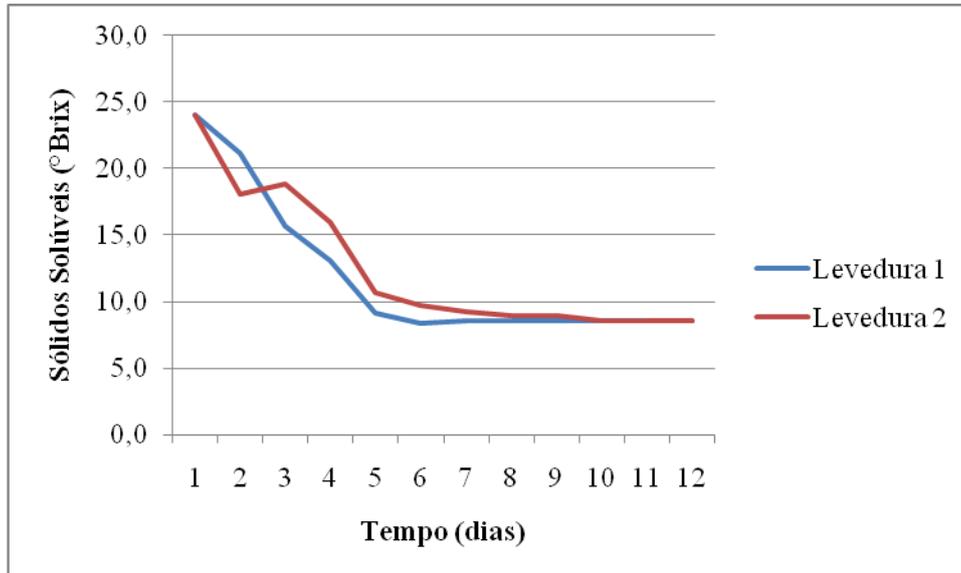
Foi realizada análise estatística (ANOVA) e a diferença entre as médias foi determinada pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade com auxílio do software Sensor Maker, versão 1.91.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Análise do processo de fermentação

Durante todo o período fermentativo foi feito o acompanhamento do teor de sólidos solúveis, que teve seu valor reduzido, indicando o consumo de substrato do meio pela levedura (Figura 3).

Figura 3: Gráfico de sólidos solúveis do mosto em relação ao tempo de fermentação.



Fonte: Autoria própria (2019).

A fermentação teve início com os mostos diluídos para 24,00 °Brix. O processo ocorreu por um período de 12 dias e se deu por encerrado com a estabilização na medida dos sólidos solúveis em ambos os casos.

Estudo realizado por BRUNELLI (2015) descreve que bebidas feitas a partir de mostos com menores concentrações de açúcar (20,00 °Brix) apresentaram uma fermentação completa. Mendes-Ferreira et al. (2010) avaliaram o desempenho fermentativo de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* na elaboração de hidromel. Os resultados não apontaram diferença significativa no desempenho fermentativo das leveduras, recomendando que a seleção de leveduras para a produção de hidromel deve estar associada às características sensoriais do produto, oferecidas pelas diferentes tipos de levedura.

6.2. Análises Físico-Químicas

A seguir, a Tabela 2 apresenta os valores encontrados para os parâmetros analisados no hidromel.

Tabela 2: Caracterização físico-química dos hidroméis obtidos a partir da levedura de panificação (levedura 1) e vinificação (levedura 2).

Levedura	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez Total (meq/L)	Açúcares Totais (% m/v)	Teor Alcoólico (% v/v)
Levedura 1	24,00	66,02	2,29	13,91
Levedura 2	24,00	64,31	2,08	13,22

Fonte: Autoria própria (2019).

As leveduras *Saccharomyces cerevisiae* realizam dois tipos de metabolismo de acordo com a quantidade de oxigênio disponível no meio em que estão inseridas: na presença de oxigênio ocorre a aerobiose convertendo a glicose em água, ATP e dióxido de carbono; e em ausência de oxigênio ocorre a anaerobiose (fermentação alcoólica) produzindo etanol e dióxido de carbono (ALBARELLO, 2012).

A concentração de etanol é determinada pelo consumo de açúcar simples pelas leveduras convertendo, de um modo geral, cada 2,00 °Brix em aproximadamente 1,00 °GL (CORAZZA; RODRIGUEZ; NOZAKI, 2001). A taxa de sólidos solúveis inicial foi a mesma para os dois hidroméis preparados, sendo que foi observado um teor alcoólico de 13,91°GL para o hidromel com a levedura 1 e 13,22 °GL para o hidromel com a levedura 2.

Os valores de teor alcoólico e acidez total dos hidroméis produzidos estão dentro das especificações permitidas pela legislação brasileira (BRASIL, 2009).

Estudo realizado por BRUNELLI (2015) em que foi produzido e analisado físico-quimicamente os fermentados de mel de laranjeira em concentrações de sólidos solúveis no mosto inicial de 20,00 e 30,00 °Brix apresentou valores entre 63, 25 e 83,00 (meq/L) de acidez total e 10,86 e 13,94% (v/v) de teor alcoólico. Em ambos os parâmetros, os resultados encontrados no presente trabalho são semelhantes aos encontrados pela autora.

COSTA et al. (2016) notaram um aumento gradual da acidez total titulável durante o processo de fermentação que podem ser decorrentes da produção de ácidos orgânicos, como ácido láctico, acético e succínico.

Os valores de açúcares totais determinados nos hidroméis apresentaram concentrações inferiores a 3%. Em processo de fermentação, em média 90% dos açúcares são convertidos em etanol (ALBARELLO, 2012).

6.3. Avaliação do processo de clarificação

A clarificação objetiva a redução da turbidez causada por substância em suspensão como pectinas, resíduos e leveduras (RIBEREAU-GAYON; et al., 2006).

A turbidez é a propriedade de um líquido, que pode ser definido como o grau de dificuldade em que um feixe luminoso atravessa o mesmo, levando-o a uma aparência cada vez mais turva (SOUSA, 2001).

Nos hidroméis os principais componentes capazes de dar turbidez à bebida são as próprias leveduras, o pólen, resíduos de cera ou mesmo contaminações como cinzas e areia adquiridas pelo mel durante a colheita (PEREIRA; et al., 2014).

A seguir, a Tabela 3 apresenta os valores de turbidez encontrado para os diferentes tratamentos. Todos os tratamentos foram submetidos à temperatura ambiente ($25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$), com exceção do tratamento “Controle Resfriado” que foi mantido em temperatura de refrigeração ($7\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$).

Tabela 3: Valores de turbidez (NTU) com três tipos de agentes clarificantes: gelatina, bentonita e carragena, em concentrações de 0,05%, 0,1% e 0,5% (m/v).

Tratamentos	1º dia		2º dia		3º dia	
Controle Temp. Ambiente	145,34	bc	144,87	C	141,51	d
Controle Resfriado	171,79	c	170,67	D	169,81	e
Gelatina 0,05%	149,12	bc	143,80	C	146,16	d
Gelatina 0,1%	147,53	bc	144,36	C	144,57	d
Gelatina 0,5%	146,07	bc	142,50	C	140,87	d
Carragena 0,05%	6,24	a	6,95	A	6,63	ab
Carragena 0,1%	4,00	a	4,07	A	4,05	a
Carragena 0,5%	2,05	a	3,08	A	2,09	a
Bentonita 0,05%	145,60	bc	140,85	C	89,01	c
Bentonita 0,1%	131,80	b	128,67	BC	76,44	c
Bentonita 0,5%	130,81	b	108,06	BC	26,83	b

Legenda: dados expressos com média de 2 medidas. *Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2019).

Foi avaliada a clarificação do fermentado de mel mediante o uso de agentes clarificantes (gelatina, carragena e bentonita) em diferentes concentrações. A carragena foi o agente clarificante que obteve os melhores resultados com valores de turbidez inferiores a 10 NTU, no dia seguinte da adição dos mesmos, sendo que, as amostras com diferentes concentrações de carragena não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ou seja, não influenciaram no resultado encontrado.

As amostras com gelatina, nas concentrações estudadas, não tiveram nenhum efeito sobre as partículas em suspensão do hidromel após três dias da sua adição, isto é, não apresentaram divergência significativa em relação ao controle, sob temperatura ambiente, durante o período analisado.

Analisando as amostras com bentonita, é possível notar que a turbidez foi diminuindo ao longo dos dias, apresentando valores menores se comparada com as amostras com gelatina e controle, porém não foi tão eficiente quanto às amostras com carragena.

O desempenho dos agentes clarificantes está relacionado com suas estruturas moleculares. Tanto a bentonita, quanto a carragena, que apresentaram os melhores resultados, são formadas por moléculas carregadas negativamente, atraindo partículas com cargas positivas. Diferentemente da gelatina, que é carregada positivamente, atraindo os materiais turvantes carregados negativamente (COLE, 1986).

A temperatura também influenciou na clarificação. Como se pode observar, o tratamento que não recebeu nenhum agente clarificante e foi submetido à temperatura baixa, apresentou a maior turbidez. Esta turvação pode estar relacionada ao complexo proteico polifenólico, que ao ser resfriado pode tornar-se insolúvel.

Estudo realizado pelo MATSUO; STEFFEN (2018) em que foi preparado hidromel diluído a 25,00 °Brix apresentou valor de turbidez igual a 34,00 NTU, após 142 dias de maturação. BRUNELLI (2015) analisou hidroméis diluídos a 20,00 e 30,00°Brix, que apresentaram valores de turbidez iguais a 20,80 e 29,17 NTU respectivamente, submetidos a 45 dias de maturação. Em ambas as pesquisas não foram adicionadas nenhum agente clarificante.

Comparando os resultados de turbidez obtidos pelos autores e os hidroméis preparados neste trabalho com adição de carragena, pode-se notar uma grande eficiência no processo de clarificação com a adição desse agente clarificante, que além de obter um resultado mais satisfatório, com menor turbidez, foi um processo muito mais rápido.

Nos EUA e na Europa, a primeira trasfega do hidromel é realizada no período de um a três meses após a descuba. A segunda trasfega dentro de quatro a seis meses após a primeira, seguida do engarrafamento. Sendo assim, são necessários de cinco a nove meses para se obter uma bebida límpida pelo processo de autoclarificação (UKPABI, 2006). Em contrapartida, com adição de carragena obtém-se a bebida clarificada em apenas um dia.

Devido ao baixo consumo atual de hidromel, os estudos nessa área ainda não são comuns, sendo então, uma grande oportunidade para novos conhecimentos. Não foi

encontrado um valor ideal de turbidez do hidromel na literatura, além de que, a legislação não exige um valor específico para esse parâmetro.

Tomando como referência outras bebidas (Tabela 4), o hidromel apresenta turbidez relativamente alta, que pode estar relacionada à sua principal matéria-prima, o mel, que apresenta diversas partículas coloidais e sólidos insolúveis.

Tabela 4: Turbidez ideal para diferentes bebidas.

Bebidas	Turbidez (NTU)	Referência
Cerveja tipo Lager	13,5	(BRUNELLI, 2015)
Vinho tinto	< 1	(THERON, 2013)
Whiskey	< 1	(TOCHE, 2013)

Fonte: Autoria própria (2019).

7. CONCLUSÃO

Dentro das condições em que foram conduzidos os testes experimentais, o hidromel produzido apresentou características físico-químicas de acordo com a legislação brasileira (PIQ). O processo de clarificação espontânea da bebida hidromel é lenta sendo necessário portanto a adição de agentes clarificantes para acelerar este processo. Desta forma, com base nos resultados deste trabalho, sugere-se o uso de carragena, na concentração de 0,05%, como um agente clarificante eficiente na redução da turbidez em hidromel.

REFERÊNCIAS

- ALBARELLO, J. B. Fermentação alcoólica no Hidromel. 2012.
- AQUARONE, E. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.
- BEMILLER, J.; WHISTLER, R. Industrial Gums. p. 642, 1993.
- BERTELLO, J. P. Hidromiel: De la miel, el vino. **Revista Inter-Forum. Edição electronica**, 2001.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico - Químicos para Análise de Alimentos**, p. 1018, 2005.
- BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 34, DE 29 DE NOVEMBRO DE 2012. **MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, 2012.
- BRASIL, M. Relação de estabelecimentos registrados. 2016.
- BRASIL, M. D. A. P. E. A. Decreto Nº 6.871, De 4 De Junho De 2009. **Diário Oficial [da União]**, n. 8, p. 40, 2009.
- BRUNELLI, L. T. Caracterização Físico-Química , Energética E Sensorial de Hidromel. 2015.
- CHARLES A. SIMS, JANET S. EASTRIDGE, R. P. B. Changes in Phenols, Color, and Sensory Characteristics of Muscadine Wines by Pre- and Post-Fermentation Additions of PVPP, Casein, and Gelatin. **american journal of enology and viticulture**, 1995.
- COLE, C. G. B. THE USE OF GELATINE IN WINE FINING. **Proceedings of the 1st SAAFoST Technical Symposium, Emulsifiers, Stabilisers and Thickeners in the Food Industry**, 1986.
- COPERSUCAR. Métodos analíticos. **Manual de Controle Químico da Fabricação de Açúcar**, 2001.
- CORAZZA;, M. L.; RODRIGUEZ;, D. G.; NOZAKI;, J. Preparação e caracterização de vinho de laranja. **Química Nova**, 2001.
- COSTA, A. M. G. et al. Caracterização E Análise Sensorial De Hidromel: Tipo Seco Tradicional E Saborizado Com Morango. 2016.
- GUPTA, J. K.; SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: A review. **Indian Journal of Natural Products and Resources**, v. 8, n. 4, p. 345–355, 2009.
- HERBERT, J. Mead is the fastest growing segment of the US alcohol industry. **Mead News**, p. 28–31, 2014.

IGLESIAS, A. et al. Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. **Molecules**, v. 19, n. 8, p. 12577–12590, 2014.

KARAMANIDOU, A.; KALLITHRAKA, S.; HATZIDIMITRIOU, E. Fining of red wines: Effects on their analytical and sensory parameters. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 45, n. 1, p. 47–60, 2011.

MANFROI, V. et al. Influência de taninos enológicos em diferentes dosagens e épocas distintas de aplicação nas características físico-químicas do vinho Cabernet sauvignon. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. SUPPL. 1, p. 127–135, 2010.

MARCHINI, C. et al. **Mel brasileiro : composição e normas**. Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2004. 111p.

MATSUO, N. Y.; STEFFEN, R. Efeito Do Processo Fermentativo Na Cinética E Qualidade. 2018.

MCCONNELL, D. S.; SCHRAMM, K. D. Mead success: ingredients, processes and techniques. **Zymurgy**, 1995.

MCGOVERN, P. E. et al. Fermented beverages of pre- and proto-historic China. 2004.

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.

MORSE, R. A. Making Mead (Honey Wine): History, Recipes, Methods and Equipment. p. 127, 1980.

PASQUEL, A. Gomas: utilização e aspectos reológicos. 1999.

PEREIRA, A. P. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilisation on mead production. **LWT- Food Science and Technology**, 2014.

PIATZ, S. **The Complete Guide to Making Mead**. 1. ed. USA: Voyageur Press, 2014. v. 1.

RIBEREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of Enology: The Microbiology of Wine and Vinifications: Second Edition**. 2. ed. England: Wiley, 2006.

SCHULLER, D.; CASAL, M. The use of genetically modified *Saccharomyces cerevisiae* strains in the wine industry. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 68, n. 3, p. 292–304, 2005.

SOUSA, E. Noções sobre qualidade da água. **Lisboa: IST**, 2001.

SOUZA, R. L. DE. da Colônia ao século XX. n. 33, p. 56–75, 2004.

SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. **Changes in organic acid contents during mead wort fermentation** **Food Chemistry**, 2007.

UKPABI, U. J. Quality evaluation of meads produced with cassava (*Manihot esculenta*) floral honey under farm conditions in Nigeria. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, 2006.

ZOECKLEIN, B. No Title. 1988.