

## PRODUÇÃO DE HIDROMEL DE FORMA ARTESANAL E AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DURANTE O PROCESSO FERMENTATIVO

Jean César Farias de Queiroz <sup>1\*</sup>, Daniel de Farias Ramos <sup>2</sup>, Admir Sedy Santos Alves <sup>3</sup>, João Socorro Lopes Rodrigues <sup>3</sup>, José William de Lima Souza <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor Doutor. Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande

<sup>2</sup> Bolsista PIBIC/CNPq/UFCG, Discente do curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

<sup>3</sup> Discentes do curso de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

\*Correspondência: Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande (CDSA - UFCG), Rua Luiz Grande, CEP 58540-000, Sumé, Paraíba, Brasil. E-mail: queiroz@ufcg.edu.br.

### RESUMO

A fermentação alcoólica é a transformação de carboidratos em álcool etílico. Uma das bebidas mais antigas consumida pelo homem talvez mesmo antes do vinho, provavelmente a precursora da cerveja foi feita originalmente de água e mel fermentados na qual foi denominado de hidromel ou "bebida dos deuses". O objetivo nesse trabalho foi produzir o hidromel a partir do mel de abelha (*Apis Mellifera*), utilizando uma cepa comercial do microrganismo *Saccharomyce cerevisiae*. O processo de fermentação descontinua ocorreu em um fermentador artesanal em polietileno, com volume máximo de 5L. Para análise do processo da fermentação, a cada 24 horas (durante nove dias), foram retiradas alíquotas de 50ml do mosto, para o análise de pH, °Brix e crescimento celular. Em relação ao pH, no processo fermentativo, observando que houve pequena variação do mesmo, que se encontrava durante o todo processo menor que quatro e maior que três ( $3 < \text{pH} < 4$ ), em relação ao °Brix ocorreram modificações, finalizando em 10% de °Brix. A massa celular (seca e umida) teve um pequeno decrescimo durante o processo, com pequenas oscilações. Foram destilados 500ml do mosto, em duas etapas, obtendo o teor alcoólico da amostra entre 10% e 17,2%, apresentando um fator de conversão eficiente. Após a clarificação do fermentado, foram obtidos 2.000ml de hidromel com aspecto límpido com uma coloração translúcida típica do mel.

**Palavras-chave:** Mel, Fermentação, *Saccharomyce cerevisiae*.

### ABSTRACT

Alcoholic fermentation is the conversion of carbohydrates into ethanol. One of the oldest beverages consumed by humans perhaps even before the wine, probably the forerunner of beer was originally made from fermented honey and water in what was called mead or "drink of the gods". The aim of this work was to produce mead from honey bee (*Apis mellifera*), using a commercial strain of microorganism *Saccharomyce cerevisiae*. The process of batch fermentation took place in a handmade polyethylene fermenter with maximum volume of 5L. For analysis of the fermentation process, every 24 hours (nine days), aliquots of 50ml of wort were removed for analysis for pH, Brix and cell growth. With respect to pH, the fermentation process, noting that there was little variation thereof, which was during the whole process less than four and more than three ( $3 < \text{pH} < 4$ ), in relation to changes occurred on °Brix, ending at 10 % of Brix. The cell mass (dry and moist) had a slight decrease during the process, with small oscillations. 500ml of wine were distilled in two steps, obtaining the alcohol content of the sample between 10% and 17.2%, representing a conversion efficiency factor. After clarification of fermented mead 2.000mL were obtained with clear appearance with a typical translucent color of honey.

**Keyword:** Honey, Fermentation, *Saccharomyce cerevisiae*.

## INTRODUÇÃO

Há muito tempo a humanidade já vem produzindo e consumido o álcool etílico, com base em processo natural, isto é, reações químicas em que se utilizavam açúcares, frutas, seivas, cereais ou mel para a produção do álcool etílico, tendo como resultado final o que se chama de vinho ou cerveja (1).

Uma das bebidas produzidas com base nesse processo natural foi o hidromel ou “bebida dos deuses”. É uma bebida feita originalmente de água e mel fermentados e reconhecida como das mais antigas consumidas pelo homem, talvez mesmo antes do vinho e é provavelmente a precursora da cerveja. Antigamente o seu uso era generalizado, mas o desenvolvimento das civilizações e dos recursos agrícolas desencadeou a substituição do hidromel por outras bebidas como o vinho (2).

Ainda hoje o hidromel é comercializado, só que em pequena escala industrial. Existem diversas variações desta bebida em relação ao seu processo de produção que são o melomel; hidromel com adição de frutas; metheglin, hidromel com adição de ervas e/ou especiarias; e o capsicumel, hidromel com adição de pimenta. O hidromel pode ser classificado em seco, licoroso, doce e espumoso, segundo a sua tecnologia de fabrico. Esta produção depende do tempo de fermentação, da quantidade de mel utilizada e da graduação alcoólica resultante da adição de aguardente vínica (3).

O processo de produção é pouco conhecido, embora se adote uma metodologia semelhante ao vinho, na qual o principal modo de condução utilizados nas indústrias é o processo fermentativo em batelada ou descontínua, caracterizado pela inoculação e incubação de microrganismos, de tal forma, a permitir que a fermentação ocorra sob condições ótimas. Neste tipo de produção, nada é adicionado, exceto oxigênio (processo aeróbio), ácido ou base (controle de pH) ou antiespumante, mas, para obter um produto com bom rendimento e qualidade, faz-se necessário aperfeiçoar o processo (4).

Deste modo o presente trabalho teve como objetivo produzir o hidromel de forma artesanal a partir do mel de abelha (*Apis Melifera*), utilizando a levedura *Saccharomyce cerevisiae*, sendo a fermentação realizada em um biorreator construído a partir de uma garrafa de polietileno, com volume máximo de 5L, em que o processo fermentativo foi realizado em batelada.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Processo fermentativo do mel

A fermentação alcoólica é um processo biológico constituído de reações bioquímicas em cadeia (glicólise) onde açúcares simples são metabolizados por

leveduras (seres unicelulares de característica esféricas, elípticas ou cilíndricas) que se reproduzem normalmente por brotamento (5). Industrialmente, a fermentação ocorre nas dornas que são recipientes industriais destinadas a conter o mosto (o alimento das leveduras e o fermento para a consecução do processo de fermentação alcoólica) além de proporcionar as condições (arejamento, iluminação e ter baixa variação de temperatura) necessárias ao processo para que o mesmo seja economicamente viável (5).

Nos tempos pré-industriais, o mel era a principal fonte de açúcares na dieta de muitos povos. O mel é uma fonte original de açúcares simples, como glicose e frutose (60-80% do seu peso) em climas temperados. Este produto natural pode ser utilizado para obtenção de diversos produtos, entre eles o vinagre de mel e o hidromel (vinho de mel) (6).

O hidromel é uma bebida alcoólica tradicional, que contém 8-18% (v/v) de etanol e resulta da fermentação alcoólica do mel conduzida por leveduras, de uma solução diluída de mel, obtida através da adição de uma quantidade de água adequada (2).

Existem poucos estudos disponíveis sobre hidromel e em alguns países produtores, como a Polônia, uma das razões para a diminuição da sua produção está relacionada com a falta de avanço científico nesta área. Alguns problemas com esta diminuição de produção do hidromel estão relacionados com a fermentação do mosto e a maturação do hidromel, que pode ir de alguns meses até anos, o que faz com que seja economicamente inviável (7).

Outro problema ocasionado na fermentação do mel é a falta de uniformidade no produto final, resultante de mudanças no teor de água no mel produzido em diferentes anos (3). O máximo admissível é de 20% de teor de água no mel, exceto para o mel Calluna, que é de 23%. Logo, a quantidade de água adicionada inicialmente tem que ser ajustada para se obter o teor alcoólico pretendido no produto final (8). A diferença de teores entre os açúcares (glicose e frutose) também pode influenciar o processo de fermentação, já que as estirpes de *Saccharomyces cerevisiae* metabolizam preferencialmente a glicose, sendo consumida mais rapidamente, resultando numa predominância de frutose no produto final (9).

O alto teor de açúcar do mel inibe o desenvolvimento de microrganismos, contudo, quando diluído, o mel é fermentado pela levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae*(10).

Os mostos de hidromel são caracterizados pelo pH baixo e por uma combinação de ácidos que têm origem no mel, os quais podem influenciar a taxa de fermentação. A taxa de fermentação do hidromel depende, sobretudo, da variedade do mel, da estirpe de levedura, da composição do meio de cultura e do pH extracelular (11). A identificação

e eliminação dos fatores que diminuem a atividade celular podem tornar o processo de produção mais rápido, e assim reduzir os custos (7).

Apesar de o hidromel ser um produto que permite a utilização do mel excedente, estão a serem desenvolvidos novos produtos com a perspectiva de diversificação de produtos derivados do mel, bem como a incorporação deste alimento saudável nos hábitos alimentares (2).

Atualmente, o hidromel continua a ser elaborado de forma empírica, não sendo tidos em conta estes ajustes, obtendo-se bebidas muito distintas. Além disso, em inúmeras situações verifica-se que misturas de mel com aguardente vínica do tipo licor, são vendidas sob o rótulo de "hidromel" (3).

### **Controle do processo fermentativo**

Os baixos níveis de substâncias azotadas e de minerais presentes no mel, indispensáveis para a multiplicação das leveduras e o pH ácido do caldo fermentativo afetam negativamente a evolução do processo. Assim, é vantajoso um controle rigoroso das condições de fermentação(3).

As "temperaturas ideais" são muito relativas, em escala industrial é comum que a temperatura esteja entre 26 a 35°C. Quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade da fermentação, contudo, maior será o risco de contaminação bacteriana, maior a vulnerabilidade das leveduras perante a toxidez do álcool e maior evaporação de etanol em cubas de fermentação abertas (12).

Os nutrientes indispensáveis para a nutrição das leveduras são: nitrogênio, fósforo, enxofre, potássio, magnésio, cálcio, zinco, manganês, cobre, ferro, cobalto, iodo e vitaminas como tiamina e ácido pantotênico. Qualquer um destes nutrientes quando em excesso, podem comprometer a fermentação (12). De todos os esses nutrientes assimilados pelas leveduras durante a fermentação, os compostos azotados são quantitativamente os mais importantes, depois dos compostos carbonados, pois são essenciais para o crescimento e metabolismo das leveduras (13).

Em relação ao pH grande parte das leveduras empregadas em processos fermentativos possui resistência a baixos níveis de pH, sendo que o pH predominante em fermentações varia entre 4 a 5,5 (12).

Experimentos comprovam que quanto mais ácido for o mosto, maior será a produtividade, pois bactérias e outros contaminantes não sobrevivem em meios de baixo pH (cerca de 3 a 4) e a produção de glicerol como componente secundário da fermentação é muito reduzida em meios ácidos (pH 3 a 4) (12).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Montagem do reator

O biorreator foi construído de forma prática e econômica, especificamente para este experimento. Os materiais utilizados foram uma garrafa de polietileno, com volume máximo de 5L, uma torneira comum para retirada das alíquotas e uma mangueira polimérica utilizada com o propósito de expulsar, o O<sub>2</sub> presente inicialmente dentro do reator e o CO<sub>2</sub> produzido no processo, ambas vedadas com auxílio de silicone industrial, evitando possíveis contaminações.

### Preparação do mosto

Para a produção de hidromel foi utilizado o mel escuro, proveniente de apiários do semiárido nordestino, onde foram dissolvidos, na proporção de 1 litro de mel para 3 partes equivalentes de água destilada. A mistura foi elevada a uma temperatura de 70°C com duração de 20 minutos para o processo de esterilização e assim eliminar, praticamente, a maioria dos contaminantes presentes. Em seguida, inoculou o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*, uma levedura de panificação (Fleischmann) na proporção de 20 g/L.

### Gravimetria da massa de células

A medição por gravimetria das massas células seca e úmida foram realizadas com alíquotas de 50ml a cada 24h durante 9 dias.

### Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi medido em refratômetro para detecção do °Brix, estimando o teor de açúcar.

### Determinação do pH

O pH foi monitorado através de um eletrodo milivoltímetro com uma escala que converte o valor de potencial do eletrodo em unidades de pH no aparelho denominado de pHâmetro.

A metodologia descrita acima ocorre rotineiramente durante o processo de conversão do substrato em produto com o propósito de avaliar a cada dia alguns parâmetros adotados, como forma de percepção dos resultados a serem discutidos.

### Destilação do mosto

Na destilação foram utilizados 500ml de mosto, sendo a destilação dividida em duas etapas, cada etapa com um volume de 250ml de mosto. O mosto foi primeiramente

aquecido e os vapores produzidos no balão de destilação passaram pelo condensador e resfriado pela passagem de água corrente. Após este processo o destilado foi recolhido no Erlenmeyer.

#### **Clarificação do mostro**

Os 3.050ml restantes passaram pelo processo de filtração a vácuo, um método para separar sólido de líquido ou fluido que está suspenso, pela passagem do líquido ou fluido através de um meio permeável capaz de reter as partículas sólidas.

### **RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **Avaliação do rendimento de produção do hidromel**

A análise do rendimento é importante pelo fato de apresentar o valor da quantidade de hidromel produzido por quantidade de mosto fermentado, e por meio desta obter uma estimativa deste processo e avaliação econômica.

Dado que no processo inicial se tinha de mosto 4.000mL, foi retirado 50ml de alíquotas durante 9 dias para análise, tendo sido utilizado no processo de destilação 500ml do mosto para avaliação da quantidade de álcool dessa amostra, originando no processo final de filtração, aproximadamente 2.000ml de hidromel.

Quanto aos resultados no processo de destilação a primeira etapa foi utilizada 250ml de volume do mosto e obteve 25ml de álcool destilado o que correspondeu 10% da amostra do destilado. Na segunda etapa para o mesmo volume de mosto, obteve 43ml de álcool, correspondendo a 17,2% do volume total.

#### **Análise dos Parâmetros Fermentativos (pH, °Brix e Variação de Massa Seca e Úmida)**

Analisando o pH do processo fermentativo como mostradona Figura 1, observamos que houve uma pequena variação do mesmo, que se encontrava durante o todo processo menor que quatro e maior que três ( $3 < \text{pH} < 4$ ). A faixa de variação e a media do pH de acordo com a literatura foram respectivamente 3,42 – 6,10 e 3,9 (14). Deste modo demonstrando assim semelhanças entre os resultados que foram encontrados durante o processo fermentativo realizados neste trabalho. Avaliando o processo temos que no primeiro dia o nível de acidez era o esperado, no segundo dia já tinha apresentado uma diminuição no seu valor, tendo nos restantes 4 dias um aumento do valor de pH, já nos últimos 3 dias permaneceu quase constante com

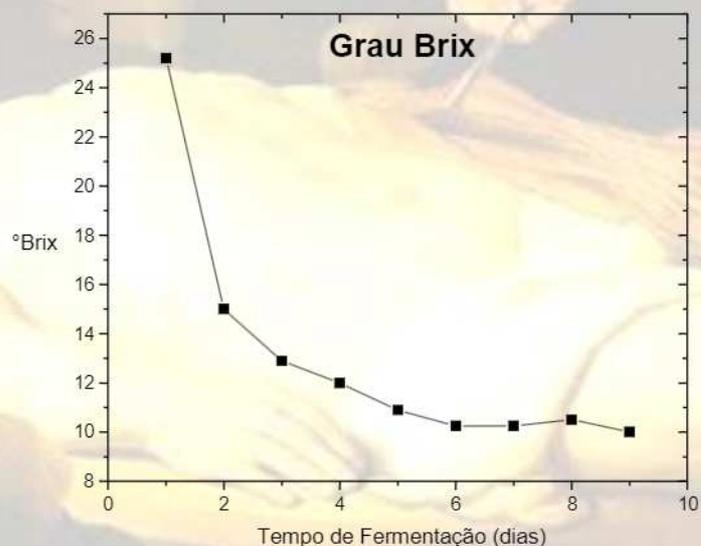
pequenas oscilações. Portanto se mantendo num meio de acidez razoável para que a levedura possa se desenvolver, evitando assim a sua contaminação por bactérias.



**Figura 1-** Avaliação do pH do mosto durante o processo fermentativo na produção de hidromel ao longo dos nove (9) dias de fermentação.

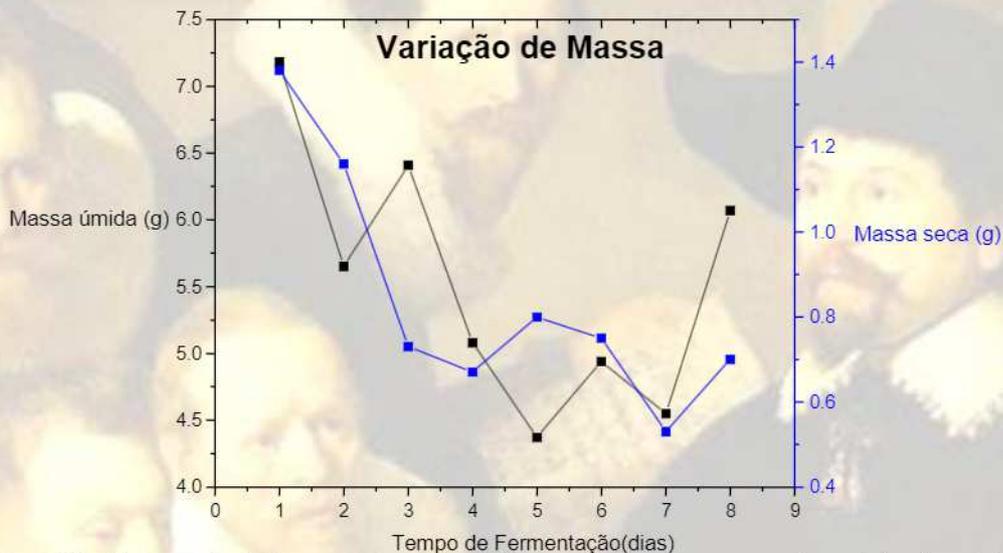
Analisando o °Brix, temos que, durante o processo fermentativo houve modificação do °Brix, pois a fermentação foi feita em batelada, à medida que ocorria a diminuição do °Brix, o teor alcoólico aumentava na decorrência do consumo do substrato pela levedura.

Um °Brix muito alto causa uma fermentação irregular sobrando açúcares no final da fermentação enquanto que um °Brix muito baixo causa uma eficiência baixa no processo já que o açúcar é a base alimentícia da levedura (15). Diante dos valores apresentados na Figura 2, podemos constatar que a faixa de grau °Brix permaneceu dentro do parâmetro esperado de 6° a 10° Brix.



**Figura 2-** Avaliação do teor de açúcar do mosto durante o processo fermentativo na produção de hidromel ao longo dos nove (9) dias de fermentação.

Em relação à variação de massa, os resultados apresentados na Figura 3 mostra que houve uma variação na massa úmida, já a massa seca permaneceu quase constante durante o processo. Em relação à massa úmida as oscilações podem ser explicadas pode ser devido ao peso da água que se encontrava no papel depois da filtração, erros de medição, tempo secagem, além de outros fatores podendo-se assim ter variado a cada medição, com isso, pode-se ter influenciado na pesagem havendo uma variação de umidade a cada medição das células.



**Figura 3**-Análise na variação de massa de células úmida e seca durante o processo fermentativo do mel de abelha italiana (*Apis Mellifera Lingustica*) realizado num período de nove (9) dias.

Alguns processos que ocorrem, geralmente em batelada apresentam uma desvantagem relacionada ao modo de condução do processo (16), que seria a inibição da levedura pela formação do produto, ou seja, redução do fator de conversão de substrato em produto, já que o produto só é retirado ao final da fermentação. No entanto, contrário ao que foi citado, pode-se observar através dos dados obtidos, que o nosso experimento se adequou bem a conversão da glicose em álcool, pelo fato de que houve um crescimento celular bem ajustado ao tempo, e pouca inibição pelo produto, já que o °Brix ao final da fermentação apresentou valores de açúcares (substrato) dentro da variação esperada de maneira que podemos inferir que o fator de conversão foi eficiente.

## CONCLUSÃO

O hidromel preparado apresentou um aspecto límpido com uma coloração mais translúcido do que o mel, um teor alcoólico de 17,2% e um °Brix final de 10%, apresentando um fator de conversão eficiente durante o processo de fermentação em batelada, caracterizando este produto como hidromel licoroso. No entanto, em nível de

produção industrial necessita de um maior controle no processo e melhor avaliação dos parâmetros.

### REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

1. Correiogourmand.com.br. Cultura gastronômica - história do consumo de bebidas alcoólicas pelo homem [Internet]. 2014 [cited 1 November 2014]. Disponível em: [http://www.correiogourmand.com.br/info\\_cultura\\_gastronomica\\_08.htm](http://www.correiogourmand.com.br/info_cultura_gastronomica_08.htm)
2. Pereira A. Caracterização de Mel com vista à Produção de Hidromel [Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar]. Instituto Politécnico de Bragança; 2008.
3. Gomes T. Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação [Mestrado em Biotecnologia]. Instituto Politécnico de Bragança; 2008.
4. Biorreatores e Processos Fermentativos [Internet]. 2014 [cited 1 November 2014]. Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br/~ilanacamargo/FFI0740/aula7.pdf>
5. Honório M. Comparação da viabilidade celular na produção de etanol fabricado pela dorna aberta e pela dorna fechada. [Internet]. 2014 [cited 1 November 2014];. Disponível em: <http://www.crbiodigital.com.br/portal?txt=3077313835>
6. Chagas N, Rosa M, Reis A, Torres Y, Santos J, Rigo M. Estudo de Cinética de Fermentação Alcoólica por Células de *Saccharomyces Cerevisiae* em Mel Diluído. [Internet]. 2008 [cited 1 November 2014];. Disponível em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/viewFile/708/881>
7. Sroka P, Tuszyński T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. *Food chemistry*. 2007;104(3):1250—1257
8. Decreto-Lei nº 214/2003 de 18 de Setembro, Diário da Republica Iª Serie A.
9. Fleet G. The microbiology of alcoholic beverages. In *Microbiology of Fermented Foods*. (eds) BJ Wood Chapman & Hall, Glasgow. 1998;:217–262.
10. Rivaldi J, Silva M, Coelho T, Oliveira T, Mancilha I. Caracterização e perfil sensorial de hidromel produzido por *Saccharomyces cerevisiae* IZ 888. *Braz J Food Technol*, VII BMCFB., 2009.
11. Navrátil M, Sturdík E, Gemeiner P. Batch and continuous mead production with pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. *Biotechnology letters*. 2001;23(12):977--982.
12. Pt.scribd.com. Hidromel [Internet]. 2014 [cited 19 October 2014]. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/74835487/Hidromel>
13. Casellas G. Effect of low temperature fermentation and nitrogen content on wine yeast metabolism [Tese de Doutorado]. Universitat Rovira i Virgili; 2005.
14. National H. Definition of Honey and Honey Products [Internet]. 2003 [cited 15 October 2014]. Available from: <http://www.honey.com/downloads/honeydefs.pdf>
15. Pt.slideshare.net. 5-Treinamento Fermentação /Destilação [Internet]. 2012 [cited 20 October 2014]. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/leandrocandido982/5treinamento-fermentao-destilao>
16. Docente.ifrn.edu.br. Processos de Produção [Internet]. 2014 [cited 1 November 2014]. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/samueloliveira/disciplinas/tecnologia-de-fabricacao-de-biocombustiveis/bioetanol/apostila-2-processo-de-producao-de-etanol-de-cana-de-acucar>