

OBTENÇÃO DE CERVEJA DE BAIXO TEOR ALCOÓLICO UTILIZANDO BANANA COMO ADJUNTO DO MALTE

ELIAS, Amanda Monteiro¹
BRANDÃO, Eduardo Haberbeck²
ALMEIDA e SILVA, João Batista de³

RESUMO:

A cerveja é tradicionalmente produzida com cevada malteada, água, lúpulo e leveduras. Parte do malte pode ser substituído por adjuntos. Isso permite reduzir despesas bem como acrescentando sabor, aroma e cor às cervejas. Avaliou-se os seguintes parâmetros da banana Prata utilizada como adjunto: pH (4,8), sólidos solúveis totais (21,4°Brix), acidez titulável total (0,78% ácido málico/100g de polpa). Objetivando a produção de cerveja de baixo teor alcoólico foram produzidas cervejas nas proporções malte/banana de 65/35 e 45/55 utilizando a temperatura de mosturação de 65°C durante 1 hora. Todas as cervejas produzidas apresentaram rendimento da fermentação semelhante (0,41 (g/g)), sendo a eficiência de transformação dos açúcares em álcool de 82,7%. Os graus de fermentação aparente dos mostos nas proporções malte/banana de 65/35, 45/55 e puro malte foram 83,3%, 81,9% e 67,2%, enquanto os graus de fermentação real foram 67,5%, 66,3% e 54,4%, respectivamente. Os teores alcoólicos das cervejas obtidas ficou em torno dos 2% (v/v) (1,81% e 1,99%, respectivamente) e o tempo de fermentação foi de aproximadamente de 144h para as duas proporções estudadas. Foi verificado queda no valor do pH, o que é esperado durante a fermentação devido a liberação de ácidos orgânicos produzidos. Análises de FAN mostraram que os mostos com proporções malte/banana de 65/35, 45/55 e 100/00 apresentaram teores de aminoácidos de 200,19, 112,08mg/L e 118,65mg/L respectivamente. Comprovando que não houve carência na quantidade de aminoácidos livres disponível para a levedura nos mostos com banana. Foi possível produzir uma cerveja de baixo teor alcoólico e não adocicada.

Palavras chaves: cerveja, baixo teor alcoólico, adjuntos, banana Prata.

¹Amanda Monteiro Elias – Graduada em Engenharia Química pela FAENQUIL, Engenheira de Segurança pelo PECE/PROMINP/POLI – USP, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL – USP), Campus Lorena/SP - Brasil. amandinhamm@yahoo.com.br

²*Eduardo Haberbeck Brandão: Técnico em Química pela ECOMPO – Engenheiro de Alimentos pela UEPG – Especialista em Gestão da Qualidade e Segurança dos Alimentos pela UNICAMP – Mestre em Processamento de Materiais e Catálise pela UNIVAP – Engenheiro de Segurança do Trabalho Pela UNIP - Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL – USP), Campus Lorena/SP - Brasil
Endereço postal: Rua Trajano Vieira de Macedo, 132 - CEP:12240-090 – Jd. das Industrias – São José dos Campos/SP - Brasil – Tel: (12) 982386972 - eduardohbrandao@usp.br

³João Batista de Almeida e Silva – Engenheiro Químico pela FAENQUIL – Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFV – Doutor em Tecnologia Bioquímica Farmacêutica pela USP – Livre-Docente pela Esalq – USP – Prof. Dr. da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL – USP), Campus Lorena/SP - Brasil. joabatista@debiq.eel.usp.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, atrás de Estados Unidos e China. Na última década, a produção de cerveja no Brasil cresceu 61%, saltando de 8,2 bilhões para 13,4 bilhões de litros anuais, sendo a bebida preferida por 65% dos brasileiros (SICOBÉ, 2016). Mesmo estando entre os 30 maiores consumidores de cerveja do mundo, o principal mercado consumidor da cerveja brasileira é a América do Sul, especialmente Paraguai, Bolívia, Peru, Colômbia e Suriname (CERVBRASIL, 2016).

No Brasil, as microcervejarias começaram a surgir na década de 90 e hoje já são mais de 300 companhias, atuando no mercado premium (em torno de 2% do mercado total de cerveja), com estimativa de crescimento em torno de 20% para os próximos cinco anos (SEBRAE, 2016). As denominadas cervejas premium utilizam ingredientes de melhor qualidade e possuem sabores diferenciados por usarem ingredientes variados.

Cervejas de

baixo teor alcoólico/sem álcool também têm obtido crescente procura, seja em função de questões relacionadas à saúde ou ainda considerando a vigência da chamada “Lei Seca” que proíbe o consumo de bebidas alcoólicas quando se está dirigindo (VALENTE JUNIOR & ALVES, 2016). E embora o consumo de cerveja aconteça principalmente em momentos de relaxamento e diversão, diversos estudos (BAMFORTH, RUSSEL & STEWART, 2009; SOHRAVANDI, MORTAZAVIAN & REZAEI, 2012; GAETANO et al., 2016; OLIVEIRA NETO et al., 2017) apontam seus benefícios para a saúde humana. A bebida possui diversas substâncias antioxidantes, flavonóides, minerais diversos e vitaminas do complexo B ~~para cada~~.

A cerveja é uma bebida resultante da fermentação por leveduras cervejeiras, do mosto de cevada malteada ou do extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção, adicionado de lúpulo. Outras matérias-primas, denominadas adjuntos, também podem ser utilizadas, não podendo ultrapassar 45% em relação ao extrato primitivo, segundo a lei brasileira. Consideram-se adjuntos a cevada e os demais cereais aptos ao consumo humano, malteados ou não, bem como amidos e açúcares de origem vegetal (BRASIL, 2009). O uso de adjunto na cerveja resulta em um produto com alta estabilidade física, com maior brilho e resistência à formação de turbidez devido ao resfriamento, além de acrescentar sabor às cervejas com baixos teores alcoólicos (BOTELHO, 2009). A elaboração desse tipo de cervejas especiais vem se tornando uma solução de barateamento na produção de cerveja devido à substituição de parte do malte,

acrescentando, ainda, atributos sensoriais característicos aos produtos obtidos (CARVALHO et al., 2011).

A banana foi escolhida como adjunto devido à grande importância econômica para o Brasil, e além de ser uma matéria-prima fermentescível rica em carboidratos, vitaminas e outros nutrientes, é uma fruta tropical com excelentes características de aroma, sabor e textura, tendo grande aceitação no mercado mundial. Diante da grande oferta de um produto perecível, sujeito a flutuações de preços, a implantação de unidades industriais nas regiões produtoras é uma prática necessária e viável para o aproveitamento dos excedentes de produção, com geração de renda e emprego. Além disso, o processamento da banana se apresenta como uma alternativa para o aproveitamento dos frutos excedentes ou fora dos padrões exigidos pelo mercado, possibilitando a diminuição de perdas pós-colheita, agregando valor ao produto (SEBRAE, 2017).

A produção de cerveja utilizando banana como adjunto de malte acrescenta características sensoriais e nutritivas à bebida, principalmente em relação ao conteúdo de minerais como o sódio e potássio. Assim, uma das propostas deste projeto é desenvolver uma bebida com menor teor alcoólico que possa ser consumida por pessoas que praticam atividade física. Pesquisas desenvolvidas por DESBROW et al. (2015) e WIJNEN et al. (2016) mostraram que após a prática exaustiva de atividade física, a ingestão de quantidades moderadas de cerveja com baixos teores alcoólicos promove a reidratação e recuperação mais rápida do atleta, se comparada com a ingestão de água.

Entretanto, um dos grandes problemas na produção de cerveja sem álcool ou com baixos teores alcoólicos está relacionado ao sabor, e as pesquisas e desenvolvimento de cervejas buscam soluções para este problema. A cerveja com baixo ou nenhum teor de etanol pode ser produzida por dois métodos: 1) por meio da remoção desse composto a partir de cervejas normais, utilizando métodos de destilação; 2) mosturação ou fermentação em situações adversas para limitar a formação do álcool (SILVA et al., 2010; BRANYIK et al., 2012). Neste caso, podem ser utilizadas técnicas adequadas durante a mosturação, que permitem menor liberação de açúcares fermentescíveis no mosto, ou removendo-se as leveduras antes que o consumo de substratos seja total durante a fermentação ou ainda são criadas condições que restrinjam o metabolismo microbiano (HENDGES, 2014). As cervejas sem álcool quando produzidas por fermentação interrompida são normalmente caracterizadas por um sabor de mosto e pela perda do aroma frutal, esse último encontrado em cervejas com teores alcoólicos maiores comercializadas. Tais defeitos podem ser originados de um procedimento de fermentação que não reduz suficientemente as combinações químicas responsáveis pelo

sabor de mosto (aldeídos), e também pela produção limitada dos ésteres e dos álcoois superiores (SILVA et al., 2010; BRANYIK et al., 2012).

Assim, o presente trabalho dá continuidade à linha de pesquisa iniciada em 1997 no grupo de Microbiologia Aplicada e Bioprocessos do Departamento de Biotecnologia da Escola de Engenharia de Lorena (EEL) da Universidade de São Paulo (USP), utilizando adjuntos não convencionais, aromatizando ou não a cerveja, para a obtenção de cervejas especiais. Além disso, a escolha do desenvolvimento de uma cerveja de baixo teor alcoólico utilizando como adjunto do malte banana foi pensada para estudar alguns fatores do processo fermentativo para a produção de cervejas de baixo teor alcoólico, criando uma alternativa a mais para a utilização da banana, agregando valor ao produtor em um mercado específico em franco crescimento.

2. OBJETIVOS

Produzir cerveja com baixo teor alcoólico utilizando banana prata madura em diferentes proporções como adjunto de malte, avaliando suas características físico-químicas, contribuindo assim para o desenvolvimento de bebidas funcionais e para o aprimoramento da tecnologia de produção de cervejas com adjuntos não convencionais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Planta Piloto de Bebidas do Departamento de Biotecnologia da Escola de Engenharia de Lorena, da Universidade de São Paulo – *campus* I da EEL-USP.

A água utilizada para a produção de cerveja é do poço artesiano localizado no *campus* I da EEL-USP. O malte de cevada usado foi do tipo Pilsen. A moagem do malte foi realizada através da passagem dos grãos por um moinho de rolos motorizado com um espaçamento de 0,7 mm entre os rolos. O lúpulo utilizado foi o Zeus T-90, sob a forma de pellets, para amargor e aroma. A levedura cervejeira utilizada foi a linhagem da espécie *Saccharomyces cerevisiae* de baixa fermentação (*lager*) – PPB-01, pertencente ao banco da Planta Piloto de Bebidas da EEL-USP.

O adjunto de malte foi preparado a partir de bananas do tipo *Prata* (*Musa SP*), no estágio E7 de maturação, com base na escala de Von Loesecke (PBMH & PIF, 2006). As bananas foram lavadas com água corrente e sabão neutro para remover resíduos e trituradas em um aparelho Walita Mixer para incorporação na composição do mosto. Os

sólidos solúveis da banana foram quantificados com auxílio de um refratômetro digital portátil, utilizando a polpa após a trituração e diluição em água destilada (1:1). Os resultados foram expressos em graus Brix (AOAC, 1992). A determinação do teor de umidade foi realizado colocando-se 5g de polpa em balança da marca Denver Instruments IR-30 a 105°C até massa constante (EBC, 2005). O procedimento foi realizado em triplicata. A determinação do pH foi realizada com um pHmetro da marca MARCONI, modelo MA522. A determinação da acidez titulável total (ATT) foi realizada colocando-se 5g da polpa homogeneizada em um béquer e adicionado água destilada até um volume final de 100mL. A solução foi então titulada com hidróxido de sódio 0,1M. A porcentagem de ácido málico (g de ácido málico/100g de polpa de banana fresca) foi determinada de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008).

Serão produzidas cervejas com baixos teores alcoólicos utilizando diferentes proporções de malte/banana, segundo a norma EBC (2005), com adaptações. A Tabela 1 mostra as condições de mosturação e as proporções malte/banana que foram utilizadas. Mosto puro malte foi utilizado como controle e os ensaios foram realizados em duplicata.

Tabela 1: Temperatura, tempo e proporções malte/banana utilizadas na mosturação

Temperatura/Tempo	Malte	Banana
65°C/1h	45%	55%
	65%	35%

Fonte: Arquivo pessoal.

No processo de mosturação, inicialmente foi aquecida água primária a 35°C e em seguida adicionado o malte e a polpa de banana. Foram produzidos 5L de cada mosto em panela adaptada para esse fim. Ao final de uma hora de mosturação a 65°C, as temperaturas dos mostos foram elevadas a 78°C durante 10 minutos para inativação das enzimas. Ao término da mosturação, o mosto primário foi filtrado e a camada filtrante formada pela casca do malte de cevada foi lavada com água secundária a 80°C. A água secundária tem a função de extrair os açúcares residuais ainda presentes nas cascas do malte. O mosto obtido após a filtração foi aquecido até a fervura e mantido nessas condições até que a concentração de sólidos solúveis atingisse 3,5°P de extrato original, calculado em função da obtenção de uma bebida com teor de 2% (v/v) de álcool final. No início da fervura foi adicionado lúpulo na forma de pellets na proporção de 0,9g/L de mosto e à aproximadamente 20 minutos do final da fervura foi adicionado novamente lúpulo na mesma proporção. Após o término da fervura os mostos foram resfriados até atingir 12°C, temperatura que propicia a decantação do trub (complexo insolúvel formado

por proteínas do malte e polifenóis do lúpulo). Em seguida os mostos foram divididos e transferidos para os recipientes de fermentação.

As fermentações foram realizadas em recipientes de PVC com capacidade para 2,5L, contendo 2,3L de mosto malte/banana a 3,5°P de concentração. Os garrafões foram inoculados com a levedura e mantidos em geladeira a 9°C até que a concentração de açúcares atingisse uma concentração constante, indicando o final do processo fermentativo. O rendimento aparente da fermentação foi calculado pela diferença de extrato antes da fermentação (extrato original) e depois da fermentação (extrato aparente). Durante o processo de fermentação foram retiradas 10mL de amostras, periodicamente a cada 6 horas, durante as 48 horas iniciais e depois, a cada 12 horas. As amostras foram centrifugadas em tubos falcon a 5.000rpm por 10min em centrífuga CIENTEC, modelo CT 5000d e transferidas para outros tubos falcon.

Após o término da fermentação, as cervejas foram transferidas para outro recipiente semelhante, tomando-se o cuidado de retirar o excesso de leveduras. A cerveja foi deixada maturar durante 7 dias, em temperatura próxima a 0°C, visando a sedimentação de células, colóides e outras substâncias presentes. Após esse período, as cervejas foram engarrafadas e tampadas em garrafas de vidro de 600mL, contendo solução de açúcar na concentração de 5g/L de cerveja. A cerveja engarrafada sofreu uma fermentação secundária por um período mínimo de 14 dias a temperatura ambiente, resultando na sua carbonatação.

As concentrações de extratos fermentescíveis e FAN – aminoácidos nitrogenados livres – foram realizadas segundo a norma EBC (2005) e as análises de pH realizadas em pHmetro da marca MARCONI, modelo MA522. As amostras foram centrifugadas em tubos falcon a 5.000rpm por 10min em centrífuga CIENTEC, modelo CT 5000d e transferidas para outros tubos falcon. O fator de conversão de extrato em álcool foi determinado segundo a Equação 1.

$$Y(p/s) = \frac{\text{Massa de álcool produzida por quantidade de açúcar consumido}}{\text{Massa de extrato consumido}} \text{ [g/g]} \quad (1)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A banana utilizada foi a da variedade Prata, muito madura com a casca completamente tomada pelas manchas de coloração marrom. As medidas de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável total e umidade da banana estão apresentadas na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Características da banana utilizada como adjunto do malte

Parâmetros	Medições
pH	4,8±0,2
SST	21,4±0,01 °Brix
ATT	0,78±0,05 (% ácido málico/100 g polpa)
Umidade	73,3±0,45%

Fonte: Arquivo pessoal. SST – sólidos solúveis totais, ATT – acidez titulável total.

Os valores de pH e sólidos solúveis totais encontrados ficaram bem próximos aos valores encontrados por outros pesquisadores (CANO et al., 1997; PINHEIRO, 2004; NASCIMENTO JUNIOR et al., 2010; CARVALHO, 2009; TUFALO et al., 2010) para bananas do tipo Prata maduras. O pH ácido do fruto maduro e a redução da adstringência também está associado ao acúmulo de açúcares solúveis, precursores dos ácidos orgânicos, como o ácido málico, provenientes da transformação do amido.

O teor de sólidos solúveis aumenta com o estágio de maturação do fruto em decorrência da hidrólise do amido, precursor dos açúcares glicose, maltose e dextrinas. Na literatura foram encontrados valores que oscilaram de 19,72 a 22,36°Brix para o fruto maduro. A intensificação da doçura dos frutos decorre da hidrólise do amido, com consequente acúmulo de açúcares solúveis, principalmente glicose, frutose e sacarose.

A acidez total titulável está associada ao aumento da concentração de ácido málico e mede o grau de maturação do fruto. Segundo Bleinroth et al. (1995), a banana no estágio verde caracteriza-se por apresentar uma baixa acidez, aumentando com o decorrer do amadurecimento, até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, decrescendo em estágios mais avançados. Valores encontrados na literatura por CANO et al. (1997) e NASCIMENTO JUNIOR et al. (2010) foram menores do que os encontrados neste trabalho (0,57% e 0,66% por 100g de polpa, respectivamente). Isso provavelmente pode ser devido ao grau de amadurecimento das bananas utilizadas, que foi muito maduro. Segundo NASCIMENTO JUNIOR et al. (2010) em estágios muito maduros, quando começa a senescência do fruto, há aumento substancial da liberação dos compostos voláteis, principalmente ésteres da classe dos acetatos e butiratos, como por exemplo, o acetato de isoamila e o 3-metil-butanoato, responsáveis pelo aroma característico da banana.

Com o decorrer do processo de maturação do fruto, a umidade na polpa da banana tende a aumentar. Isso ocorre porque a hidrólise do amido em açúcar solúvel causa um aumento da pressão osmótica na polpa, fazendo com que a água migre da casca, menos rica em açúcares, em direção à polpa. CARVALHO (2009) encontrou valores de umidade menores (65,12%) para a banana madura, provavelmente devido ao fato da banana

utilizada estar em um estágio mais maduro. BLEINROTH et al. (1995), MATTOS et al. (2010) e EMBRAPA (2012) relataram valores variando de 70% a 75% de umidade quando completamente madura.

Ainda segundo CARVALHO (2009), a elevada viscosidade pode tornar a filtração após a mosturação mais lenta. Isso de fato ocorreu durante as filtrações, principalmente no mosto contendo a proporção de 45/55 malte/banana. A torta resultante possuía um aspecto viscoso, assemelhando-se a um 'mingau' de banana. A cor do mosto produzido com banana como adjunto é ligeiramente mais escura do que aquela obtida por mosturações tradicionais com malte de cevada ou por processos comerciais tradicionais. Essa observação está de acordo com CARVALHO (2009) e provavelmente é resultado de enzimas presentes na própria fruta tais como a polifenol oxidase, responsável pelo aparecimento da coloração escura. Ainda não está claro se existe uma relação direta entre a concentração de banana como adjunto e a coloração do mosto obtido quando é utilizado o fruto.

Em todas as proporções malte/banana estudadas o rendimento da fermentação foi semelhante (0,41 (g/g)), sendo a eficiência de transformação dos açúcares em álcool de 82,7%. Os graus de fermentação aparente dos mostos nas proporções malte/banana de 65/35, 45/55 e puro malte foram 83,3%, 81,9% e 67,2%, enquanto os graus de fermentação real foram 67,5%, 66,3% e 54,4%, respectivamente.

A Figura 1 apresenta a evolução da concentração do extrato original do mosto, da concentração de etanol, do pH e do grau de fermentação aparente do mosto na proporção malte/banana de 65/35, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* PPB01 e temperatura de fermentação de 9°C. Verifica-se o consumo de substrato desde o início do processo, com concomitante queda no pH do mosto. Porém, com 84 h do início da fermentação, o valor do pH manteve-se constante. A queda do pH é decorrente da produção de ácidos orgânicos, como o ácido lático, acético e succínico produzidos como subprodutos e excretados pelas leveduras (AIZEMBERG, 2015).

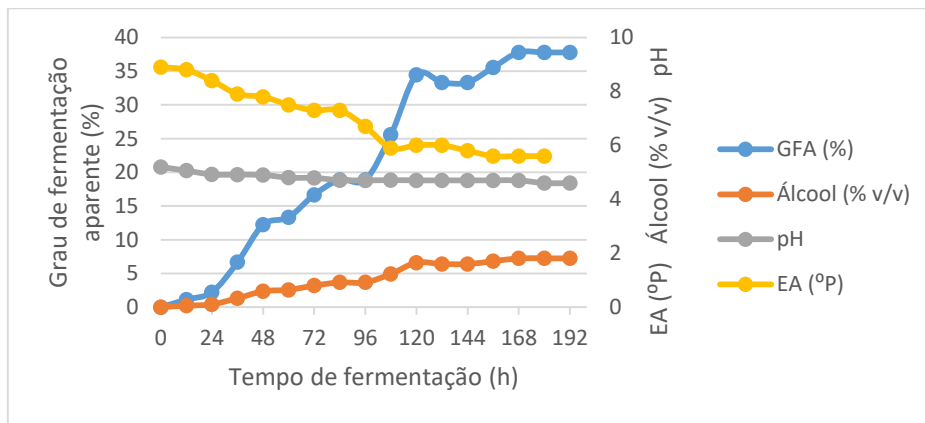


Figura 1: Concentração de extrato, concentração de etanol, pH e grau de fermentação aparente do mosto na proporção malte/banana de 65/35
Fonte: arquivo pessoal.

A formação de álcool na fermentação do mosto cervejeiro está diretamente ligada à ação das enzimas α -amilase (degradação do amido em dextrinas) e β -amilase (hidrólise do amido em maltose) que possuem atividade ótima nas temperaturas de 72° e 62°C, respectivamente. Entretanto, conforme a temperatura do mosto sobe, cerca de 1°C/min, até alcançar a temperatura de 65°C e em seguida a temperatura de 78°C, necessária para a inativação das enzimas presentes, as enzimas atuam mesmo que não por tempos prolongados e nem na temperatura ótima de ação (KUNZE, 1999; TSCHOPE, 2001).

A Figura 2 apresenta a evolução da concentração do extrato original do mosto, da concentração de etanol, do pH e do grau de fermentação aparente do mosto na proporção malte/banana de 45/55, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* PPB01 e temperatura de fermentação de 9°C. Verifica-se o consumo de substrato desde o início do processo, com concomitante queda no pH do mosto, como no mosto anterior. Entretanto, apenas com 96 horas do início da fermentação, o valor do pH manteve-se constante. Quanto ao consumo de extrato aparente, a atenuação é mais acentuada.

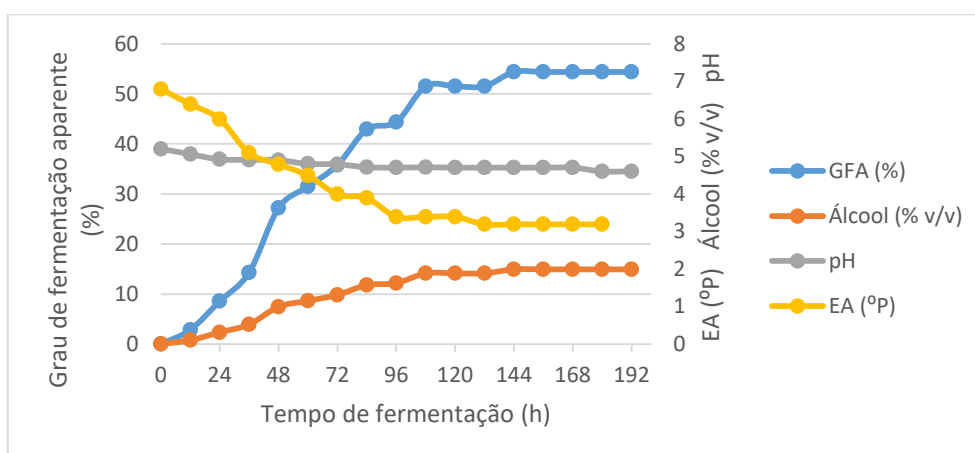


Figura 2: Concentração de extrato, concentração de etanol, pH e grau de fermentação aparente do mosto na proporção malte/banana de 45/55

Fonte: arquivo pessoal.

Em concordância com CARVALHO (2009) a banana prata muito madura confirmou a presença de carboidratos disponíveis em quantidades substanciais demonstrando seu potencial como adjunto do malte no processo cervejeiro, possibilitando a elaboração de uma cerveja com atributos sensoriais característicos. A vantagem na utilização da banana é que ela possui um baixo teor de amido quando nos estágios de maturação mais avançados, como é o caso deste estudo. Assim, devido ao poder diastático do malte, o tempo de hidrólise do amido durante a mosturação não foi alterado, já que as próprias enzimas do malte foram responsáveis pela hidrólise do amido da banana.

Entretanto, quando são utilizados adjuntos que acrescentam grandes porcentagens de fermentescíveis ao mosto e em grandes proporções, o acentuado desvio da composição clássica do mosto pode ocasionar efeitos negativos devido ao incremento desproporcional dos açúcares fermentescíveis e a sensível diminuição do nitrogênio assimilável pela levedura, já que os adjuntos podem ser considerados diluidores de todos os componentes do mosto cervejeiro, menos os açúcares (VENTURINI FILHO & CEREDA, 2001; CARVALHO, 2009; CASTRO, 2014). Pela análise desses resultados isso não ocorreu nos mostos estudados. A banana possui carboidratos como glicose, frutose e sacarose, assimiláveis pela levedura, minerais e proteínas como a albumina, globulina e diversos aminoácidos, dentre eles, a lisina, aminoácido fundamental no desenvolvimento celular (HENDGES, 2014). A Tabela 3 apresenta os valores de FAN para os mostos preparados nas diferentes proporções malte/banana. Em média, a levedura utiliza de 10 a 14mg de nitrogênio amínico na forma de aminoácidos e pequenos peptídeos por 100mL de mosto (KUNZE, 1999).

Tabela 3: Teor de aminoácidos livres (FAN) nos mostos de diferentes proporções malte/banana

Tempo de fermentação (h)	FAN (mg/L)	
	Proporção malte/banana	
	65/35	45/55
0	200,19	156,14
12	198,04	124,93
24	177,88	88,12
36	176,12	80,75
48	174,54	76,45
60	171,47	73,85
72	166,73	73,54
84	157,95	73,25
96	144,42	68,09
108	140,02	68,06
120	137,17	67,95
132	126,89	67,14
144	123,79	64,84

156	-	64,84
168	-	64,27
180	-	63,96
192	-	63,49

Fonte: arquivo pessoal.

O teor de FAN no mosto controle, puro malte, foi de 118,65mg/L, enquanto que nos mostos nas proporções 65/35 e 45/55 foram 200,19 e 156,14mg/L respectivamente. Ou seja, em todas as proporções estudadas a quantidade de aminoácidos livres estão dentro da quantidade adequada para a levedura realizar a fermentação. A Figura 3 relaciona os teores de FAN durante a fermentação realizada a 9°C, confirmando que não houve desbalanceamento nutricional nos mostos estudados.

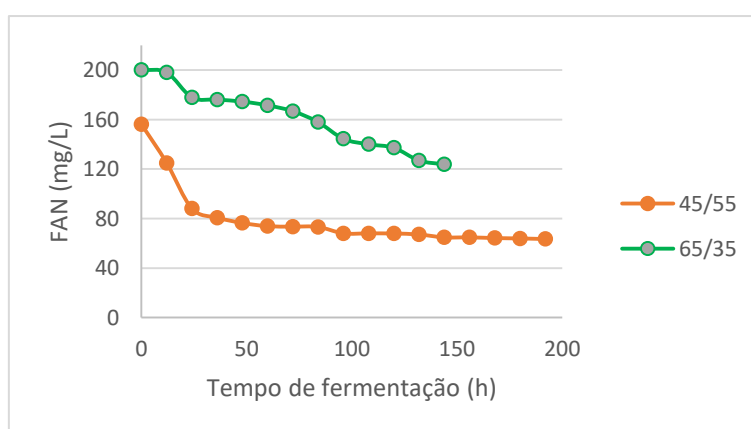


Figura 3: Tempo de fermentação x FAN nos mostos fermentados a 9°C

Fonte: arquivo pessoal.

Embora os teores de FAN tenham sido menores nos mostos com maiores proporções de banana, não houve carência de aminoácidos livres para a levedura realizar a fermentação, sendo que todas as cervejas produzidas apresentaram teor alcoólico próximo ao desejado.

5. CONCLUSÃO

A investigação dos parâmetros físico-químicos na produção de cervejas de baixos teores alcoólicos em que são adicionados quantidades maiores de adjuntos é de relevância já que esse fator irá determinar a quantidade de extrato original a ser adicionada para a obtenção do produto final. Assim, a mosturação realizada a 65°C favoreceu a atividade da enzima beta-amilase, proporcionando a sacarificação do mosto pela liberação de extrato fermentescível em quantidade suficiente para a levedura

produzir a quantidade de álcool desejada, possibilitando a produção de uma cerveja de baixo teor alcoólico, sem que a cerveja resultante ficasse com sabor adocicado.

Em concordância com Carvalho (2009) a banana prata muito madura confirmou a presença de carboidratos disponíveis em quantidades substanciais demonstrando seu potencial como adjunto do malte no processo cervejeiro, possibilitando a elaboração de uma cerveja com atributos sensoriais característicos. Além disso, não houve carência de aminoácidos livres para a levedura realizar a fermentação, sendo que todas as cervejas produzidas apresentaram teor alcoólico próximo ao desejado.

6. REFERÊNCIAS

AIZEMBERG, R. (2015). Emprego do caldo de cana e do melado como adjunto de malte de cevada na produção de cervejas. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo, 274 f.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. (1992). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington: 1015 p, 12º ed.

BAMFORTH, C. W.; RUSSEL, I.; STEWART, G. (2009). Beer and health. Handbook of alcoholic Beverages series. Beer – A quality Perspective. Elsevier: Cap. 8, p. 229-243.

BLEINROTH, E. W. (1995). Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2ª ed. rev. e ampl. Campinas: ITAL, 302 p.

BOTELHO, B.G (2009). Perfil e teores de amins bioativas e características físico-químicas em cervejas. Dissertação de mestrado – Faculdade de Farmácia – Universidade Federal de Minas Gerais, 75 f.

BRANYIK, T., SILVA, D. P., BASZCZYŃSKI, M., LEHNERT, R., ALMEIDA e SILVA, J. B. (2012). A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production. Journal of Food Engineering: v. 108, p. 493-506.

BRASIL, 2009. Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. Brasília/DF, 05 de junho de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acessado em 30/04/2017.

CANO, M. P., ANCOS, B., MATALLANA, M. C., CÁMARA, M., REGLERO, G., TABERA, J. (1997). Differences among spanish and latin-american banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. Food Chemistry: v. 59, n. 3, p. 411-419.

CARVALHO, G. B. M. de (2009). Obtenção de Cerveja usando Banana como Adjunto e Aromatizante. Tese de doutorado – Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo.

CARVALHO, G. B. M.; SILVA, D. P.; TEIXEIRA, J. A.; ALMEIDA e SILVA, J. B. (2011). Cerveja a partir de banana como adjunto do malte. In: Venturini Filho, G. W. Industria de Bebidas: Inovação, Gestão e produção. São Paulo: Edgar Blucher, p. 475-485.

CASTRO, O. M. (2014). Obtenção de cerveja super concentrada com a utilização de xarope de milho como adjunto do malte. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de Lorena/USP.

CERVBRASIL (2016). CERVBRASIL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA - Anuário 2016. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130_CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf. Acessado em 05/08/2017.

DESBROW, B., CECCHIN, D., JONES, A., GRANT, G., IRWIN, C., LEVERITT, M. Manipulations to the Alcohol and Sodium Content of Beer for Postexercise Rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2015: v. 25, p. 262-270. DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0064>.

EUROPEAN BREWING CONVENTION, *Analytica – EBC*, Fachverlag Hans Carl, Nuremberg EBC Analysis Committee, 2005.

EMBRAPA (2012). Editores Técnicos: LIMA, M. B., SILVA, S. O., FERREIRA, C. F. Banana – O produtor pergunta, a Embrapa responde. 2ª Ed. 218p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956873/banana-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde>. Acessado em 10/09/2017.

GAETANO, G., COSTANZO, S., DI CASTELNUEVO, A., BADIMON, L., BEJKO, D., ALKERWI, A., CHIVA-BLANCH, G., ESTRUCH, R., LA VECCHIA, A., PANICO, S., POUNIS, G., SOFI, F., STRANGES, S., TREVISAN, M., URSINI, F., CERLETTI, C., DONATI, M. B., IACOVIELLO, L. (2016). Effects of moderate beer consumption on health and disease: A consensus document. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*: v. 26, p. 443-467.

HENDGES, D. Produção de cervejas com teor reduzido de etanol, contendo quinoa malteada como adjunto (2014). Tese de doutorado – Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo, 140 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. ZENEON, O., PASCUET, N. S., TIGLEA, P. (Coord.). São Paulo, 1020 p.

KUNZE, W. (1999). *Technology brewing and malting*. 2nd ed. Berlin: VLB, 726 p.

MATTOS, L. A., AMORIM, E. P., COHEN, K. O., AMORIM, T. B., OLIVEIRA e SILVA, S. (2010). Agronomic, physical and chemical characterization of banana fruits. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*: v. 10, p. 225-231.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B., OZORIO, L. P., REZENDE, C. M., SOARES, A. G., FONSECA, M. J. O. (2010). Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*: v. 28, n. 3, p. 649-658.

OLIVEIRA NETO, J. R., OLIVEIRA, T. S., GHEDINI, P. C., VAZ, B. G., GIL, E. S. (2017). Antioxidant and vasodilatory activity of commercial beers. *Journal of Functional Foods*: n. 34, p. 130-138.

PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS (2006). Normas de Classificação de Banana. CEAGESP, (Documentos, 29).

PINHEIRO, A. C. M. (2004). Qualidade pós-colheita de banana 'maçã' submetida ao 1-mcp. Dissertação de mestrado. Departamento de Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras – UFLA. 60p.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (2016). Ponto de partida: fábrica de cerveja. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-microcervejaria,8f387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD#naveCapituloTopo>. Acessado em: 30/10/2016.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (2017). ESTUDO DE MERCADO – Agronegócio: produção de banana. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20banana%20na%20Bahia.pdf>. Acessado em 19/09/2017.

SICUBE – SISTEMA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO DE BEBIDAS, 2016. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/microcervejarias-ganham-espaco-no-mercado-acional,fbe9be300704e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acessado em 01/11/2016.

SILVA, D. P.; BRÁNYIK, T.; TEIXEIRA, J. A.; ALMEIDA e SILVA, J. B. (2010). Cerveja sem álcool. In: VENTURINI FILHO, W. G. *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia*. São Paulo: Edgard Blucher, p. 69-84.

SOHRABVANDI, S., MORTAZAVIAN, A. M., REZAEI, K. (2012). HEALTH-RELATED OF BEER: A REVIEW. *International Journal of Food Properties*: v. 15, p. 350-373. DOI: 10.1080/10942912.2010.487627.

TSCHOPE, E. C. (2001). Microcervejarias e Cervejarias: A História, a Arte e a Tecnologia. 1.ed. São Paulo: Aden, 223 p.

TUFALO, P. A. R., QUEIRÓS, R.B., DELERUE-MATOS, C. M., SALES, M. G. F. (2010). Control and comparison of the antioxidant capacity of beers. Food Research International: n. 43, p. 1702-1709.

VALENTE JUNIOR, A. S., ALVES, F. C. D. (2016). Bebidas Alcoólicas: Cerveja. Caderno Setorial ETENE – Banco do Nordeste: ano 1, n. 2, 8 p. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/2_cerveja.pdf/6f5fc80c-fc23-2da8-5b7b-97e3302c6554. Acessado em 01/11/2016.

VENTURINI FILHO, W. G., CEREDA, M. P. (2001). Cerveja. In: ALMEIDA LIMA, U., AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W. Biotecnologia Industrial – Biotecnologia na Produção de Alimentos. v. 4. São Paulo: Edgard Blucher, p. 91-144.

WIJNEN, A. H. C., STEENNIS, J., CATOIRE, M., WARDENAAR, F. C., MENSINK, M. (2016). Post-exercise rehydration: effect of consumption of Beer with Varying alcohol content on Fluid Balance after Mild Dehydration. Front. Nutr: v. 3, n. 45. DOI: 10.3389/fnut.2016.00045.