

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA**

ORERVES MARTÍNEZ CASTRO

**Avaliação dos processos de produção de cervejas super concentradas
elaboradas com xarope de milho e xarope de cana, utilizados como adjuntos
de malte.**

Lorena
2018

ORERVES MARTÍNEZ CASTRO

Avaliação dos processos de produção de cervejas super concentradas elaboradas com xarope de milho e xarope de cana, utilizados como adjuntos de malte.

Tese apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências do programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na área de Microbiologia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. João Batista de Almeida e Silva

Versão Corrigida

Lorena
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Martínez Castro, Orerves

Avaliação dos processos de produção de cervejas super concentradas elaboradas com xarope de milho e xarope de cana, utilizados como adjuntos de malte. / Orerves Martínez Castro; orientador João Batista de Almeida Silva - Versão Corrigida. - Lorena, 2018. 176 p.

Tese (Doutorado em Ciências - Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2018

1. Cerveja. 2. Mosto super concentrado. 3. Xarope de milho. 4. Xarope de cana. 5. Levedura. I. Título. II. Silva, João Batista de Almeida, orient.

RESUMO

MARTÍNEZ CASTRO, O. **Avaliação dos processos de produção de cervejas super concentradas elaboradas com xarope de milho e xarope de cana, utilizados como adjuntos de malte.** 2018. 176 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

A produção de cerveja utilizando mostos super concentrados tem sido objeto de vários estudos. O objetivo deste projeto foi avaliar a utilização de xarope de milho ou de cana, como adjuntos do malte, e analisar a qualidade sensorial das cervejas obtidas com mostos super concentrados. Foi aplicada a metodologia de planejamento experimental para alcançar este objetivo, onde o xarope de milho ou de cana foi utilizado como adjunto em diferentes proporções e as fermentações conduzidas em diferentes temperaturas. Inicialmente foram elaborados mostos puro malte (16°P) em duplicata, em escala de 3L. Na preparação dos mostos foram adicionadas as enzimas Papaína e Termamyl com o objetivo de obter uma maior concentração de nitrogênio amínico livre e auxiliar na filtração do mosto, respectivamente. No processo de fermentação foi adicionado um dos xaropes, com uma concentração de extrato de 65°P, e utilizado o processo de fermentação no regime descontínuo alimentado por pulsos. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* estirpe PPB-01, pertencente ao banco de cepas da EEL-USP foi utilizada por sua reconhecida tolerância às elevadas concentrações de etanol. Foram analisadas as composições físico-químicas e os parâmetros cinéticos da fermentação dos mostos e das cervejas obtidas na escala de bancada, sendo comparadas entre si. Os mostos obtidos em todas as formulações desenvolvidas no projeto tiveram concentrações de extrato original estimadas maiores que 18°P, concentração esta que por definição nomeados de mostos super concentrados. As eficiências de atenuação dos mostos e os fatores de conversão de substrato em produto obtidos foram acima de 90%, exceto para dois ensaios do planejamento. As cervejas produzidas, foram diluídas até uma concentração equivalente ao de uma cerveja obtida com extrato original de 10°P, e foram refermentadas em garrafas de vidro de 600mL, com objetivo de promover a carbonatação da bebida. Depois de gaseificadas, as cervejas foram submetidas a análise sensorial e a melhor amostra avaliada sensorialmente foi elaborada em escala piloto. O mosto super concentrado, elaborado em escala piloto, foi preparado com 37,5% de xarope de cana e fermentado na temperatura de 15,4°C. Também foi preparado, em escala piloto, um mosto denominado de padrão, que continha 37,5% de xarope de cana, fermentado a 15,4°C, porém com uma concentração de extrato original de 10°P. Foram avaliadas as composições físico-químicas e os parâmetros fermentativos dos mostos assim como das cervejas. As cervejas obtidas foram submetidas a análise sensorial e comparada com uma cerveja comercial do mercado nacional, sendo que a cerveja produzida no laboratório obteve melhores pontuações em diversos atributos, resultando como a preferida, tendo recebido as melhores notas atribuídas pelos provadores. Um levantamento do custo de produção foi estimado e a cerveja produzida com o mosto super concentrado, quando comparada com a cerveja produzida com o mosto padrão proporcionou economia de energia térmica e elétrica. Os resultados demonstraram que é possível aplicar esta tecnologia no processo cervejeiro, porque além de aumentar a produtividade dos equipamentos já instalados, pode gerar benefícios energéticos, econômicos e ambientais.

Palavras-chave: Cerveja. Mosto super concentrados. Xarope de milho. Xarope de cana. Levedura.

ABSTRACT

MARTÍNEZ CASTRO, O. **Evaluation of the production processes of super concentrated beers elaborated with corn syrup and sugarcane syrup, used as malt adjuncts.** 2018. 176 p. Thesis (Doctoral of Science) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.

The production of beer using very high gravity brewing process has been strategies of several researches. The aim of project was the use of corn syrup and sugar-cane syrup as adjunct and to analyze the sensory quality of beer obtained from very high gravity brewing process. An experimental design was developed, where the corn syrup and sugar-cane syrup were used as adjunct in different proportions and were evaluated different temperatures in fermentation process. Initially, pure malt wort (16°P) were made in duplicate, on a 3L scale, adding Papaína and Termamyl enzymes, to obtain a higher concentration of free amino nitrogen and to assist in the wort filtration, repetitively. Fermentation process were conducted in fed batch regime with the addition of syrup (65 °P) in pulses. The yeast *Saccharomyces cerevisiae* strain PPB-01, belonging to the strains bank of the EEL-USP, was used because it was already known about its tolerance to high concentrations of ethanol. The physico-chemical compositions and the kinetic parameters of the fermentation, of worts and the beers obtained on the bench scale, were analyzed and compared with each other. The worts obtained in all formulations had the original extract concentrations estimated above 18 °P, which by definition are classified as super concentrated worts. The attenuation efficiencies and the substrate conversion factors in product, of the worts obtained, were above 90%, except for two tests of the statistic design. The beers produced were diluted to original extract concentration of 10 °P, packaged in 600 mL glass bottles, and a new fermentation process was made in order to promote carbonation. After being carbonation, the beers were submitted to sensorial analysis and the sample better evaluated sensorially, was chosen to be elaborated in the pilot scale. The wort obtained from very high gravity brewing process, on a pilot scale, was prepared with 37.5% cane syrup and fermented at a temperature of 15.4 °C. A standard wort containing 37.5% cane syrup, fermented at 15.4 °C, but with an original extract concentration of 10 °P, was also prepared on pilot scale. Physico-chemical compositions and kinetic parameters of worts and beers were evaluated. The obtained beers were submitted to sensory analysis and compared with a commercial sample of the national market, and the beer produced in the laboratory obtained better scores in several attributes, resulting as the preferred one, having received the best marks awarded by the tasters. Concentrated beer when compared to its standard beer afforded thermal and electrical energy savings. The results showed that it is possible to apply this technology in the brewing process because it can increase the productivity of the equipment installed and obtain energy, economic and environmental benefits.

Keywords: Beer. Very high gravity brewing. Corn syrup, Sugar-cane syrup. Yeast.