

## **Desenvolvimento de cidra tipo cerveja artesanal de milho**

**Tadeu Alcides Marques**  
tadeu.marques@fatec.sp.gov.br

**Angela Madalena Marchizelli Godinho**  
angela.godinho@fatec.sp.gov.br

**Micael Antonio da Silva Nascimento**  
micael.nascimento2@fatec.sp.gov.br

**Moises da Silva Martins**  
moises.martins2@fatec.sp.gov.br

**Lucas Mariano Müller**  
lucas.muller@fatec.sp.gov.br

**Marcos Prada**  
marcos.prada@fatec.sp.gov.br

### **Resumo**

Novas cervejarias abrem a cada ano, um mercado em plena expansão. São Paulo é o estado onde se concentra o maior número de estabelecimentos. Com novas cervejarias, novos sabores são procurados pelos apreciadores da bebida e o desenvolvimento de novas receitas de cerveja é essencial. A produção de milho no Brasil na safra 23/24 está estimada em 119,4 milhões de toneladas, cultivadas em 21,19 milhões de hectares, sendo as regiões brasileiras mais produtoras centro-oeste, sul e sudeste (CONAB, 2023a). Ao mesmo tempo estamos presenciando um aumento considerado na produção do etanol oriundo de milho em nosso país, chegando a 18,06% da produção total de etanol do Brasil (CONAB, 2023b). Para esta produção acontecer demanda-se a produção, em larga escala, das enzimas que hidrolisam o amido. Diversas empresas surgiram e se estabeleceram como fornecedoras destes insumos. Neste contexto, a presente pesquisa visou a otimização da elaboração de um fermentado tipo cerveja, elaborado com fubá de milho, sem a utilização do malte. Devido a não existência, no fubá, das enzimas naturais de hidrolise do amido, faz-se necessária a adição de enzimas na brassagem. As amostras foram produzidas em dois lotes com equipamentos para produção de cerveja de panela. A receita escolhida foi do estilo IPA tradicional. A cerveja depois de pronta foi submetida às análises dos parâmetros tradicionais de avaliação de cerveja, em um analisador específico. A cerveja desenvolvida artesanalmente com equipamentos caseiros se apresentou como bebidas de boa qualidade e os testes iniciais demonstraram que as enzimas exóticas podem ser ajustadas para utilização da produção de bebidas de boa qualidade, apesar da existência da lei internacional da cerveja, que preconiza a utilização de malte, levedura e lúpulo. trata-se de uma inovação disruptiva e uma quebra de paradigma, ou seja, para chegar em resultados diferentes deve-se mudar a maneira de pensar e agir.

Palavras-chave: cerveja artesanal; IPA; fubá; enzima.

## Summary

New breweries open every year, a market that is expanding. São Paulo is the state in Brazil where the largest number of establishments is concentrated. With new breweries, new flavors are sought after by drink lovers and the development of new beer recipes is essential. Corn production in Brazil in the 23/24 harvest is estimated at 119.4 million tons, cultivated on 21.19 million hectares, with the most producing Brazilian regions being the center-west, south and southeast (CONAB, 2023a). At the same time, we are witnessing a considerable increase in the production of ethanol from corn in our country, reaching 18.06% of total ethanol production in Brazil (CONAB, 2023b). For this production to occur, the large-scale production of enzymes that hydrolyze starch is required. Several companies emerged and established themselves as suppliers of these inputs. In this context, the present research aimed to optimize the preparation of a fermented beer type, made with cornmeal, without the use of malt. Due to the lack of natural starch hydrolysis enzymes in cornmeal, it is necessary to add enzymes during mashing. The samples were produced in two batches with equipment for producing pot beer. The recipe chosen was the traditional IPA style. The beer, after being ready, was subjected to analysis using traditional beer evaluation parameters, in a specific analyzer. Beer developed by hand with homemade equipment presented itself as good quality drinks and initial tests demonstrated that exotic enzymes can be adjusted for use in the production of good quality drinks, despite the existence of the international beer law, which recommends the use of malt, yeast and hops. This is a disruptive innovation and a paradigm shift, that is, to achieve different results you must change the way you think and act.

Keywords: craft beer; IPA; Corn meal; enzyme.

## INTRODUÇÃO

Segundo a legislação brasileira cerveja é a bebida resultante da fermentação do mosto de cevada maltada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo. A fermentação é realizada utilizando levedura cervejeira. Uma parte da cevada maltada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro sendo os mais comuns o milho, o arroz, o mel, frutas, cereais não maltados, trigo, aveia, especiarias, cacau e até madeiras (BRASIL, 2019).

O processo de fermentação do amido de milho para a produção de etanol carburante possui a etapa denominada de hidrólise enzimática do amido, onde ocorre a quebra do amido e liberação do açúcar simples glicose. Para que este processo ocorra com eficiências e produtividades razoáveis faz-se necessário a moagem inicial dos grãos de milho e posterior suspensão do amido em água e realizando aquecimento para a gomificação. A goma ou polenta produzida deve ser fluidificada por enzimas específicas denominadas de liquefadoras. Após a liquefação faz-se a adição de enzimas que irão liberar a molécula de glucose, estas enzimas são denominadas de sacarificadoras (MAAREL et al., 2002).

Existem muitas definições diferentes de estilos para cerveja, mas de acordo com as diretrizes apresentadas pelo Beer Style Guidelines de 2020 (Brewings Associaton, 2020), uma importante classificação se dá em duas categorias principais, Lagers e Ales, conhecidas como cervejas de fermentação no topo e no fundo, respectivamente. Além da categoria que englobam os demais estilos de cervejas, muitas vezes utilizam um híbrido entre Lagers e Ales (PREEDY, 2009; Brewers Association, 2020). Essa classificação da cerveja dá-se pelo tipo de levedura utilizada para fermentá-la. Existe a levedura ale e a levedura lager e a diferença entre elas é a faixa de temperatura na qual a cerveja é fermentada. As ales são fermentadas a temperaturas maiores, normalmente de 12 a 21 graus Celsius enquanto as lagers são fermentadas a temperaturas menores, entre 3 a 10 graus Celsius. (ETTLINGER, 2014). Ainda de acordo com Nachel e Ettliger, (2014), as ales são cervejas mais antigas, enquanto as lagers são relativamente modernas, com menos de 200 anos.

Ambos os tipos de cerveja, ales e lagers, possuem uma grande variedade de estilos, englobando cervejas fortes e complexas até amargas e lupuladas. As ales normalmente possuem ésteres com aromas frutados, devido à fermentação em temperatura mais alta. As cervejas lagers são menos frutadas e podem ser amargas e lupuladas (PALMER, 2006).

Este trabalho teve como objetivo principal conseguir elaborar um fermentado de mosto de milho artesanal estilo IPA (India Pale Ale), logo um tipo de cerveja ALE, contudo sem

utilização de malte, fonte natural de enzima, com adição de enzimas liquefadoras e sacarificadoras de duas fontes produtoras Novozyme® e Prozyn®.

Objetivo secundário deste trabalho foi realizar análises completas e comparativas entre as enzimas utilizadas nos fermentados, para avaliar a eficácia das enzimas comerciais na produção de fermentado.

## **MATERIAL E METODOS**

### **MATERIAL**

- Fermentadores com capacidade de 10 litros;
- Água filtrada;
- Fubá mimoso comercial;
- Panelas cervejeiras capacidade de 10 litros;
- Enzimas alfa-amilase e glucoamilase das empresas PROZYN e NOVOZYMES;
- Filtro tipo Chinoy;
- Ácido sulfúrico 1N;
- Soda caustica 1N;
- Lúpulo tipo Columbus, tipo Cascade, tipo Sorachi;
- Fermento cervejeiro tipo Mangrove Jack's US West Coast M44;
- Garrafas de 600 mL;
- Densímetro cervejeiro;
- Refratômetro digital automático;
- Analisador de cerveja Beer Analyzing System 1001- Anton Paar.

### **MÉTODOS**

Os experimentos foram realizados na FATEC Piracicaba “Deputado Roque Trevisan”, na cidade de Piracicaba/SP, seguindo os procedimentos tecnológicos de produção utilizando os parâmetros para se produzir um cerveja tipo India Pale Ale (IPA), segundo Brewings Associaton (2020), com a composição no Tabela 1.

Tabela 1. Composição média de cerveja tipo IPA

Variável	IPA	unidades
Teor Alcoólico	5,5% e 7,5	% v v <sup>-1</sup>
Densidade	1,015	g cm <sup>-3</sup>
Extrato original	14,3 a 17,5	% v v <sup>-1</sup>
Extrato Aparente	2,5 e 4,0	% v v <sup>-1</sup>
Calorias	56,31 <sup>a</sup>	Kcal 100 mL <sup>-1</sup>
Cor em EBC	12 a 28	EBC
pH	3,8 e 4,5.	

FONTE: Brewings Associaton (2020)

### PREPARO DO FERMENTADO TIPO CERVEJA

Os fermentados foram produzidos em dois lotes. Utilizou-se de fermentadores para fabricação de cerveja caseira, com capacidade de 10 litros finais da bebida pronta.

Utilizou-se água filtrada em filtro fuzati, com declorador com carvão ativo.

A fonte de amido para hidrólise da glucose foi milho moído (fubá mimoso) (Tabela 2), portanto, a primeira etapa do processo para a produção da cerveja foi a brassagem.

Tabela 2. Composicao do Fubá utilizado para elaboração da Cerveja.

Componente	Unidade	Total de 100g
Água	g	11,18
Energia (Kcal)	Kcal	370
Energia (KJ)	KJ	1547
Proteína	g	7,11
Gordura Total	g	1,75
Cinzas	g	0,51
Carboidratos	g	79,45
AMIDO	g	78,10
Fibra alimentar	g	3,9

FONTE: Adaptado de <https://tabnut.dis.epm.br>, 2023

O adicionado 1,5 kg de fubá na panela e 2,0 litros de água. Utilizou-se uma panela para cada enzima. Foi levado ao aquecimento até atingir 95°C e formar uma polenta.

Após a formação da polenta foi adicionado a enzima alfa-amilase na dosagem de 1,5 mL por kg de amido (PROZYN, 2022), no caso, tem-se:

Em 1,5kg de fubá com teor de 78,1% de amido tem-se 1,17 kg de amido

A recomendação do fabricante é de 1,5 mL por kg de amido, portanto em 1,17 deve-se adicionar 1,75 mL (usou-se 2 mL).

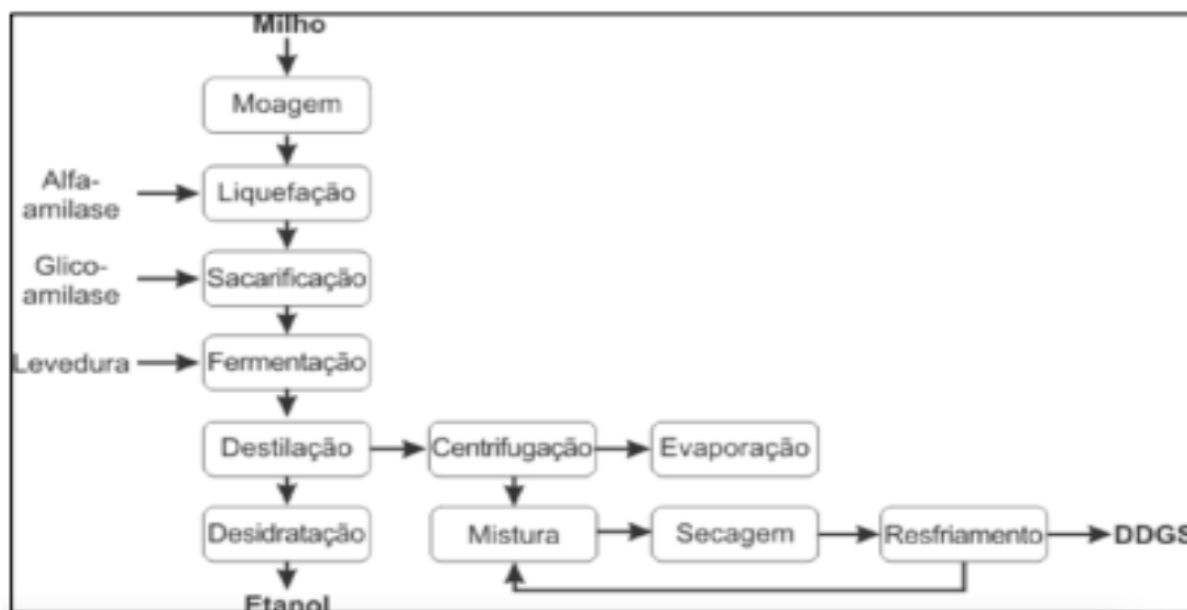
Esperou-se até a polenta ficar completamente líquida.

Após a liquefação fez-se adição da enzima glicoamilase na dosagem de 1,5 mL para kg de amido (PROZYN, 2022), seguindo a mesma recomendação da enzima alfa amilase e utilizando de 2 mL da enzima glicoamilase.

Manteve-se por 1 hora a 95°C, com pH ajustado para 5 a 5,5, com agentes acidificantes e alcalinizadores, para a melhor sacarificação.

Após a sacarificação fez-se a filtração em chinoy (filtro com tela de aço), separando o mosto açucarado do material fibroso úmido (WDG) (BNDES, 2008) o qual foi levado a estufa para obter-se o DDG, como pode ser observado na Figura 1

Figura 1. Fluxograma geral do processo de da fermentação do amido de milho (via seca).  
Fonte: BNDES (2008).



Posteriormente, o mosto foi transferido para outra panela, onde foi aquecido até atingir a fervura. Nesse momento foi adicionado 2,0g de lúpulo de amargor Columbus por 60 minutos em hop bag de tecido (voal) com cordão na borda. Foi realizado o resfriamento da panela e adicionado 2,5g de lúpulo de aroma Cascade deixando por 30 minutos em hop bag de tecido (voal) com cordão na borda.

O mosto obtido teve o brix acertado para 14°B, para conferir ao fermentado o teor alcoólico ao redor de 7% em volume, segundo a regra de Proust (Marques, 2023). O mosto foi

transferido para o fermentador devidamente sanitizado com agitação, foi adicionada à levedura hidratada.

Utilizou-se a levedura Mangrove Jack's US West Coast M44. Foram fervidos 100 mL de água e após essa água esfriar até 26°C foi adicionada a levedura fazendo breve agitação (Inóculo).

Transferiu-se o inóculo de levedura para o fermentador. O fermentador foi fechado, colocado o "airlock" com sanitizante e teve a temperatura mantida em 20°C por um período de sete dias. Após os sete dias de fermentação, a temperatura do controlador foi diminuída para 10°C para o início da maturação. Passados cinco dias, o fermentador foi aberto e foi adicionado 3,0g de lúpulo Cascade e 2,0g de lúpulo Sorachi Ace para o processo de "dry hopping" por 60 minutos hop bag de tecido (voal) com cordão na borda, com a finalidade de atingir IBU de 26,3. Os lúpulos foram retirados e o fermentador foi novamente fechado ficando por mais cinco dias em temperatura de 10°C. Após os dez dias de maturação, a cerveja ficou por mais sete dias em temperatura de 3°C.

Ao final da maturação, as cervejas foram envazadas em garrafas de 600mL juntamente com 4g de açúcar de cana 100% fermentescível, para se obter uma carbonatação de 2,4 volumes de CO<sub>2</sub> ("priming"). A cerveja engarrafada foi armazenada por sete dias ao abrigo da luz.

#### ANÁLISES DA CERVEJA

Uma amostra das cervejas, de cada teste, foi submetida à etapa de decarbonatação previa à análise, por meio de agitação magnética em béquer. Foram realizadas 10 amostragem para cada enzima utilizada.

Posteriormente utilizou-se o equipamento Beer Analyzing Anton Paar 1001 para a determinação dos parâmetros: Teor alcoólico; Densidade; Extrato Original; Extrato Aparente; Calorias; Cor em EBC; pH; utilizando o a metodologia descrita por (ANALYTICA, 2005).

Os valores obtidos foram submetidos a análise estatística por meio do software SAS Learning Edition 4.1® (SAS Institute, 2006) a 5% de probabilidade. e realizado o teste de contraste de médias Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 3. Análise dos fermentados, tipo cerveja, pelo sistema Anton Paar 1001 (média de 10 análises).

Variável	Enzima Prozyn	unidades	Enzima Novozymes
Teor Alcoólico	6,55 <sup>a</sup>	% v v <sup>-1</sup>	5,82 <sup>b</sup>
Densidade	1,01133 <sup>a</sup>	g cm <sup>-3</sup>	1,01648 <sup>a</sup>
Extrato original	5,68 <sup>b</sup>	% v v <sup>-1</sup>	6,72 <sup>a</sup>
Extrato Aparente	3,36 <sup>b</sup>	% v v <sup>-1</sup>	4,66 <sup>a</sup>
Calorias	42	Kcal 100 mL <sup>-1</sup>	56,07 <sup>a</sup>
Cor em EBC	1,76 <sup>a</sup>	EBC	1,71 <sup>a</sup>
pH	3,63 <sup>a</sup>		3,54 <sup>b</sup>

Segundo Araújo et al. 2003 as melhores classificações para cerveja apresentam pH entre 4 e 5, logo ambas cervejas produzidas (Tabela 3) estão em faixas mais ácidas semelhante aos teores de cerveja IPA (Tabela 1), sendo que a enzima Prozyn apresentou maiores pH em comparação com a enzima Novozymes. Existe um detalhe técnico de produção que reporta o detalhe de que maiores acidez levam a maior estabilidade no produto ao tempo.

Nos resultados do ensaio (Tabela 3), as enzimas prozyn foram mais eficientes, apresentando maiores teores de etanol no produto. Os parâmetros Extrato original, Extrato aparente apresentaram diferenças devido as diferenças de hidrólises do amido. No entanto, foi mais possível a produção de um fermentado tipo cerveja sem a necessidade de utilizar o malte, ou utilizar as enzimas naturais do malte, utilizando as enzimas utilizadas em grande escala nas indústrias de bioetanol de milho.

Em comparação com cervejas tipo IPA (Tabela 1), os resultados para os fermentados de milho com adição de enzimas (Tabela 3) apresentaram diferenças nos Extrato Original e Cor, visto que o material utilizado como fonte de amido (fubá) tem composição diferente do malte de cevada e conseqüentemente a coloração final da bebida também apresentou diferenças.

## CONCLUSÕES

- As análises realizadas indicam que o produto fermentado está em sintonia com os valores de teor alcoólico, extrato aparente, calorias e pH encontrados em cerveja tipo IPA;
- As análises realizadas indicam que no produto fermentado o Extrato original e a Cor em EBC apresentaram diferenças com cerveja tipo IPA



- É possível elaborar bebidas tipo cerveja sem a necessidade de utilização do malte.

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Tecnologia de Piracicaba "Deputado Roque Trevisan", Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza e a Empresa BrewCenter pelas análises realizadas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANALYTICA-EBC. **Proceedings of the 30th EBC Congress: Prague 2005**. Prague Alemanha: Fachverlag Hans Carl, 2005.

ARAÚJO, F.B.; SILVA, P.H.A.; MINIM, V.P.R. **Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro**. Cienc. Tecn. de Alim. v.23 n. 2. 2003.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). (2019). **Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, Edição: 239, 2019.

BREWINGS ASSOCIATION. 2020. **Brewers Association Beer Style Guidelines**. Disponível em:<https://www.brewersassociation.org/edu/brewers-association-beerstyle-guidelines/>. Acesso em outubro de 2022.

CONAB. **Milho total safra 23/24. Comparativo de área produtividade e produção**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em outubro de 2023a.

CONAB. **Milho total safra 23/24. Acompanhamento da safra brasileira – cana-de-açúcar, safra 23/24**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em outubro de 2023b.

MAAREL, M.J.E.C. et al. **Properties and Applications of Starch-converting Enzymes of the  $\alpha$ -amylase family**. Journal of Biotechnology, v.94, p.137-155, 2002.

MARQUES, T.A. **Definição da fórmula de PROUST**. Disponível em:

[https://drive.google.com/file/d/17IFC60-YPeuIr\\_yz86-95ihND3ysROWI/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/17IFC60-YPeuIr_yz86-95ihND3ysROWI/view?usp=sharing).

Acesso em outubro de 2023.

NACHEL, M.; ETTLINGER, S. **Cerveja para leigos**. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books; 2014.

PALMER, J. J. **How to brew: Everything you need to know to brew great beer every time**.

Brewers Publications; 3ªEd, 2006.

PROZYN, **Catalogo Milho e cereais 2022 curvas indd**. Disponível em:

[https://prozyn.websiteste.com.br/wp-content/uploads/2023/04/catalogo\\_ETANOL-DE-](https://prozyn.websiteste.com.br/wp-content/uploads/2023/04/catalogo_ETANOL-DE-MILHO-E-CEREAIS_2022.pdf)

[MILHO-E-CEREAIS\\_2022.pdf](https://prozyn.websiteste.com.br/wp-content/uploads/2023/04/catalogo_ETANOL-DE-MILHO-E-CEREAIS_2022.pdf). Acesso em outubro de 2023.

SAS Institute. **Statistical Analysis System. SAS Learning Edition 4.1®**, SAS Institute Inc.

2006.