

Engenharia Aplicada ao Fermentador Auto Refrigerado na Fabricação de Cerveja Artesanal

Cláudio Olívio Piotto, Daniela Maria Maciel, Jefferson Giovani Sipriani, Juliana Fávero, Reginaldo Motta

Resumo: A fabricação de cerveja artesanal cresce a cada dia em função da paixão por essa bebida. A fabricação artesanal, não significa que se tenha que produzir sob condições precárias, ou totalmente manual. Mesmo porque a produção necessita de parâmetros e receitas controladas. Desta forma, o presente artigo discorre sobre a aplicação da engenharia para auxiliar no processo de produção artesanal. Analisa-se o fluxo do processo, e com isso aplica-se metodologia de desenvolvimento de produto e projeto, para dar uma solução às possíveis necessidades que os fabricantes possuem. Obtém-se um resultado interessante, no ponto de vista de solução, unindo-se diversas fases do processo em um único equipamento, que mantém a receita do fabricante, e mantém as características e parâmetros necessários. Sem contar a praticidade, eficiência, manuseio e transporte. É uma aplicação direta de vários fatores da engenharia em um produto inovador.

Palavras chave: Cerveja Artesanal, Engenharia, Projeto.

Engineering Applied to Self-Cooled Fermenter in Craft Beer Brewing

Abstract: The craft brewing grows every day due to the passion for this drink. Artisanal manufacturing does not mean that you must produce under precarious conditions or fully manual. Even because the necessary production of parameters and controlled revenues. Thus, this article discusses an engineering application to assist in the artisanal production process. Analyze the process flow, and then apply the product and design development method to get a solution as possible for manufacturers to use. You get an interesting result from no solution point of view by starting multiple process steps in one device, which maintains the manufacturer's recipe and maintains the characteristics and adjustments used. Not to mention the practicality, efficiency, handling and transportation. It is a direct application of various engineering factors into an innovative product.

Keywords: Craft Beer, Engineering, Project.

1. Introdução

Muitos dos hábitos e das possibilidades que hoje cercam a cerveja artesanal são resultado de uma longa e lenta evolução. Muita coisa mudou, inclusive a própria bebida, desde que os primeiros barris desembarcaram no Rio de Janeiro, nos porões dos navios que trouxeram a Família Real portuguesa para o exílio no Brasil, em 1808. Segundo alguns pesquisadores, mesmo antes de surgirem as primeiras aldeias na Mesopotâmia, entre os rios Tigre e Eufrates, onde é hoje o Iraque, por volta do ano 3500 a.C., nossos ancestrais já consumiam um líquido alcoólico resultante da fermentação de cereais imersos em água. O que se sabe, com certeza, é que a humanidade aprendeu a fazer cerveja tão logo descobriu uma forma de armazená-la e antes mesmo de dominar a arte de fazer o pão.

As primeiras bebidas fermentadas feitas à base de cereais surgiram há cerca de 9000 anos. A cerveja pertence ao grupo do pão, vinho ou vidro, que possuem uma origem muito antiga e um processo básico de fabricação simples e muito disseminado.

De todas as bebidas ligeiramente alcoolizadas a cerveja é, sem dúvida, uma das mais sãs. Antes de mais, pela qualidade das matérias-primas utilizadas e equilíbrio dos seus componentes, pela natureza do seu processo industrial adoptado, devidamente adequado à produção de uma eminentemente natural e pelas condições de extrema higiene em que o mesmo se desenvolve.

A produção artesanal de cerveja se caracteriza por produções em pequenas escalas, com foco na qualidade do produto, selecionando cuidadosamente seus ingredientes, o que resulta na produção de diversos tipos de cervejas (CARVALHO,2015). Na última década percebemos um grande crescimento na produção de cervejas artesanais, segundo o Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), a cerveja é a bebida preferida de quase dois terços dos entrevistados, cerca de 64% (IBOPE,2013). Com isso surge uma cultura cervejeira, fortalecida pelo apreço do brasileiro pela bebida, fortalecendo a necessidade da qualidade e melhoria no processo. A sua elaboração tem como foco a qualidade do produto, levando em conta a qualidade dos seus ingredientes, o que culmina na produção de variados tipos de cerveja que são cuidadosamente elaborados conferindo melhor aroma e sabor à bebida (KLEBAN e NICKERSON, 2012; BREWERS ASSOCIATION, 2013). Fatores que influenciam diretamente no crescimento de um mercado destinado a atender o cervejeiro artesanal. Esse mercado busca fornecer ao cervejeiro artesanal facilidades e tecnologias para aprimorar sua produção, na diminuição de gastos e melhoria na qualidade. Além de insumos para produção da cerveja o mercado fornecedor tem buscado atender com novos maquinários e tecnologias que facilitem o processo de produção da cerveja artesanal e nesse contexto desenvolvemos um produto que vai ao encontro dessa realidade, produto que torna o processo eficiente, econômico e de fácil manuseio. Nesse contexto o artigo visa apresentar um equipamento que vem ao encontro dessa necessidade.

2. Processo de Cerveja Artesanal

A cerveja é produzida em um processo básico de três etapas, produção do mosto, fermentação e acabamento da cerveja (REECK et al., 2010). O processo exige acompanhamento e cuidados como higiene, controle de tempo e temperatura. O início do processo da fabricação da cerveja artesanal se dá na escolha da receita a ser produzida, e é a partir deste momento que faz se a moagem dos grãos de cevada já malteados. A malteação é um processo que prepara o malte através da germinação, sob ambientes controlados como umidade e temperatura, podendo se aplicar a diversos cereais. Iremos utilizar duas fases do processo para nosso trabalho, qual chamaremos de processo quente e frio conforme apresentado a seguir:

2.1 Etapa do Processo de Fabricação de Cerveja Artesanal - Fase quente

Com a receita e o malte em mãos, prossegue se para a moagem. Consiste em abrir a casca dos grãos, fazendo com que os mesmos fiquem expostos ao próximo processo. No processo de mosturação (onde “cozinha se ” o malte) também chamado de brassagem, faz se a degradação de amidos e proteínas, que estão presentes nos grãos, portanto obtendo o mosto, “uma solução doce”. Ainda na mostura, é feito a clarificação. Utiliza-se o malte e sua casca para fazer um filtro natural, retirando uma boa parte das partículas solidas que estão em suspensão no mosto. Com a clarificação feita é retirado o malte e se eleva a temperatura ao ponto de fervura por cerca de 60 minutos onde se neutraliza qualquer contaminação que

possa prejudicar o produto. Nesse momento adiciona-se o Lúpulo, que trará aromas e sabores a cerveja, conforme a receita. O próximo passo se dá a execução do *Wirpool*, que consiste basicamente em fazer o efeito centrífuga, onde faz-se o processo de separação das partículas do meio do mosto, assim as mesmas se concentram no centro da panela de brassagem. Com o mosto mais limpo se executa o resfriamento o mais rápido possível, evitando contaminações. Esse processo pode ser feito através do *chiller*, que irá fazer a transferência de temperatura por meio de um fluido, água ou glicol. Que por sua vez pode estar em baixas temperaturas para agilizar o processo. Lembrando que quanto mais rápido melhor.

2.2 Etapa do Processo de Fabricação de Cerveja Artesanal - Fase Fria

Com o mosto já resfriado, dá-se início a fase fria que se inicia no processo de fermentação. É na fermentação onde as leveduras e fermento irão consumir os amidos fermentáveis, que a grosso modo são açúcares e proteínas que extraímos dos grãos no processo anterior. De forma geral o processo consiste em preparar o ambiente da melhor maneira possível como temperatura e higienização, para que a levedura possa se reproduzir e fazer a fermentação, que seria o consumo de açúcares, proteínas e oxigênio, assim liberando CO₂ (gás carbônico) e Álcool. Neste momento todo o CO₂ é eliminado para o ambiente externo fazendo com que o ar externo não entre no ambiente de fermentação. Após algum período de dias, o processo de fermentação estará parcialmente pronto pois praticamente todo o açúcar já foi consumido elevando a taxa de álcool. É neste momento em que se faz o processo de maturação, uma fermentação mais lenta, que pode se chamar de fermentação secundária, onde a cerveja vai clarificar pelo processo de precipitação das leveduras. Feito esse processo passa-se para a carbonatação, onde é dado gás a cerveja, esse processo pode ser feito de forma natural ou forçada. Na forma natural se adiciona açúcar fermentescível (*priming*) como é chamado pelos cervejeiros.

2.3 Aplicação da Engenharia - Análise do Processo Atual

A engenharia se divide em muitas áreas que geram solução para problemas do dia a dia. No desenvolvimento de um projeto, pode-se observar a oportunidade de uma solução para atender uma determinada demanda de produção, serviço ou produto. Nota-se que o fato da produção artesanal de cerveja ter tido uma escalada atualmente, em função de várias facilidades, como a obtenção da matéria prima, receitas, cursos e pessoas que se envolvem, cooperando e apreendendo um com o outro, ainda mantém sua produção através de equipamentos tecnologicamente ainda pouco aplicados. Desta forma, analisou-se o fluxograma de produção de cerveja artesanal, para entender o processo completo de fabricação, e analisar as informações e necessidades dos clientes, segundo Ulrich & Eppinger (1995), um processo é uma seqüência de passos que transforma uma série de entradas em uma série de saídas (resultado) e o processo de desenvolvimento de produtos é uma seqüência de passos ou atividades que uma empresa emprega para conceber, projetar e comercializar um produto.

Nota-se o seguinte fluxo em uma produção artesanal de cerveja:

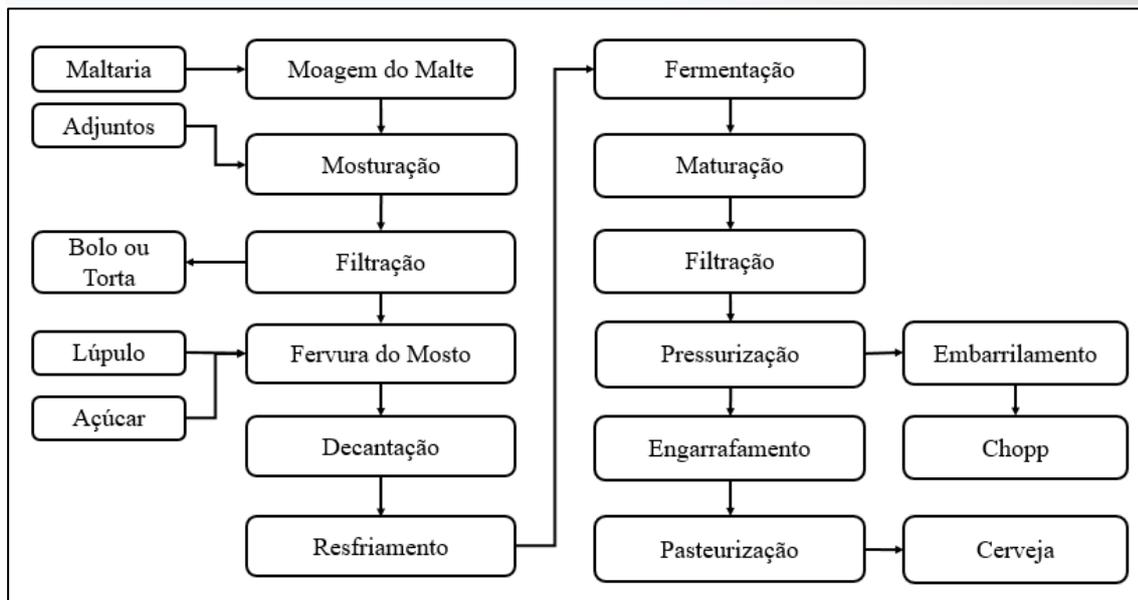


Figura 1 - Fluxograma do Processo de Fabricação de Cerveja Artesanal

Ao analisar-se o fluxo do processo, pôde-se verificar a oportunidade de desenvolvimento de um equipamento em algumas fases, com um produto que atendesse uma determinada demanda ou fases do processo. Focou-se na etapa do processo da fase fria, conforme segue o fluxo atual realizado artesanalmente sem equipamentos adequados.



Figura 2 - Fluxograma da Fase Fria

Neste processo chamado de fase fria, artesanalmente, o cervejeiro, deixa o líquido num recipiente (geralmente uma vasilha de plástico, com capacidade aproximada de 30 litros), para o processo de fermentação, depois maturação e filtração. Esse processo geralmente se dá em torno de no máximo 10 dias, sob refrigeração. Os artesãos possivelmente deixam em geladeira para manter o resfriamento.

Após esse processo, o cervejeiro deve engarrar a cerveja, colocando ainda açúcar na garrafa antes de engarrar. Sem contar que a pessoa responsável deve estar atenta e acompanhar a todas essas fases.

2.4 Engenharia aplicada - Solução Proposta para a Fase Fria

Com base no problema a ser resolvido, a maior dificuldade no projeto conceitual é liberar a mente para se chegar a conceitos originais, superar bloqueios a criatividade e gerar um grande número de alternativas possíveis para a solução do problema (BAXTER, 2003). E desta forma, o processo de desenvolvimento de produto, é o fator primordial para qualquer empresa atualmente que quer estar a frente de inovações e mercado, e que se propõe a competir por meio de liderança tecnológica (ROZENFELD, 2006).

Portanto, realizou-se uma análise e proposta de um esboço que pudesse resolver uma parte do fluxograma de produção da cerveja artesanal, analisando-se as etapas de planejamento do projeto.

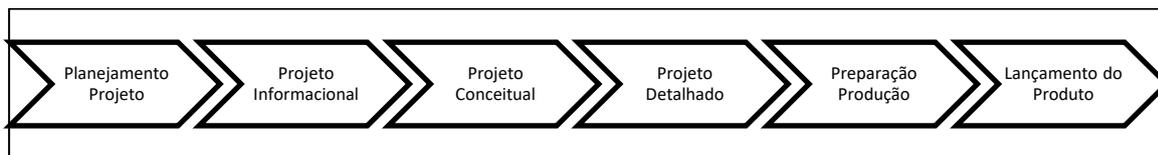


Figura 3 - Etapas de Desenvolvimento de Produto

Analisou-se na fase do planejamento de projeto, o fluxograma de produção e as possibilidades de gerar uma solução aplicando a engenharia, seja ela para atender uma solução de produção, seja de produto. O projeto informacional, é a fase onde se busca informações dos clientes, através de pesquisa, para que se possa entender as necessidades das pessoas e produtores artesanais que produzem cerveja através desse processo. Neste sentido, uniu-se as fases de fermentação, maturação, filtração e pressurização, criando se um conceito de um produto único, prático, e que atendesse essa demanda.

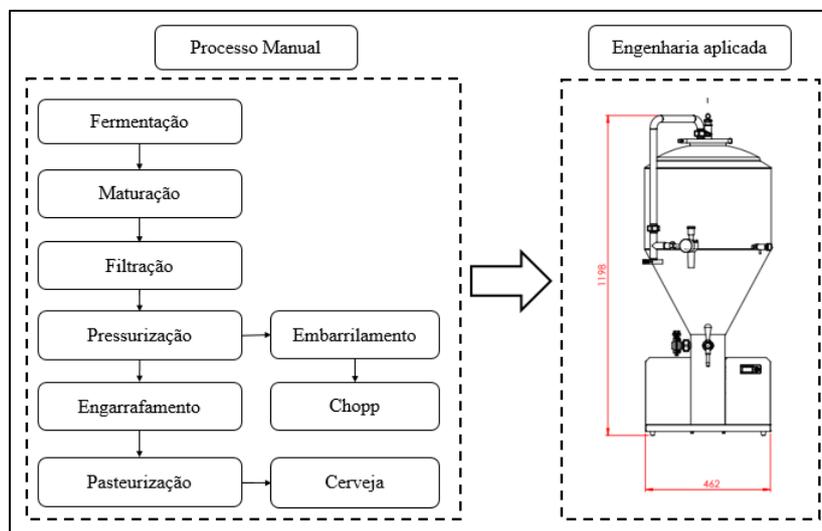


Figura 4 - Projeto Conceitual da Solução - Engenharia Aplicada

Clark & Wheelwright (1993) dividem o processo de desenvolvimento de produtos em quatro fases: desenvolvimento do conceito, planejamento do produto, engenharia do produto/processo e finalmente produção piloto/aumento da produção. As duas primeiras fases incluem informações sobre as oportunidades de mercado, as possibilidades técnicas e os requisitos de produção. Considera-se o projeto conceitual, o mercado alvo, os

investimentos necessários e a viabilidade econômica. Para a aprovação do desenvolvimento de produto, o conceito deve ser validado através de testes e discussão com potenciais clientes.

Obteve-se o esboço inicial do projeto conceitual, através de informações das necessidades dos clientes e a transformação dessas necessidades em informações técnicas aplicadas a engenharia, criando-se um modelo de aplicação.

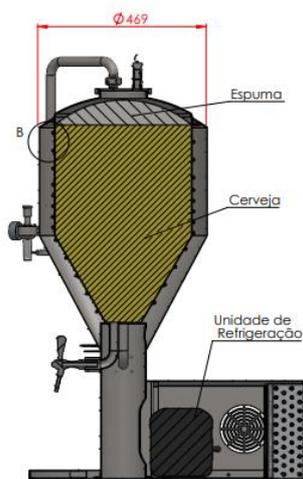


Figura 5 - Projeto Detalhado

Dentro das necessidades técnicas do projeto, analisou-se que por se tratar de um produto alimentício, o material indicado é o inox. A capacidade de abastecimento ficou definida em 30 litros, pois foi identificada essa média de litragem na produção artesanal. O formato do equipamento foi projetado em forma de cilindro e cone. Como o líquido deve se manter e estar refrigerado para estas fases do processo, verificou-se a necessidade de um compressor, para que gerasse resfriamento sob controle, no mesmo estilo que uma geladeira. Em volta do recipiente cilíndrico e cônico, definiu-se uma espiral tubular em cobre, para que mantivesse o resfriamento. Esta espiral não pode ficar aparente, ou seja, sem proteção, em virtude da perda de calor e até mesmo segurança. Desta forma, se propôs uma camisa em volta desta forma cilíndrica, também em inox. O espaço entre esses dois materiais será preenchido com espuma expansiva, fixando toda a estrutura, e mantendo a tubulação de cobre colada ao tambor principal, garantindo a refrigeração constante em todo o compartimento.

Como o equipamento precisa estar pressurizado, geralmente a 6 bar, a tampa superior do tambor cilíndrico, foi desenvolvida em formato de calota estampada em inox, com canais para tubos de pressurização, bem como os vasos de segurança.

Logo abaixo da parte cônica tubular, foi introduzida uma bica para vazamento da cerveja. Diferente do processo artesanal normal, que o cervejeiro deve tirar do recipiente (vasilha de plástico) e engarrafar, neste equipamento, o cervejeiro opta em deixar o produto dentro do próprio equipamento, sob refrigeração, e consumir nele mesmo, sem a necessidade de engarrafamento. Desta forma, economiza o processo de engarrafamento, pois ele pode deixar a cerveja no mesmo local que estava fermentando.

Optou-se por um formato e design, que fosse agradável, prático e fácil de transportar. Portanto, o equipamento pode ser colocado em um ambiente residencial, em uma área de festa, bem como num ambiente comercial, com um *pub*, deixando executar o processo de fermentação no próprio estabelecimento, promovendo assim a cerveja artesanal.

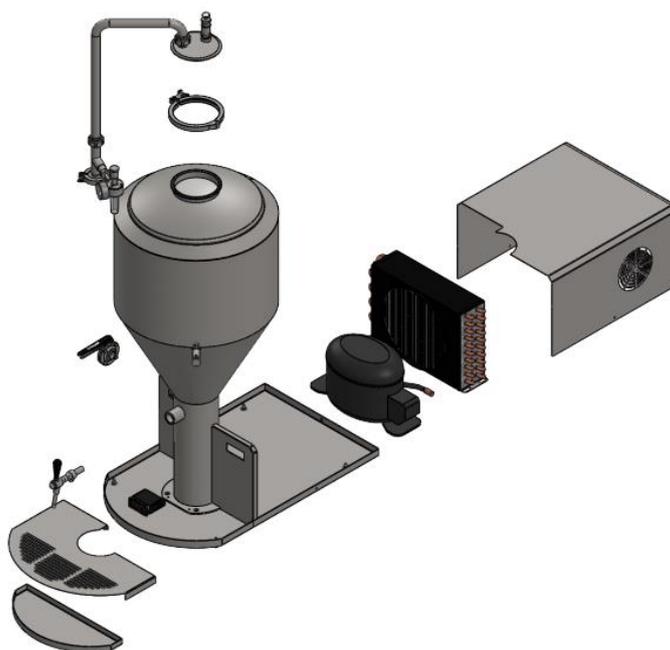


Figura 6 - Projeto Final Explodido

O projeto final foi desenvolvido em software 3D, onde pode se aplicar além do desenho técnico nas engenharias, análise de materiais, dimensionais e tolerâncias, aliados a solução de processos através da Engenharia de Produção. Neste sentido, todo o projeto do produto, foi desenvolvido para atender as demandas das necessidades de clientes, as exigências de processos de fabricação de produção, e uma solução através de um design de projeto inovador, pois ainda não há no mercado equipamento deste porte para fabricação artesanal de cerveja.

O processo de engenharia aplicada, após os modelamentos em 3D, obtém-se a montagem, e posteriormente os desenhos técnicos em vistas padrões, cotagens, especificações técnicas e listagem de material, que dá suporte a estrutura do produto para fabricação.

A partir da solução da engenharia aplicada a indústria de bebidas, pode se fazer um estudo para gerar um processo de produção em série, com fichas técnicas e especificações de processo.

A capacidade de litragem armazenada, foi estipulada pela média que os cervejeiros artesanais geralmente produzem, mas a estrutura projetada, suporta para atender uma litragem de até 100 litros. Desta forma, o projeto já nasce de certa forma modular, com duas concepções desenvolvidas.

A partir deste trabalho, pode se desenvolver diversas outras atividades ou soluções de aplicação da engenharia na indústria da bebida. Pode se efetuar cálculos, capacidades, materiais, processos de produção, desenvolvimento de produto, entre outros. A aplicação da engenharia é vasta. A partir deste produto que gera soluções artesanais em um processo altamente capaz, prático e com design agradável, e principalmente, não tira a característica do cervejeiro em participar da fabricação artesã do produto, e sim corrobora com a produção de um produto sob condições controladas, dentro de padrões e normas de higiene e segurança. O que contribui em muito para um produtor, um grupo de pessoas ou uma

indústria de fabricação de cerveja.

3. Conclusão

A engenharia ainda é o caminho mais adequado para a solução de problemas, sejam industriais, num processo de produção, seja na melhoria de um produto específico. A capacidade de aplicação de inúmeras formas, cálculos, geometrias, softwares de aplicação, metodologias, entre outros, faz com que a engenharia mostre em sua gama de atuação, a capacidade de aplicar teoria acadêmica e científica, na prática do dia a dia para solução de problemas. Desta forma a metodologia de desenvolvimento de produtos mostra as etapas e caminhos para que o acadêmico/engenheiro possa transformar uma oportunidade em um produto ou negócio. Pois analisa-se as necessidades e qualidades percebidas pelo cliente transformando-as em um produto viável, baseados nas teorias da engenharia.

Na área de bebidas não é diferente, pois há aplicação desde uma empresa de grande porte, com seus processos autamente automatizados em toda a cadeia produtiva, até mesmo para auxiliar num processo artesanal de fabricação. Da mesma forma após o desenvolvimento do produto analisa-se toda a cadeia de engenharia de produção como: fornecedores, processos industriais, matéria prima, métodos e todos os recursos necessários para colocar em produção e comercialização, afinal a inovação só é inovação quando gera resultado e comercialização.

A engenharia aplicada neste artigo, mostra as fases de análise do problema, através da aplicação de uma metodologia de projeto. Desta forma, mostra que o produto não nasce empiricamente, mas sim através de estudos de engenharia, de necessidades transformadas à conceitos técnicos possíveis de se produzir, e que seja viável. Elementos importantes ou normas que o projetista não pode omitir, e deve considerar num desenvolvimento: atributos de segurança, utilização, legais, fabricabilidade, entre outros. Assim consegue-se definir quais as rotas ou especificações do projeto, baseando-se em fatos e não em subjetividade.

Não se quis tratar aqui da viabilidade econômica deste projeto, e sim da aplicação da engenharia para solucionar um problema. Porém, para que se torne viável, deve-se fazer uma análise do processo de fabricação, verificando-se possíveis pontos de melhoria em processo e produto. Por se tratar de produto alimentício, é necessário a utilização de chapas inox, o que já torna o produto custoso. Porém, como o equipamento atende praticamente todo o fluxo da fase fria do processo de produção de cerveja artesanal, e ainda é um equipamento prático, transportável, seguro e com uma vida útil de muitos anos, é um investimento com custo benefício interessante para quem produz cerveja artesanal, e principalmente para um grupo de pessoas.

A engenharia é a base da fabricação de produtos. Mantém suas teorias ao longo do tempo e se atualiza constantemente conforme as alterações das tecnologias. Prazeroso é saber que a engenharia, que todas essas aplicações podem fazer para solucionar um processo artesanal, e depois poder saborear uma cerveja num produto desenvolvido, quando comparado com o processo anterior.

Referências

BAXTER, Mike; LIDA, Irito. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 1. ed. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1998.

CARVALHO, N. B. **Cerveja Artesanal: pesquisa mercadológica e aceitabilidade sensorial.** Viçosa, 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

D'AVILA, Roseane Farias et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos Tecnológicos em Engenharias**, v.8, n. 2, p.60-68, 2012.

IBOPE. **Cerveja é a bebida preferida do brasileiro para comemorações.** 2013. Disponível em <http://ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisa/cerveja-e-a-bebida-preferida-do-brasileiro-para-comemoracoes/>. Acesso em 29/08/19.

KLEBAN, J.; NICKERSON, I. To brew, or not to brew – That is the question: an analysis of competitive forces in the craft brew industry. *Journal of the International Academy for Case Studies*, v. 18, n. 3, p. 59–81, 2012.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo (SP): Saraiva, 2006.

REECK, C. B. ; BRUGINSKI, E. R. D.; NASCIMENTO, R. D.; CARVALHO, F. **Determinação e avaliação dos parâmetros cinéticos na fermentação da cerveja aromatizada.** Curitiba: Universidade Positivo, 2010.

TSCHOPE, E. C. **Microcervejarias e cervejarias: a história, a arte e a tecnologia.** São Paulo: Aden, 2001. 223 p.

ULRICH, K. & EPPINGER, S. **Product design and development.** New York: McGraw-Hill, 1995.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia da Cerveja.** Jaboticabal: Funep, 2000.