

Desenvolvimento de Fermentador/Maturador Refrigerado⁽¹⁾.

Marcos Antônio Garcia⁽²⁾; marcos.garcia@ifsc.edu.br; Estudantes Ana Elisa Krüger⁽³⁾,
Fernanda Frota Oliveira⁽⁴⁾, Maria Tereza da Silveira⁽⁵⁾

Resumo Expandido

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Edital Aproex 01/2014, da Pró-Reitoria de Extensão do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

⁽²⁾ Professor; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; São José, Santa Catarina; marcos.garcia@ifsc.edu.br; ⁽³⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; ⁽⁴⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; ⁽⁵⁾ Estudante; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia;

RESUMO: A produção artesanal caseira requer diversos processos que têm como característica comum a falta de equipamentos projetados para este fim como, por exemplo, os processos de fermentação e maturação, onde ambos necessitam de um controle de temperatura. Esse projeto tem como objetivo a resolução de um problema prático real e que oferecerá como produto a refrigeração controlada do mosto durante os processos de fermentação e maturação de cervejas artesanais. A metodologia tradicional para desenvolvimento de produtos (Paul & Beitz, 1977, Amaral et al, 2006) foi adotada para a definição das funções e dos princípios de resolução que as desempenharão, culminando na construção de um protótipo e liberação do projeto definitivo. A etapa final do projeto apresentará um plano de negócios, por meio da metodologia proposta por Casarotto Filho & Kopittke (2000). A construção e teste do protótipo, segundo os requisitos dos clientes, fechará a etapa de pesquisa e projeto. A elaboração de um plano de negócios, fechará a etapa de identificação da viabilidade do projeto como inovação.

Palavra Chave: Refrigeração, Cerveja, Artesanal.

INTRODUÇÃO

Estima-se que a produção artesanal de cerveja no Brasil seja da ordem de 180 milhões de litros por ano, uma das maiores do mundo. Não há dados que permitam estimar a produção caseira no país, mas o número de associações e eventos ligados a este público vem crescendo. A produção artesanal caseira segue diversos processos que têm como característica comum a falta de equipamentos projetados para este fim.

O desenvolvimento de um fermentador/maturador refrigerado portátil para produtores artesanais caseiros de cerveja, considerando-se nesta categoria uma produção mensal de até 50 litros, proporcionaria ao estudante do Curso de Refrigeração e Climatização a oportunidade para compreender conceitos inerentes ao processo de desenvolvimento de produtos, a integração com a formação teórica e prática do curso desenvolvendo noções de empreendedorismo na busca da viabilização do produto no mercado.

O projeto visa o desenvolvimento de um protótipo de fermentador/maturador refrigerado para mosto, com capacidade de 50 Litros, solucionando um problema prático real vivenciado pelos produtores caseiros de cerveja artesanal, para os quais não são disponibilizados no mercado produtos com a preocupação de atender sua demanda de

equipamentos específicos para pequenas produções.

METODOLOGIA

Como forma de sistematizar o desenvolvimento de produtos, adotam-se abordagens metodológicas para o processo, encadeando em uma lógica de execução as suas etapas, passos e atividades. Dentro desse conceito utilizamos como base os critérios de metodologistas como Paul & Beitz (1997) que auxiliaram na determinação das funções e dos princípios de solução, conduzindo o desenvolvimento do projeto, que resultará na construção de um protótipo e liberação do projeto definitivo; Casarotto Filho & Kopittke (2000) que irá nos assessorar na elaboração de um plano de negócios; por fim Amaral et al que contribuirá para o método de avaliação dos resultados, sendo estes ao final de cada etapa do projeto, definindo requisitos dos clientes, de engenharia, identificação dos princípios de solução e definição da arquitetura do produto.

Desta forma, será proposta uma abordagem que identifique as características do produto, tomando-se como ponto de partida uma pesquisa junto aos produtores artesanais filiados a ACERVA (Associação Catarinense dos Produtores

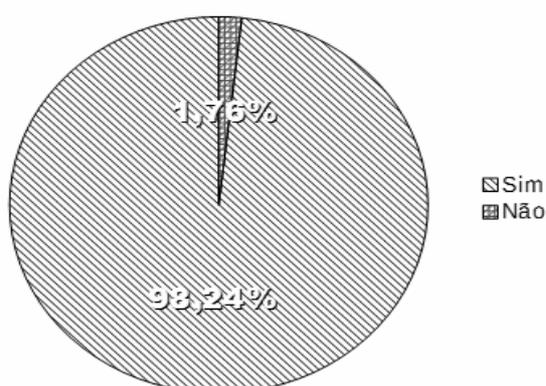
Artesanais); Obtendo-se os resultados dessa pesquisa serão estabelecidas as especificações, metas que orientarão o desenvolvimento do equipamento no que concerne às características desejáveis para o produto e seu funcionamento. Realizada a construção e teste do protótipo, segundo os requisitos dos clientes, finalizaremos a etapa de pesquisa e projeto e por fim com a elaboração de um plano de negócios encerraremos a etapa de identificação da viabilidade do projeto como inovação.

I. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de pesquisas realizadas utilizando a metodologia de Paul & Beitz (1997), por meio de questionários destinados a cervejeiros da Associação Catarinense dos Produtores Artesanais (ACERVA), obtivemos diversos resultados que nos encaminharam ao desenvolvimento do protótipo do fermentador/maturador refrigerado.

Conforme os resultados reunidos na pesquisa, na qual abrange um total de 57 respostas de cervejeiros, constatamos que 56 pessoas, resultando em um total de 98,24% aprovaram a ideia da construção de um equipamento de fermentação e maturação de cerveja acoplado com sistema de refrigeração, enquanto apenas uma resposta foi negativa, obtendo um total de 1,76%. Podemos então concluir que a concepção do equipamento obteve aceitação do mercado consumidor.

Figura 1 – Percentual de Aceitação do Fermentador e Maturador Refrigerado.



Outros dados recolhidos dizem respeito a qualidade da cerveja ao decorrer do processo de fermentação e maturação, no qual fazem parte das funções desempenhadas por nosso produto. As preocupações que o mercado consumidor apresenta são principalmente referentes a higiene,

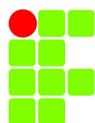
obtendo um total de 19 respostas, equivalente a 30,19%, o segundo quesito, em uma hierarquia de importância, foi a preocupação com o controle de temperatura, adquirindo 18 respostas, expressa em uma porcentagem de 28,57% das respostas, outras preocupações relatadas não obtiveram tanta atenção quanto as mencionadas acima, porém para base de análise de dados, foram elencadas, como sendo: Oxidação, ou seja, entrada de ar dentro do recipiente onde a cerveja está sendo fermentada/maturada, se o mosto é exposto ao oxigênio em temperaturas superiores a 26°C, a cerveja, mais cedo ou mais tarde desenvolve sabores indesejáveis, dependendo de quais compostos sofreram oxidação, prejudicando a qualidade da cerveja; *Off flavours*, sendo estes odores ou sabores indesejáveis adquiridos durante o processo de produção da cerveja. Na categoria “outros” foram reunidas as respostas que exprimiram um percentual irrelevante, com apenas uma resposta por quesito, entre estas podemos citar: A possibilidade do desenvolvimento de um produto que não apenas refrigere, mas também aqueça, tendo utilidade em locais mais frios, onde a temperatura ambiente está abaixo da temperatura necessária para a fermentação da cerveja; A viabilidade da construção de um equipamento em aço Inox; A implantação de uma ferramenta que permita a retirada de amostras para análise de qualidade antes do término do processo de fermentação/maturação entre outros.

Tabela 1 – Preocupações Referentes a Qualidade da Cerveja.

Respostas	Porcentagem
Higiene	30,16%
Temperatura	28,57%
Oxidação	07,94%
Off flavour	07,94%
Outros	25,39%

Os parâmetros de superaquecimento e sub-resfriamento foram regulados por meio de testes realizados com um isolamento improvisado, sendo tabelados os dados recolhidos ao longo do processo.

Os testes foram efetuados de maneira a serem recolhidos dados do sistema no período em que as temperaturas do fluido refrigerado no interior do fermentador/maturador, onde supostamente será fermentada a cerveja, chegou as temperaturas de 12°C e 5°C, sendo estas as temperaturas



necessárias para se fermentar e maturar os diferentes tipos de cerveja.

O R134a foi o fluido utilizado em nosso sistema de refrigeração, sendo inicialmente calculada e adicionada uma carga de 500 gramas de fluido, que, após testes para balanceamento do sistema, corrigiu-se para um total de 750 gramas.

Não houve necessidade de corte do tubo capilar, tendo este 3 metros de comprimento durante todas as medições. A corrente elétrica medida no compressor também não apresentou mudanças, se mantendo a 0,7 amperes, dentro dos limites de operação especificados pelo fabricante.

As temperaturas no interior do fermentador/maturador foram captadas por meio de um termômetro digital, onde percebemos haver diferenças de temperatura de acordo com o nível da água em que o sensor se encontrava. Inicialmente as temperaturas da parte inferior, como de esperado, eram menores, porém com o funcionamento do equipamento, observou-se uma inversão destes parâmetros, apontando para a necessidade de identificação empírica do correto posicionamento bulbo do termostato.

O último teste realizado apresentou os resultados desejados, estabelecendo-se o correto posicionamento do bulbo do termostato de forma a representar a temperatura média do banho.

Os cálculos de superaquecimento foram efetuados utilizando a fórmula "S.A = Tse – Tevap", onde "S.A" é o superaquecimento, "Tse" é a temperatura de saída do evaporador, obtida através de um termômetro digital e "Tevap" é a temperatura de evaporação do fluido R134a em uma determinada pressão, obtida através de um manômetro posicionado na tubulação de serviço do compressor, os resultados de superaquecimento adquiridos no último teste realizado são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Superaquecimento.

Temp.	Tempo	Tse	Tevap.	S.A
12°C	2 horas	-07,2°C	-16,0°C	8,8
5°C	5 horas	-13,1°C	-18,0°C	5

A fórmula utilizada para o cálculo de sub-resfriamento foi "S.R= Tcond – Tsc", onde "S.R" é o Sub-resfriamento, "Tcond" é a temperatura de condensação do fluido R134a em uma determinada pressão, obtida por meio de um manômetro posicionado na tubulação de entrada da unidade condensadora e "Tsc" é a temperatura de saída do condensador, obtida através de um termômetro digital penta, os resultados de sub-resfriamento adquiridos no último teste realizado são

apresentados na tabela 3.

Tabela 3– Sub-resfriamento.

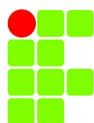
Temp.	Tempo	Tcond	Tsc	S.R
12°C	2 horas	24°C	21,5°C	2,5
5°C	5 horas	22°C	21,8	0,8

Nos testes realizados foram obtidos diversos valores de coeficiente de performance (COP), um dos valores resultantes foi o de 0,75, sendo este adquirido através de uma série de cálculos. Primeiramente calculamos a potência do compressor com a fórmula "P= V x i", onde "P" é a potência [em watts], "V" é a tensão aplicada no compressor [em volts] e "i" é a corrente [em amperes]. Os valores utilizados nos cálculos foram V= 220 volts em tensão monofásica, sendo este o padrão da nossa região e i= 0,7 amperes, dado recolhido com o auxílio de um alicate amperimétrico, resultando em um total de 154 watts de potência.

O segundo cálculo realizado foi para a obtenção do calor retirado pelo sistema de refrigeração, utilizamos a fórmula "Q= m x C x Δt", onde Q é a quantidade de calor [em cal], m é a massa do fluido refrigerado [em gramas], C é o calor específico do fluido refrigerado [em cal/ g. °C] e Δt é a variação de temperatura [em °C]. Os valores utilizados nos cálculos foram m= 50 litros, equivalente a 50.000 gramas, C= 1 cal/ g. °C, sendo este o calor específico do fluido utilizado (água), Δt= 20°C, valor obtido com auxílio de um termômetro digital penta, resultando em um total de 1.000.000 cal, ou seja, 1.000 Kcal, sabendo que o tempo necessário para retirada dessa quantidade de calor foi de 10 horas, podemos concluir que 100Kcal foram retiradas a cada hora.

Em seguida realizamos uma conversão necessária para cálculos posteriores, transformando o resultado obtido posteriormente em Kcal/h para J/s, sabendo que 1Kcal/h é equivalente a 1,163 J/s, multiplicamos as 100 Kcal/h obtidas no cálculo anterior por 1,163, obtendo um resultado de 116,3 J/s que equivale a 116,3 watts.

O cálculo do coeficiente de performance (COP) foi realizado por meio da fórmula "COP= Q/W", onde "Q" é o calor retirado [em watts] e "W" é o trabalho feito pelo compressor [em watts], resultando em um valor unidimensional. Os valores utilizados nos cálculos foram Q= 116,3 watts, obtido através de cálculos efetuados posteriormente e W= 154 watts, ou seja, a potência do compressor, resultando em um COP de 0,75, levando em consideração que os testes realizados chegando a este resultado foram efetuados com um isolamento provisório, esperamos ter resultados superiores aos



obtidos até o momento com a inserção do isolamento definitivo.

CONCLUSÕES

A realização deste projeto proporciona não somente a criação de um produto inovador direcionado a um mercado não tão favorecido pela indústria cervejeira, como também a oportunidade de integração entre prática e teoria para os alunos do curso de refrigeração e climatização envolvidos no projeto, aplicando conhecimentos adquiridos em sala de aula, contando com professores que possuem experiência no desenvolvimento de produtos e no ensino tecnológico.

REFERÊNCIAS

ALLIPRANDINI, D.H.; AMARAL, D.C.; FORCELLINI, F.A.; ROZENFELD, H.; SCALICE, R.K.; SILVA, S.L.; TOLEDO, J.C.. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K.H.; PAHL, G.. **Engineering Design: a Systematic approach**. 3.ed. London: Springer, 2007.