

Proposta de utilização do FMEA no planejamento e desenvolvimento de uma cerveja artesanal

André Luiz Emmel Silva (Universidade de Santa Cruz do Sul) andresilva@unisc.br
Viviane Bringmann (Universidade de Santa Cruz do Sul) viviane.bringmann@gmail.com
Daniel Assmann (Universidade de Santa Cruz do Sul) danielassmann@mx2.unisc.br
Daniel Augusto Hoppe (Universidade de Santa Cruz do Sul) danielhoppe@unisc.br

Resumo:

As rápidas mudanças tecnológicas e as pressões geradas pela competição entre as organizações concorrentes exigem a introdução de novos produtos no mercado, com qualidade e menor custo. Com isso novas estratégias e metodologias vem sendo continuamente empregadas na gestão das empresas e na forma como ocorre o desenvolvimento de produtos. A ferramenta de qualidade FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) foi utilizada para detectar, analisar e evitar possíveis falhas decorrentes do processo de fabricação do produto. Esse artigo teve como objetivo, descrever a fabricação de cerveja artesanal, apresentar a importância do planejamento de desenvolvimento de produtos, as características da ferramenta FMEA, através de uma pesquisa-ação a fim de possibilitar a aplicação de ambos no desenvolvimento de uma cerveja artesanal estilo Doppelbock. Os resultados foram satisfatórios pois através da ferramenta foi possível tomar atitudes preventivas de contaminação da cerveja.

Palavras chave: Planejamento e desenvolvimento de produto, Cerveja artesanal, FMEA.

Proposal for the using of FMEA in the planning and development of a craft beer

Abstract

The rapid technological changes and pressures generated by competition among competing organizations require the introduction of new products in the market, with quality and lower cost. New strategies and methodologies are being used continuously in the management of companies and in the way development of products. The FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) quality tool has been used to detect, analyze and avoid possible failures due to the product manufacturing process. This article aimed to show the brewing process of craft beer, to present the importance of the product development planning, the characteristics of the FMEA tool, through an action research in order to allow the application of both in the development of a craft beer Doppelbock style. The results were satisfactory because through the tool it was possible to take preventive measures of beer contamination.

Key-words: Product planning and development, Craft beer, FMEA.

1. Introdução

As organizações necessitam introduzir novos produtos no mercado com mais agilidade, pois as mudanças tecnológicas e as pressões geradas pela competição exigem a aplicação de novas

estratégias, metodologias e ferramentas na gestão dos projetos de desenvolvimento, visando melhorias como custo e qualidade. O PDP está diretamente ligado à inovação, podendo assumir a forma de novos produtos, novos processos de produção ou métodos, novos mercados ou novas fontes de abastecimento (OLIVEIRA; KAMINSKI, 2012; MEDEIROS, RIBEIRO; CORTIMIGLIA, 2013).

O alto grau de incertezas e a grande quantidade de decisões tomadas durante as etapas de projeto do PDP impactam diretamente no custo final do produto e, conseqüentemente, são fatores importantes para o sucesso de uma empresa. Para garantir a qualidade é necessário ter excelência no projeto e no processo, pois a busca pela qualidade no sistema produtivo é um requisito obrigatório para que a empresa se mantenha no mercado e se destaque em relação às concorrentes. A ferramenta FMEA ou Análise dos Modos ou Efeitos de Falha é uma técnica que se aplica nesse caso, pois além de apontar as principais falhas poderá nortear a tomada de decisão (FOGLIATTO; DUARTE, 2011).

Este trabalho é uma pesquisa-ação e refere-se ao estudo do planejamento e desenvolvimento do produto, estudo das características do produto, da ferramenta FMEA, no levantamento de possíveis falhas e medidas preventivas para que não ocorram estas falhas no desenvolvimento da cerveja artesanal.

2. Metodologia

Na atividade de geração do conceito, definição do produto e objetivos do mercado, foi definida que o produto a ser desenvolvido é uma cerveja artesanal de inverno, do tipo *DoppelBock*, voltada para o público jovem da Região dos Vales do Rio Pardo e Taquari.

Para a construção da sistemática proposta foi utilizado o método de pesquisa-ação, que consiste na implantação de uma ação por parte de indivíduos implicados no problema e no seu ajuste através da participação ativa do pesquisador na realidade estudada. Esse método foi escolhido por permitir desenvolver a ferramenta proposta e ajustá-la através da avaliação prática. Para tanto, foram seguidos os passos propostos por Mello *et al.* (2012), descritos a seguir:

- Definição da estrutura teórico-conceitual: essa etapa consistiu na revisão da literatura e na construção teórica da sistemática, a fim de conhecer melhor o planejamento de desenvolvimento de produto, a ferramenta FMEA e as características da fabricação da cerveja.
- Seleção da unidade de análise: o caso prático para a análise da sistemática foi escolhido por conveniência, por ser o assunto trabalhado em aula durante esse semestre.
- Coleta de dados: a coleta de dados na pesquisa-ação foi realizada diretamente por meio do preenchimento da planilha modelo padrão do FMEA, com apoio da fundamentação teórica.
- Análise dos dados: foi realizada por meio dos próprios resultados obtidos na aplicação da sistemática, além da avaliação das percepções dos usuários. Como resultado, identificaram-se pontos que precisavam ser ajustados, por serem inutilizadores do lote.
- Implementações: as ações consistiram no ajuste das práticas de fabricação.
- Avaliar resultado: a avaliação final dos resultados é apresentada na conclusão, dando um apanhado geral sobre os temas estudados e sua aplicação.

3. Desenvolvimento

Segundo Pinto *et al.* (2014), o PDP é aplicado para qualquer tipo de produto e para isso, a literatura propõe várias metodologias. Cabe às empresas encontrar ou se adequar a que melhor

se adapte à sua realidade. O PDP está diretamente ligado à inovação, podendo assumir a forma de novos produtos, novos processos de produção ou métodos, novos mercados ou até novas fontes de abastecimento (MEDEIROS; RIBEIRO; CORTIMIGLIA, 2013).

A fim de evitar os ciclos de desenvolvimento longos de produtos, a colaboração entre equipes de projeto distribuídas e multidisciplinares tornou-se uma necessidade. Para Ouertani *et al.* (2011), o conhecimento intensivo no ambiente de desenvolvimento de produtos exige uma estrutura que permita a captura, representação, recuperação e reutilização de conhecimento do produto. A qualidade da gestão do PDP está intimamente ligada à padronização do processo (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Segundo Liu (2016), a ferramenta FMEA foi uma metodologia formal da indústria aeroespacial de 1960, e tem sido utilizada para identificar e eliminar as falhas e erros já existentes ou em potencial, de projetos, processos ou serviços antes mesmo que elas atinjam o cliente. A ferramenta FMEA é um método que auxilia no desenvolvimento de atitudes para realização de melhorias, e na prevenção problemas em projetos ou processos de qualquer parte de uma organização, sendo elas corretivas ou preventivas (PALADY, 2011; CARPINETTI, 2012).

Para Liu (2016), a ferramenta FMEA tem um sistema que pode ser seguido, conforme a sequência:

- Determinar o modo de análises do FMEA;
- Definir o time que executará o FMEA;
- Entender qual sistema FMEA será utilizado;
- Efetuar um *brainstorm* de cada falha e seus efeitos;
- Determinar as escalas de Ocorrência, Severidade e Detecção dos modos de falhas;
- Efetuar o cálculo do RPN (*Risk Priority Number*) ou Número de Prioridade de Risco de cada modo de falha;
- Realizar a priorização dos modos de falha para realizar ações de prevenção;
- Realizar um relatório com as análises dos resultados;
- Calcular o RPN para revisar se os modos de falhas diminuíram ou foram eliminados.

Segundo Carpinetti (2012) é possível realizar o FMEA em somente três etapas: Realizar o levantamento e os possíveis motivos das falhas, definir as notas da Ocorrência, Severidade e Detecção e calcular o RPN; Definir e programar planos de melhoria e analisar se realmente houve mudanças nas ocorrências.

Para dar início a técnica FMEA, Fogliatto e Duarte (2011) recomendam especificar os detalhes do projeto e deixar claras as características a fim de facilitar a identificação de potenciais falhas do processo e também as possíveis melhorias. O planejamento e estratégia de produto envolvem decisões sobre o público alvo da empresa, mix de produto, priorização de projeto, alocação de recursos e seleção de tecnologias. Na essência, planejamento do produto é o conjunto de decisões que asseguram que a empresa busque o mais mercado e produto do ponto de vista estratégico (FOGLIATTO; DUARTE 2011).

Palady (2011) orienta seguir algumas regras básicas que são eficazes no planejamento do FMEA, sendo elas: não considerar todos os tipos de modos e falha (somente as prioritárias), compor o modo de falha como declaração negativa da atividade e ajustar uma classificação dos modos ou causas das falhas. Fogliatto e Duarte (2011) e Carpinetti (2012), recomendam

realizar a análise FMEA através do preenchimento da planilha padrão que contém algumas colunas que facilitam a geração do estudo.

O índice severidade mostra a gravidade do efeito potencial da falha, o índice de ocorrência é a probabilidade de que um modo de causa potencial da falha possa vir a acontecer, o índice de detecção é chance de detectar o problema antes que ele alcance o cliente. As três variáveis geram o cálculo RPN (*Risk Priority Number*) que auxilia na garantia e demonstração da prioridade para considerações de melhorias mais urgentes, para resolver os problemas de uma maneira mais rápida e eficaz (FOGLIATTO; DUARTE, 2011; PALADY, 2011).

Segundo Fogliatto, (2011), quanto maior o valor RPN, índice de prioridade e risco do processo, maior será o risco potencial da falha. Este índice é calculado pela multiplicação dos seguintes fatores: severidade do efeito; probabilidade de ocorrência de causa do modo de falha; probabilidade da detecção de causa do modo de falha. A partir disso, cada um desses itens são avaliados de 1 a 10, determinando o RPN de cada falha, o nível de prioridade de cada uma e assim, aplicar medidas preventivas e/ou corretivas nos problemas. A resolução das falhas prioritárias causará a redução de custos, maior confiabilidade e eficiência no atendimento dos requisitos do projeto e do cliente final. (PALADY, 2011).

A indústria de cerveja é o maior setor da indústria de bebidas alcoólicas, sendo um dos setores de maior contribuição econômica do país. Os estilos de cerveja podem ser classificados de acordo com as quatro maiores escolas cervejeiras: alemã, belga, americana e inglesa, podendo ser classificadas em três grandes famílias: *Ales*, *Lagers* e *Lambics*. Há ainda quem considere uma quarta família, das cervejas híbridas, que são fermentadas de forma mista (BJCP, 2014).

No processo de fabricação, inicialmente o malte é moído para disponibilizar o amido e então é misturado com o água quente (64°C a 74°C). A mistura do malte moído forma uma espécie de mingau que promove a conversão do amido do malte em açúcares simples e oligossacarídeos. A solução é fervida na presença de lúpulos que conferem amargor e no final da fervura, com lúpulos aromáticos. Esta solução é resfriada para originar o mosto, sendo que determinada quantidade de leveduras é adicionada para começar a fermentação (SUHRE, 2014).

A água é o principal ingrediente da cerveja. A qualidade dela e o PH devem respeitar determinadas características. O malte é um dos principais constituintes da cerveja, sendo que o processo de maltagem é efetuado com o intuito de converter o amido em açúcares fermentáveis pela levedura. O lúpulo é o tempero da cerveja e o responsável pelo aroma e por conferir o amargor à cerveja. A levedura é o ingrediente responsável pela conversão de açúcares em álcool e gás carbônico. As leveduras são reconhecidas pela fermentação alta (*Saccharomyces cerevisiae*) e pela fermentação baixa (*Saccharomyces uvarum*) (SUHRE, 2014).

A cerveja *DoppelBock* é originária da Bavária onde inicialmente foi produzida pelos monges que no período de Quaresma faziam jejum, o que não permitia o consumo de nenhum alimento sólido, então eles consumiam o que consideravam como pão líquido: uma cerveja bem maltada e rica em carboidratos, vitaminas e calorias. Essa cerveja recebeu o nome de Salvator. O termo *Doppel* (duplo) *Bock* foi cunhado pelos consumidores de Munique. Muitas *Doppelbocks* têm nomes terminando com sufixo-ator, como tributo ao protótipo Salvator ou para se aproveitar da popularidade da cerveja. *Doppelbock* é a versão mais forte e escura do estilo alemão *Bock*, que apresenta caráter bem maltado, com notas torradas e pouco amargor.

Os ingredientes utilizados na fabricação são maltes pilsen e/ou viena para versões claras, maltes munique e viena para versões mais escuras e ocasionalmente um toque de maltes mais escuros (como o carafa) e lúpulos nobres. Versões mais escuras apresentam melanoidinas significativas e comumente aromas tostados e maltoso muito forte. É aceitável um leve aroma

de caramelo devido à fervura prolongada.

Segundo o BJCP (2014), o aroma frutado moderado remete a ameixa, ameixa seca ou uva, devido às reações entre malte, fervura e maturação. Um aroma que remetente a chocolate pode estar presente em versões mais escuras, mas nunca queimado ou torrado. Álcool moderado pode estar presente. Apresenta coloração de dourado profundo a marrom escuro. Versões mais escuras comumente apresentam realces rubis. A longa maturação a frio (*lagering*) deve proporcionar boa transparência, generoso colarinho cremoso e persistente.

O sabor é muito rico e maltoso, sendo que as versões escuras apresentam melanoidinas e normalmente sabores tostados e as versões mais leves apresentam sabores fortes de malte com toques de melanoidinas e notas tostadas. Um leve sabor de chocolate é opcional em versões mais escuras, mas nunca deve ser notada como torrado ou queimado. Sabor limpo de *lager*, sem diacetil. Invariavelmente haverá uma presença de álcool, mas deve ser macia e aquecedora e não áspera ou quente. O amargor de malte varia de moderado a moderado baixo, mas sempre deve predominar o sabor do malte. A maioria das versões são doces, provenientes da baixa lupulagem e não de fermentação incompleta e devem dar a impressão de bem atenuadas (BJCP, 2014).

Para garantir o controle de qualidade da fabricação de cerveja, o cervejeiro precisa manter um rigoroso controle da fermentação, pois essa só pode ser realizada por leveduras viáveis e metabolicamente ativas. Atualmente uma das formas mais comuns de analisar a viabilidade de leveduras é através do método de coloração com azul de metileno e o ensaio de acidificação do meio.

A cerveja também pode conter contaminantes microbianos provenientes de uma variedade de fontes. Um exemplo de contaminantes são as chamadas leveduras selvagens que podem causar inúmeros defeitos, como a formação de película na superfície da cerveja, produção de turbidez, desenvolvimento de odor e sabores estranhos e fermentação com desvio de atenuação. A contaminação ainda pode ocorrer por bactérias, produzindo turbidez, acidez e diversos aromas indesejados nas cervejas, como por exemplo o cheiro de manteiga, produzido pelas bactérias dos gêneros *Lactobacillus* e *Pediococcus* (BENTO; SILVA, 2006).

Considerando que existem um variado número de tipos de cerveja, todas possuidoras de características particulares, a caracterização sensorial de uma cerveja obriga à utilização de um conjunto de descritores sensoriais gerais e próprios para este tipo de bebida. A figura 1, A roda dos aromas e sabores, é utilizada para este fim.

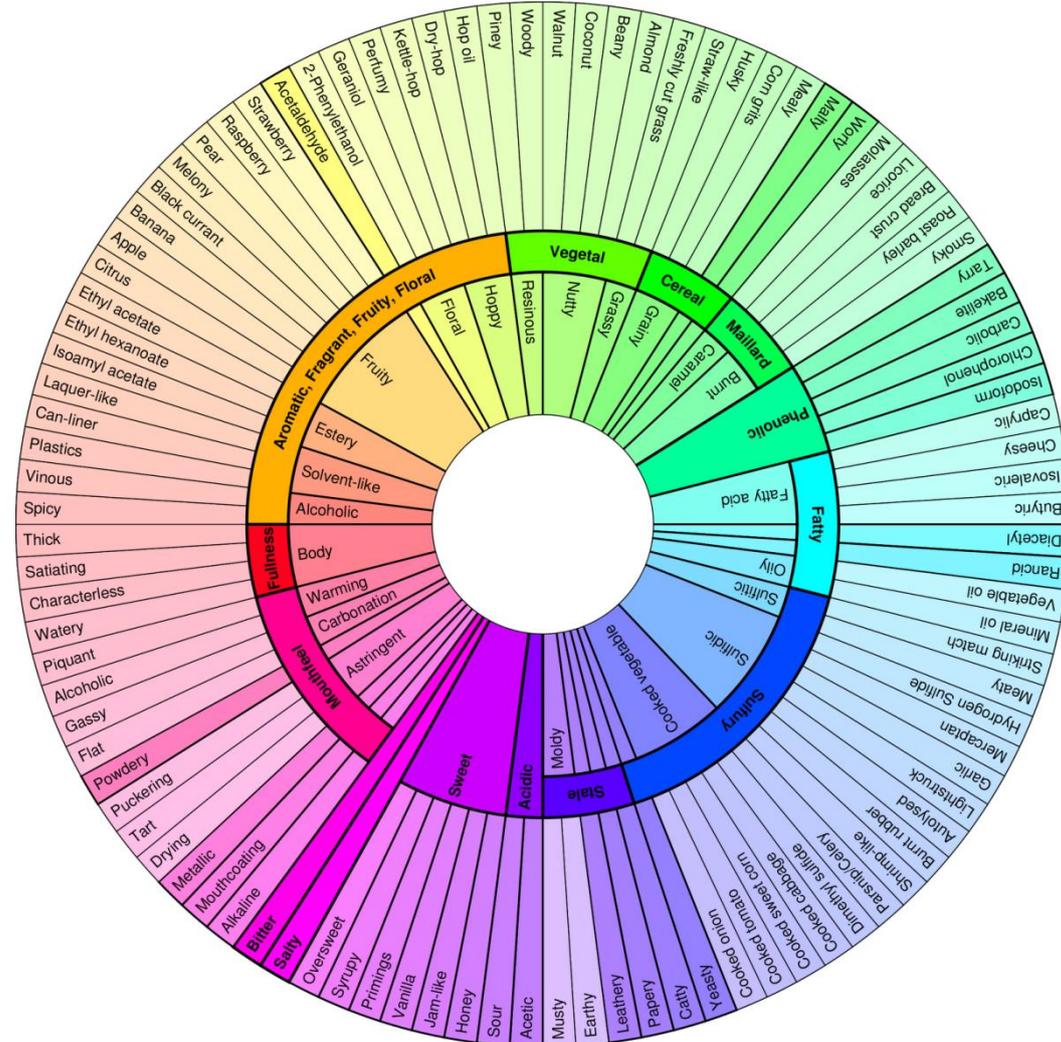


Figura 1 –A roda dos aromas e sabores – *The Beer Flavour Wheel*, desenvolvido por Morten Meilgaard (MEILGAARD, 1970).

O termo *off-flavour* é utilizado para designar um aroma ou sabor indesejável que resulta da degradação química ou microbiológica de componentes do produto. A presença de um dado *off-flavour* num alimento ou bebida é geralmente evidenciada por uma alteração no aroma ou sabor do produto. Desta forma, deteta-se a existência de um problema e surge a necessidade de identificar a sua origem, nomeadamente saber qual ou quais os compostos responsáveis e determinar o seu teor no produto (TEIXEIRA, 2016).

Teixeira (2016) afirma que estudos sobre o impacto sensorial do envelhecimento da cerveja permitem reunir um conjunto de conhecimentos que possibilitem atuar de forma a diminuir a sua influência sobre a estabilidade organolética da cerveja. Neste contexto, surgem como exemplos de fatores relevantes: o tipo de cerveja, o teor oxigênio durante a fabricação e a sua concentração na cerveja, a temperatura e o tempo de armazenamento (CEJKA, 2013).

A contaminação ainda pode ocorrer por bactérias, que podem produzir diversos aromas indesejados nas cervejas. O odor desagradável mais importante relacionado a contaminação por bactérias dos gêneros *Lactobacillus* e *Pediococcus* é o de manteiga, fornecido pelo Diacetil (CARVALHO; BENTO; SILVA, 2006). A tabela 1 ilustra os vários problemas que podem ocorrer durante a fabricação de cerveja.

Processo	Possíveis Falhas			Índices			RPN	Ações Preventivas
	Modo(s)/ o que	Efeito(s)	Causa(s)	S	O	D		Recomendada
Moedor	Moagem muito "fina"	Adstringência	Tempo excessivo no moedor	8	4	8	256	Ajuste seu moedor. Uma moagem excelente tem pouco pó, uma quantidade razoável de cascas intactas e pouquíssimos grãos inteiros.
Moedor	Moagem muito "grossa"	Prejudicar a eficiência diminuindo a litragem final	Tempo curto no moedor	6	4	5	120	
Moedor	Moagem com "grãos partidos"	Difícil solubilizar o endosperma.	Liquidificador ou processador de alimentos	8	4	5	160	
Brassagem	Presença excessiva de grãos pobres em enzimas.	Pobre conversão enzimática de amido em maltose	Baixa eficiência	8	4	5	160	Atente para que suas receitas possuam no mínimo 70% de grãos com poder enzimático
Brassagem	Temperatura errada ou tempo insuficiente	Pobre conversão enzimática de amido em maltose	Cerveja fora dos parâmetros de estilo	8	4	5	160	Fique de 45 a 60 min na etapa de sacarificação
Brassagem	Temperatura errada ou tempo insuficiente	Pobre conversão enzimática de amido em maltose	Proporção incorreta de água/grãos para a brassagem.	6	4	5	120	Use de 2 a 3 litros de água para cada kilo de grão usado.
Lavagem/ filtragem	Rápida demais	Pobre conversão enzimática de amido em maltose	O açúcar permanece retido no bagaço	8	4	5	160	Derrame a água lentamente sobre o bagaço e mantenha a torneira de modo que apenas um pequeno filete de mosto escorra.
Lavagem/ filtragem	Rápida demais	Pobre conversão enzimática de amido em maltose	A rapidez na filtragem faz com que partículas sólidas sejam levadas para a fervura junto com o mosto.	8	4	5	160	
Lavagem/ filtragem	Ph ou temperatura incorreta	Arraste de taninos	Adstringência	8	4	8	256	Controle do PH
Fervura	Fervura longa	Evaporação	Diminui a litragem final	6	4	5	120	Ferver or tempo menor
Resfriamento	Resfriamento longo	Risco de contaminação	Maior probabilidade de contaminação	8	4	5	160	Programa o resfriamento para começar tão longo desligar o fogão.
Resfriamento	Resfriamento lento	Dms, contaminação bactérias.	Adstringência	8	4	8	256	Atente para o resfriamento, se possível utilize <i>chillers</i> .
Sanitização	Devolução de mosto usado na determinação da densidade	Contaminação	Contaminação	10	10	10	1000	Evite devolver o mosto utilizado para medir a densidade
Sanitização	Falta de higiene	Contaminação	Contaminação	10	10	10	1000	Higienize principalmente as partes frias que não recebem fervura
Maturação	Muito rápida	Gosto de maçã ou abóbora	Acetaldeído	6	4	5	120	Cerveja precisa de mais tempo de maturação.
Fermentação	Temperatura muito alta	Sabor alcoólico acentuado	Leveduras podem produzir muito mais álcoois pesados.	8	6	5	240	Atente para a temperatura
Carbonatação	Excesso de açúcar	Maçã verde	Muito açúcar na receita	6	4	5	120	Siga corretamente as receitas
Sanitização	Sulfetos dimetilo (DMS)	Sabores de vegetais cozidos	Más práticas na produção ou infecções bacterianas.	10	10	10	1000	Muito cuidado com as contaminações

Almoxarifado	Umidade	Sabores de grama fresca cortada	Mau armazenamento de ingredientes	8	10	10	800	Armazene os ingredientes em locais apropriados
Almoxarifado	Umidade	Sabores de erva verde.	Mofo	8	10	10	800	Evite a umidade
Sanitização	Higiene	Esparadrapo	Reação de sanitizantes à base de cloro	8	10	10	800	Sanitize bem os equipamentos
Almoxarifado	Utensílios	Sabores metálicos	Ferrugem	6	8	10	480	Verifique a ocorrência de ferrugem
Almoxarifado	Ingredientes	Ingredientes mofados	Umidade	8	10	10	800	Armazene os ingredientes em locais secos
Maturação	Contato com oxigênio	Sabores de papelão molhado	Oxidação	8	8	10	800	Evite o contato com oxigenio
Sanitização	Higienização	Sabor de sabão	Não lavar/enxaguar bem o recipiente	8	8	10	800	Enxague bem os utensílios de cozinha
Utensílios	Utensílios	Solvente	Utilizar equipamentos feitos a partir de plástico reciclado ou PVC	6	10	8	480	Escolha equipments de inox

Tabela 1 – FMEA do planejamento da fabricação de cerveja artesanal

O FMEA aponta como maiores RPN igual a 1000 os quesitos relacionados a sanitização, pois a devolução do mosto utilizado para medir a densidade, a falta de sanitização principalmente nas partes frias do processo, onde não recebe fervura, e as más práticas de fabricação, bem como a ausência de sanitização podem contaminar todo o lote sendo necessário o descarte do mesmo.

Com o RPN igual a 800, o FMEA apontou a correta seleção e armazenamento dos ingredientes, pois se estes forem de má qualidade ou estarem mofados, a qualidade da cerveja com certeza será afetada.

A oxidação da cerveja depois de pronta por contato indevido com oxigênio, o gosto de esparadrapo ou gosto de sabão também são apontados como principais fatores a serem observados, uma vez que são oriundos da falta de sanitização ou sanitização inadequada.

4. Considerações Finais

O FMEA mostrou-se de fundamental importância no Processo e Desenvolvimento de Produtos, pois o levantamento das possíveis falhas através da pesquisa bibliográfica permitiu o preenchimento da planilha padrão do FMEA, onde foram atribuídos valores de 1 a 10 para a severidade de cada problema bem como a probabilidade de ocorrer, visto que ainda não está em produção. Para a detectabilidade atribuiu-se valores de 1 a 10, conforme seria perceptível tal falha no produto. O RPN foi gerado a partir da multiplicação dos três índices, apontando a sanitização e cuidados com os utensílios e equipamentos como o fator mais crítico e maior probabilidade de contaminação do lote todo.

Os objetivos foram atingidos, pois a partir do estudo bibliográfico pode-se saber o que esperar da cor, sabor, textura e demais características da cerveja *DoppelBock* a ser produzida. A pesquisa também apontou o que pode ocorrer de problemas e como evitá-los. A partir desta pesquisa foi possível modificar as ações preventivamente, que deverão ser tomadas no processo produtivo, antes mesmo de quaisquer erros fossem cometidos, o que caracteriza a pesquisa-ação.

Referências

BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM (BJCP). *Style Guidelines for Beer, Mead and Cider.* Disponível em: <://www.bjcp.org/docs/2014%20BJCP%20Style%20Guidelines%20(DRAFT).pdf> Acesso em 30 jun 2017.

CARPINETTI, L. C. R. *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas.* 2.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, G.B.M.; BENTO, C.V.; SILVA, J.B.A. *Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro*; 1º parte – as leveduras. Revista Analítica, São Paulo, v.25, p.36-42, out/nov 2006.

CEJKA, P. *Use of Chemical Indicators of Beer Aging for Ex-post Checking of Storage Conditions and Prediction of the Sensory Stability of Beer*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61: 12670–12675. . (2013).

FOGLIATTO, F. S.; DUARTE, J. L. R. *Confiabilidade e Manutenção Industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011. 261 p.

LIU, H. *FMEA Using uncertainly theories and MCDM methods*. 1.ed. Shanghai: Springer, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/313854151> acesso em 30 jun 2017

OUERTANI, M. Z.; BAÏNA, S.; GZARA, L.; MOREL, G. *Traceability and management of dispersed product knowledge during design and manufacturing*. Computer-Aided Design, v. 43, n. 5, p. 546-562, 2011.

MEDEIROS, J. F.; RIBEIRO, J. L. D.; CORTIMIGLIA, M. N. *Success factors for environmentally sustainable product innovation systematic literature review*. Journal of Cleaner Production, 2013.

MELLO, C. H. P., TURRIONIB, J. B.; XAVIER, A. F., CAMPOS D. F. *Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução*. Revista Produção, v. 22, n. 1, p. 1-13, jan./fev. 2012.

OLIVEIRA, A. C.; KAMINSKI, P. C. *A reference model to determine the degree of maturity in the product development process of industrial SMEs*. Technovation, 2012.

PALADY, P. *FMEA Análise dos modos de falha e efeitos*. 5.ed. São Paulo: Imam, 2011.

PINTO, A. B.; JUNIOR, R. A. R.; PINTO, R. S.; CAMARA, R. A. D. S.; FONTENELLE, M. A. M. *Desenvolvimento de um produto inovador com planejamento, criatividade e qualidade: o caso do porta esmalte*. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, 2014.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SUHRE, T. *Controle de Qualidade em Microcervejarias: avaliação da viabilidade, vitalidade e contaminantes em leveduras de cervejeiras*. Universidade do Rio Grande do Sul. Departamento de Biociências. Curso de bacharelado em Biotecnologia. Porto Alegre, 2014

TEIXEIRA, S. P. R. B. *Compostos responsáveis pelo “off-flavour” da cerveja: caracterização e impacto sensorial*. Tese de Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar. Departamento de Química e Bioquímica. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Portugal, 2016.