

APLICAÇÃO DE FMEA PARA ANÁLISE DE RISCOS E OPORTUNIDADES NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

FMEA APPLICATION FOR RISKS AND OPPORTUNITIES ANALYSIS IN THE PRODUCTION PROCESS OF A COSMETIC INDUSTRY

EDER FONTOLAN. Acadêmico do curso de graduação em Engenharia de Produção Centro Universitário Ingá – Uningá;

CRISLAINE RODRIGUES GALAN. Professora do Centro Universitário Ingá - UNINGÁ, Mestra em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá - UEM;

EDUARDO ALVES DE OLIVEIRA. Professor do Centro Universitário Ingá - UNINGÁ, Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá – UEM;

ANA CAROLINA BRITTO CASTILHO. Professora do Centro Universitário Ingá - UNINGÁ. Especialista em Tecnologia em Qualidade de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Rua Ernesto Rossini 545, Maringá Paraná, Brasil. CEP: 87105-018. ederfontolan@gmail.com

RESUMO

Nos dias atuais as organizações buscam constantemente a melhoria em seus processos produtivos, visando diminuir os custos e atender os requisitos dos clientes e partes interessadas. A revisão da norma ISO 9001:2015 tem como principal assunto o tratamento dos riscos e oportunidades, orientando as organizações a tratarem os riscos e oportunidades de forma mais abrangente e sistemática, com o intuito de oferecer maior flexibilidade e eficiência as organizações e conseqüentemente oferecer melhores resultados aos clientes e partes interessadas. A norma não estabelece um procedimento ou método de como fazer a abordagem dos riscos e oportunidades, ficando a empresa responsável por desenvolver este trabalho. O estudo de caso desenvolvido em uma empresa de cosméticos localizada na região de Maringá Paraná utilizou-se da metodologia FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) para realizar a análise dos riscos e oportunidades no processo de produção de gluco-oligossacarídeos.

PALAVRAS CHAVES: ISO 9001-2015, FMEA, partes interessadas, riscos, oportunidades.

ABSTRACT

Currently, organizations seek constant improvement in productive processes, aiming to reduce costs and to better reach requirements of clients and other agents of interest. The review of ISO 9001-2015 has as main subject the treatment of risks and opportunities, advising the organizations on treating the risks and opportunities in a systematic and embracing form, with the intent of offering bigger flexibility and efficiency to the organizations and consequently offering better results for clients and other agents. The standard does not disclose a procedure or a method on how to make a risk and opportunity approach thus leaving the organization responsible for developing the work in a way in which it better adapts itself. The case study developed in a cosmetic company hosted in Maringá-PR utilized the FMEA methodology (Failure Modes and Effects Analysis)

to perform the approach of the risks and opportunities in the production process of glucooligosaccharides.

KEYWORDS: ISO 9001-2015, FMEA, agents, risks, opportunities.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, um dos assuntos em evidencia nas organizações certificadas ou que buscam a certificação pela norma ISO 9001, é a nova versão da ISO 9001:2015. As organizações precisam planejar e programar métodos para gerenciar riscos e oportunidades em toda organização, buscar relacionar a qualidade e segurança dos produtos de forma sistemática, identificando os casos que são relevantes para a sua finalidade, para que possam oferecer resultado satisfatório as partes interessadas.

De acordo com Lins (2005), para se alcançar resultados satisfatórios com qualidade na produção, é necessário acompanhar todo o processo produtivo, desde o início do projeto do produto até o uso pelo consumidor final, identificando as características que irão determinar a qualidade do produto e atender aos requisitos das partes interessadas.

Ao tratarem-se os riscos e oportunidades de forma abrangente na organização, a probabilidade de alcançar resultado satisfatório é ampliada, a saída é mais eficiente, podendo oferecer ao cliente e partes interessadas, produto com qualidade e resultados esperados.

O gerenciamento de riscos e oportunidades tem como objetivo realizar a gestão de falhas e oportunidades que podem ocorrer no projeto ou processo produtivo. Ele identifica, avalia e prioriza os riscos através da aplicação coordenada e econômica dos recursos para minimizar, monitorar e controlar a probabilidade e impacto de eventos ou para maximizar a realização de oportunidades.

A oportunidade nem sempre está diretamente relacionada ao risco ou falha, mas está deve sempre estar atrelada com os objetivos da empresa buscando melhoria continua dos processos da organização, podendo gerar melhoria nos resultados e satisfazendo as partes interessadas. Existem diversos métodos de análise de riscos, dentre eles, o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), é uma metodologia que objetiva avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas (determinação da causa, efeito e risco de cada tipo de falha) e implantação de ações para tratar as falhas evidenciadas no produto ou processo. A partir desse assunto o presente trabalho apresenta a aplicação do FMEA para análise de riscos e oportunidades na qualidade do processo de produção de uma indústria multinacional de cosméticos situada na região de Maringá-Pr.

Este trabalho tem o objetivo de apresentar os riscos e oportunidades no processo de produção cosmética, empregando a metodologia de Análise de Modos de Falha e Efeitos - FMEA.

Para alcançar este objetivo, será feito uma revisão da bibliografia já publicada: publicações e periódicos/artigos científicos, boletins, monografias e teses, acerca do gerenciamento de riscos e oportunidades tendo como base o método FMEA (Análise de Modos de Falha e Efeitos). Com isso buscará demonstrar como realizar o gerenciamento de riscos e oportunidades da

qualidade por meio da FMEA. E por fim relatar a sua aplicação no processo de produção de uma indústria de cosméticos.

Nos dias atuais um assunto está presente no contexto das organizações que buscam ou são certificadas pela ISO 9001, é a versão ISO 9001:2015. Com o aumento da globalização dos mercados, as maneiras de negócios mudaram, as exigências e voz dos consumidores e partes interessadas estão cada vez mais forte. Para acompanhar as mudanças que ocorrem constantemente neste cenário, as organizações necessitam de flexibilidade e agilidade para atender com eficiência e eficácia os consumidores e partes interessadas. Sendo assim a norma ISO 9001 que auxiliar a gestão da qualidade nas organizações a atender as exigências do mercado, também necessita de atualizações para acompanhar o ritmo de evolução do mercado.

A nova versão da norma oferece ao usuário uma série de benefícios, por exemplo, coloca grande ênfase no envolvimento das lideranças, ajuda a lidar com riscos e oportunidades corporativas de forma estruturada, usa linguagem simplificada, com estrutura e termos informais, que são especialmente úteis para empresas que utilizam diversos sistemas de gestão, como por exemplo, os de Segurança e Saúde no Trabalho, ou continuidade de negócios, aborda a gestão da cadeia de suprimentos de forma mais efetiva, tem uma utilização mais fácil para empresas de serviços e de tecnologia.

O tema gerenciamento de risco ganhou ênfase no documento, exigindo das organizações um gerenciamento mais abrangente, buscando a satisfação do cliente e das partes interessadas. Para atender estes requisitos as organizações precisam demonstrar que relaciona a qualidade e segurança dos produtos e processos de forma sistemática, identificando os riscos relacionados e as oportunidades que surgirem. As organizações devem planejar e implementar ações para enfrentar esses riscos e oportunidades. Com base neste tema que o estudo será desenvolvido, buscando demonstrar o emprego da metodologia FMEA para abordar riscos e oportunidades no processo de produção de uma indústria de cosméticos.

GESTÃO DA QUALIDADE

No passado as organizações tratavam os recursos gastos com qualidade como sendo desnecessários, ou seja, como custo extra, porém com passar do tempo notou-se que o custo com qualidade é um custo necessário e que poderia gerar maior lucratividade e satisfação dos clientes e partes interessadas, notando-se então que aqueles custos considerados desnecessários seriam custo por falta de qualidade (OLIVEIRA, 2004).

Para as organizações de manufaturas a gestão da qualidade é de extrema importância, pois as ferramentas da qualidade auxiliam no desenvolvimento de toda a cadeia produtiva, possibilitando ter o uso eficiente dos recursos disponíveis e flexibilidade de toda cadeia produtiva, através da minimização das falhas e defeitos, minimizando os custos, aumentando o índice de satisfação dos clientes e de melhoria continua na produtividade (ALMEIDA et al., 2014).

ISO 9001

ISO 9001 é uma norma de padronização para um determinado serviço ou produto. Esta norma faz parte do conjunto de normas designado ISO 9000 e pode ser implementada por organizações de qualquer tamanho,

independentemente da sua área de atividade, foi elaborada pela *International Organization for Standardization* (ISO) no ano de 1980.

A série ISO 9000:1987 foi elaborada com base na norma britânica “BS5750” com o objetivo de ser o padrão internacional para qualidade dos produtos, diminuindo os custos e facilitando as exportações. Esta versão da norma tinha a mesma estrutura da BS5750 dividindo-se em:

- ISO 9001:1987, direcionada as organizações que tinham suas atividades voltadas a desenvolvimento de novos produtos.
- ISO 9002:1987, semelhante a norma anterior, direcionada as organizações responsáveis pela montagem dos produtos.
- ISO 9003:1987 direcionada somente para inspeção final dos produtos.

Em 1994 realizou-se uma revisão da norma ISO 9000:1987 atualizando para ISO 9000:1994, que trouxe “as ações preventivas” para o vocabulário das organizações. A norma passou a orientar as organizações a que não deveriam se preocupar apenas com a inspeção final do produto, como era orientado na versão anterior, mas sim com todo o processo, controlando para que não ocorresse falhas. Após a atualização da norma em 1994, aconteceu um desentendimento nas organizações quanto ao como seguir as orientações da norma, algumas empresas acabaram criando e fazendo uso desnecessário de procedimentos e manuais, tornando os processos engessados, sendo necessário assim uma nova revisão da norma no ano de 2000.

ISO 9001:2000

Após a revisão de 2000 a norma passou a ser chamada de ISO9001:2000, reunindo as versões anteriores da ISO, (ISO9001, a ISO9002 e a ISO9003), minimizando o uso documentações de procedimentos e enfatizando mais a qualidade dos produtos e serviços, buscando o envolvimento da direção da empresa com todas áreas da organização, orientando a gestão da qualidade a desenvolver e implementar melhorias nos processos, considerando uma nova visão nos conceitos relacionados aos clientes.

ISSO 9001:2008

A versão 2008 da ISO 9001 manteve sua essência inalterada, isto é, os oito princípios de gestão, a abordagem de processos, os títulos e campo de aplicação e estrutura continuam vigentes, só que aperfeiçoados, com maior clareza e melhoria na tradução, aumentando a consistência com a família 9000 e a sinergia com os conceitos da gestão ambiental da ISO 14000. Em relação a abordagem de processo, ficou bem mais clara, um processo não se constitui apenas de uma atividade específica, e sim a um conjunto de atividades. A abordagem de processo se caracteriza quando a gestão deles é direcionada a produzir o resultado final desejado. Isto significa que não basta acompanhar os processos, criando fluxogramas, para aplicar uma abordagem de processo é necessário tomar ações para que eles atinjam seus objetivos, tem que haver melhoria e atingem os resultados esperados.

ISO 9001:2015

Logo na introdução da ISO 9001:2015, encontramos o item 0.3.3 – Mentalidade de Risco, que enfatiza a gestão de risco e se faz necessário e essencial para conseguir um sistema de gestão da qualidade eficaz. O tema mentalidade de risco já existia nas versões anteriores da ISO, mas estava implícita no termo ação preventiva, não era tratado de maneira sistemática, orientando as organizações a tratarem os riscos de forma abrangente, ou seja, por todos os setores da organização e partes interessadas.

GESTÃO DE RISCOS

O pensamento baseado em riscos tem como objetivo melhorar a satisfação do cliente, garantir a qualidade dos produtos e serviços e estabelecer uma cultura proativa de prevenção e melhoria e satisfação do cliente e partes interessadas.

FMEA

FMEA vem do inglês *Failure Mode and Effects Analysis* que significa Análise dos Modos e Efeitos das Falhas. Na atualidade o FMEA, é uma metodologia utilizada em diversas situações e atividades diversificadas, com o propósito de eliminar ou minimizar os riscos associados a cada modo de falha verificado (LAFRAIA, 2001; SAKURADA, 2001).

Segundo a norma NBR 5462 da ABNT (1994) compreende-se FMEA como um método qualitativo, que através dos resultados levantados pode se analisar a veracidade das falhas levantadas, e em seguida apontar os efeitos que cada falha pode causar ao processo analisado.

A Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE) é a tradução adotada pela Associação Brasileira de Norma Técnicas na norma NBR 5462 (1994), para a sigla originária do inglês FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Desenvolvido na década de 1960 pela agência norte-americana NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) durante a missão Apollo, esse método tem por objetivo identificar falhas potenciais em sistemas, projetos, processos ou serviços, bem como seus efeitos e causas e a partir disso, definir ações para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas (PUENTE et al., 2002).

O uso do FMEA tem se difundido amplamente por ser exigência contratual de fornecimento de todas as montadoras automobilísticas, sendo referenciada na QS 9000 como manual complementar. Além disso, essa metodologia é cada vez mais utilizada em todos os campos que envolvam o processo de desenvolvimento de bens de consumo e de capital (BERENS, 1989; SCHUBERT, 1993). Ao longo dos anos, o FMEA tem sido empregado nas mais diversas áreas.

De acordo com o Helman e Andery (1995), Palady (2004) e Toledo e Amaral (2006) o FMEA é aplicado por meio de formulários, onde a análise das falhas potenciais são preenchidas nos campos representando à função e características do processo, tipos de falhas, efeitos, causas, também estabelecem as ações de controle especificadas para o processo. Após o levantamento das falhas existente no processo, pode-se atribuir índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) referentes a cada causa (TOLEDO; AMARAL, 2006).

Conforme Bonanomi et al. (2012) para se calcular o NPR deve-se levar em consideração os índices supracitados. Baseando-se nessas três variáveis S, O e D para se priorizar quais modos de falha do produto geram maior risco ao

processo e conseqüentemente aos clientes e partes interessadas. O resultado da (NPR) é o resultado da multiplicação das variáveis S,O,D.

METODOLOGIA

O estudo em questão foi realizado através de pesquisa bibliográfica em materiais já publicados: publicações e periódicos/artigos científicos, boletins, monografias e teses. O objetivo é colocar o pesquisador em contato com o material escrito sobre o assunto de pesquisa (PRODANOV et al, 2013).

O método de pesquisa denominado estudo de caso descritivo baseado em análises praticas acerca do gerenciamento de riscos e oportunidades no processo de produção de gluco-oligossacarídeos premeia o desenvolvimento deste estudo.

Yin (2005) define estudo de caso como uma investigação empírica usada no contexto atual para averiguar fenômenos e coletar dados, permitindo contextualizar e arraigar o entendimento acerca do problema.

Após a pesquisa bibliográfica relatou-se a aplicação da metodologia FMEA no processo de produção de gluco-oligossacarídeos, acompanhando o processo produtivo e coletando informações e dados para a confecção do trabalho.

Após conhecer e analisar o processo de produção de gluco-oligossacarídeos teve-se a oportunidade de aplicar a metodologia FMEA para análise de riscos e oportunidades existente no processo de produção. A (*Análise de Modos de Falhas e Efeitos*) FMEA é um método utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo, através da identificação de causas e efeitos para identificar as ações que serão utilizadas para inibir as falhas. Modo de falha está relacionado ao fato de como um processo pode ser levado a operar de maneira deficiente e é composto por três elementos: efeito, causa e detecção. Efeito é a consequência que a falha pode causar ao cliente; causa é o que indica a razão da falha ter ocorrido e detecção é a forma utilizada no controle do processo para evitar as falhas potenciais.

O FMEA tem por objetivo identificar, delimitar e descrever as não conformidades (modo da falha) geradas pelo processo e seus efeitos e causas, para através de ações de prevenção poder diminuí-los ou eliminá-los.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grupo de trabalho responsável pela realização do FMEA de processo foi composto pelo gerente de qualidade, supervisor de produção, controle de qualidade e operadores de produção. O conhecimento da equipe foi essencialmente oriundo de experiências profissionais relacionadas à produção de gluco-oligossacarídeos.

MAPEAMENTO DO PROCESSO

O processo de produção de gluco-oligossacarídeos inicia-se com a chegada da matéria prima, em seguida é realizada análise para verificar a qualidade da mesma. Para iniciar a produção do gluco-oligossacarídeos é necessário a emissão de uma ordem de produção, emitida a ordem de produção é realizada a limpeza dos equipamentos, separa-se a matéria prima e insumos a serem utilizados. Prepara-se o substrato, o qual alimenta o reator para a

síntese enzimática do substrato, o substrato torna-se xarope convertido, seguindo para as próximas etapas do processo, purificação, concentração, pasteurização, atomização e embalagem, após fim do processo de produção o produto fica em quarentena aguardando análises do produto final, após aprovação do produto pelo controle de qualidade o mesmo segue para expedição estando disponível para comercialização. O processo de produção é representado pela Figura 1.

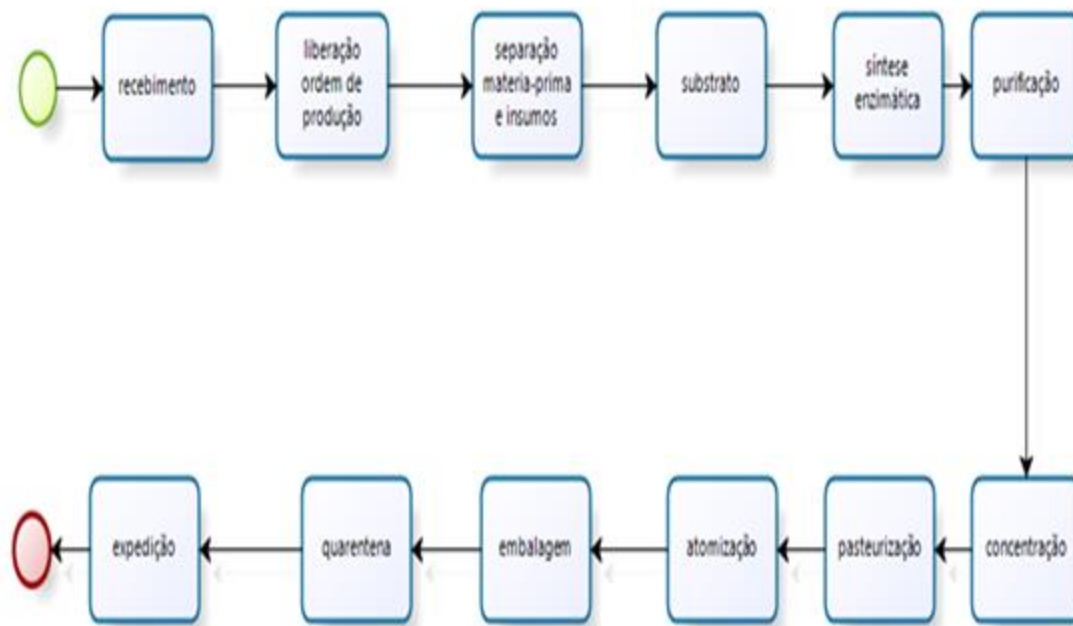


Figura 1: Processo de produção gluco-oligossacarídeos

Fonte: Autor

APLICAÇÃO DO FMEA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Após realização do mapeamento do processo produtivo do gluco-oligossacarídeo, pôde-se fazer a aplicação do FMEA, evidenciando os potenciais modos de falhas do processo em questão e propor ações preventivas para os mesmos. O FMEA realizado encontra-se na Figura 2.

Processos	Modo de Falha	Efeito de Falha	Causas da Falha	S	O	D	NPR	Ação corretiva
Recebimento matéria prima	Produto fora de especificação	Devolução da matéria prima	Falha no fornecedor	10	1	2	20	Análise minuciosa da matéria prima
Preparo substrato	Limpeza	Contaminação do substrato com produtos químicos	Operador sem treinamento adequado	10	1	3	30	Treinamento e conscientização do operador quanto à limpeza do equipamento
Conversão enzimática	Taxa de conversão fora de especificação	Produto fora de especificação (reprocesso)	Temperatura Pressão	10	5	6	300	Análise diariamente e controle dos indicadores
Purificação	Separação do produto fora de especificação	Produto fora de especificação (reprocesso)	Vazão	10	6	6	360	Análise diariamente e controle dos indicadores
Concentração	Limpeza	Contaminação do produto com produtos químicos	Operação incorreta	10	4	5	200	Treinamento e conscientização do operador quanto à

								limpeza do equipamento
Pasteurização	Contaminação do produto	Produto contaminação microbiológica	Temperatura	10	1	2	20	Treinamento dos operadores e calibração do equipamento
			Tempo de processo					
Atomização	Limpeza	Produto contaminação microbiológica	Limpeza do equipamento inadequada	10	3	2	60	Treinamento e conscientização do operador quanto à limpeza do equipamento
Embalagem	Limpeza	Produto contaminação microbiológica	Limpeza do equipamento operador sem treinamento adequado	10	3	1	30	Treinamento para operadores (BPF)

Figura 2: FMEA processo de produção gluco-oligossacarídeos
Fonte: Autor

A partir dos resultados obtidos no FMEA, os NPRs do processo, realizou-se o gráfico de Pareto, Figura 3, para evidenciar as etapas com maior índice NPR.

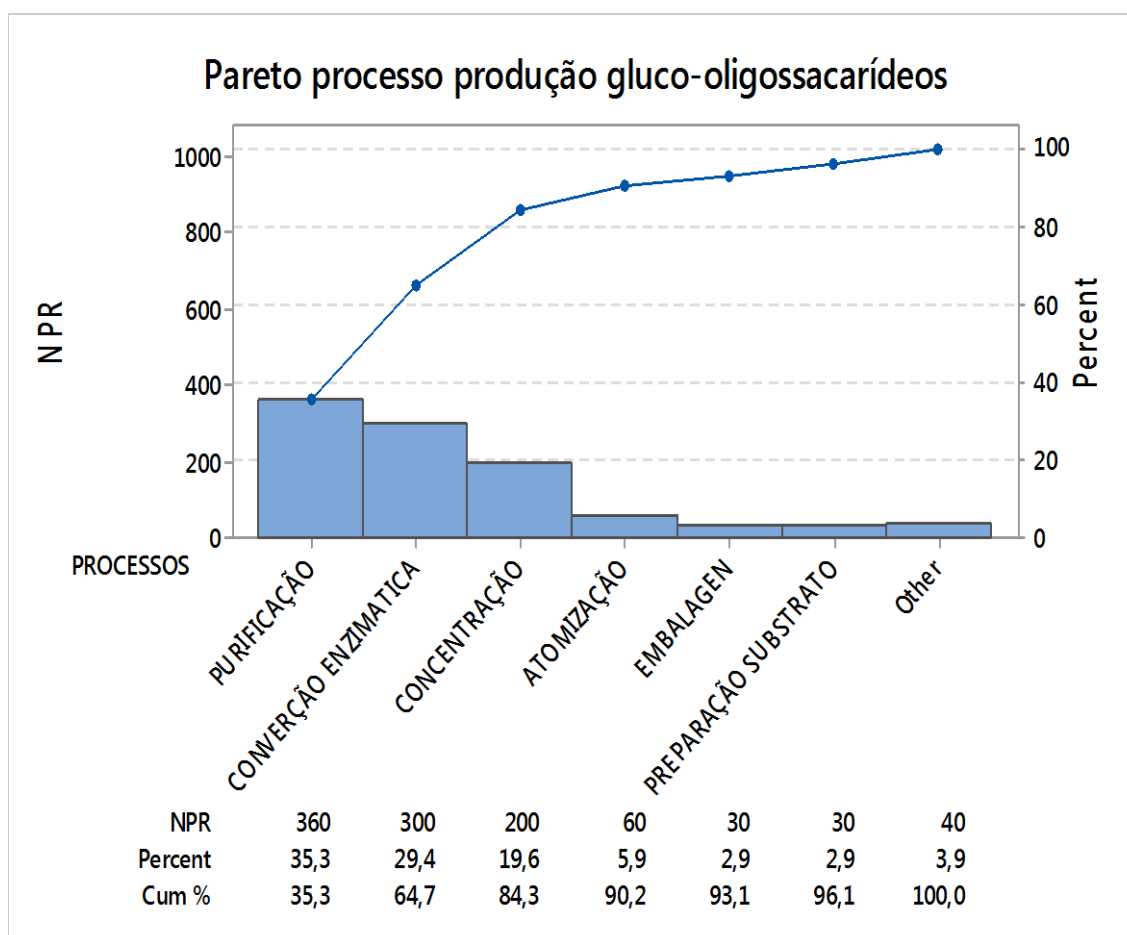


Figura 3: Gráfico de Pareto processo produção gluco-oligossacarídeos
Fonte: Autor

Após aplicação do FMEA, pôde-se realizar uma análise criteriosa das falhas potenciais detectadas no processo, e propor ações preventivas para

minimizar as falhas no processo produtivo do gluco-oligossacarídeo. Analisando o gráfico percebe-se que as etapas do processo que possuem maior número de prioridade de risco são conversão enzimática, purificação e concentração, alcançando 84,3% do total das falhas encontradas no processo. Foram realizadas ações de melhorias sobre estas falhas, tendo a minimização das falhas e melhoria no processo de produção de gluco-oligossacarídeos.

A ferramenta 5W1H foi utilizada no desenvolvimento de um plano de ação com o intuito de direcionar e implantar as ações recomendadas, conforme apresentado na Figura 4.

Ação	Why (p (Porque?)	What? (o que?)	How (como?)	Who (quem?)	Where (onde?)	Whem (quando)
Análise diariamente e controle	Para evitar que parâmetros de produção fiquem fora da especificação do produto	Produto gluco- oligossacaríde os	Coletando amostra diária para análise	Controle de qualidade	Produção	Diariamente
Treinamento	Para realizar limpeza de equipamentos de forma adequada	Limpeza dos equipamentos	Palestras demostran do como executar tarefa de forma adequada	Todos os funcionários envolvidos no processo de produção	Produção	01 a 15 de junho de 2017
Conscientizaç ão	Para mostrar a importância de se realizar a limpeza do equipamento adequadamente	Limpeza correta dos equipamentos	Utilizando produtos adequados conforme procedime ntos definidos	Todos os funcionários do setor produção	Produção	01 a 15 de junho de 2017

Figura 4: Plano de Ação 5W1H.

Fonte: Autor

Após aplicação do FMEA e 5W1H, foi possível melhorar o índice de produção, minimizando retrabalho e conseqüentemente diminuindo custos no processo. Na etapa de purificação observou-se através do risco abordado a oportunidade de melhoria do processo, melhorando o rendimento da produção em 8%. Alcançou-se esse resultado de melhoria através da coleta de dados e mudanças nos indicadores de produção, após o plano de ação formulado.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir no presente trabalho que a utilização das ferramentas da qualidade FMEA na abordagem de riscos e oportunidades no processo de produção de gluco-oligossacarídeos é satisfatório. Obteve-se resultado positivo

de todo processo, onde os riscos e oportunidades foram detalhados e puderam ser feitas possíveis prevenções de minimização e maximização das oportunidades.

O uso do FMEA possibilitou a identificação dos modos de falhas presente no processo de produção de gluco-oligossacarídeos, o resultado deixou evidente qual falha deveria ser trabalhada com prioridade, determinado as ações preventivas, tais como treinamentos e manutenções dos equipamentos e melhorias no processo. Entretanto a utilização do FMEA ofereceu resultado positivo capaz de fornecer melhorias na estrutura, entendimento e controle das falhas potenciais do processo produtivo de gluco-oligossacarídeos, sendo possível minimizar custos aumentar a satisfação dos clientes e partes interessadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jaine F. A.; MATIAS, Leandro dos R.; BRAGA, Washington L. M.; JUNIOR, Francisco R. L. **Aplicação da metodologia MASP ao processo de alteração técnica de produtos em uma indústria de médio porte**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, out. 2014.

BERENS, N. **Anwendung der FMEA in Entwicklung und Produktion**; Verlag Moderne Industrie, Landsberg 1989. ISBN 3-478-41490-3.

BONANOMI, Roberto Carlos; SILVA, Wesley Vieira da; TORTATO, Ubiratã; ROCHA, Daniela Torres da. **Efeito da aplicação do FMEA na priorização de riscos de projetos de desenvolvimento de Software** – Produto. Revista Estudo & Debate, Lajeado, v. 19, n. 1, p. 07-23, 2012.

HELMAN, Horácio; ANDERY, Paulo Roberto P. **Análise de falhas (Aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

LAFRAIA, João Ricardo B. **Manual de Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2001.

LINS, B. E. **Breve história da engenharia da qualidade**. Cadernos Aslegis, v. 4, n. 12, p. 53-65, 2005.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento de métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OLIVEIRA, Otávio José de (Org.). **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Cengage, 243 p.

PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevenindo e prevenindo problemas antes que ocorram**. 3. ed. São Paulo: IMAM, 2004.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; FOUENTE, D de L. **A decision support system for applying failure mode and effects analysis**. International Journal of Quality & Reliability Management, Bradford, v. 19, n. 2, p. 137-151, 2002.

SAKURADA, Eduardo Y. As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, (Dissertação de mestrado), 2001.