

A IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA MASP E FMEA PARA REDUÇÃO DE CUSTO NAS ORGANIZAÇÕES

THE IMPORTANCE OF THE MASP AND FMEA TOOL FOR COST REDUCTION IN ORGANIZATIONS

Vinicius Zanchet de Lima¹
Ana Caroline Dzulinski²
Kelen Berra de Mello³
Deise Taiana de Ávila Dias⁴
Lucas Tartarotti
Maurício Truccolo

RESUMO

A busca por competitividade no mercado globalizado faz com que as organizações procurem formas de aperfeiçoar seus processos, com o objetivo de diminuir custos e alavancar lucros. Os processos e as atividades são os meios de agregação de valores aos produtos e serviços. Aqueles processos e atividades consumidoras de recursos devem dispor de mecanismos que assegurem uma boa gestão dos mesmos. O objetivo do estudo foi testar o uso das ferramentas MASP (Método de Análise e Soluções de Problemas) e FMEA (Análise de Modos de Falhas e Efeitos), a fim de propor melhorias no processo e diminuir ou até mesmo acabar com o número de assistências técnicas e uma redução de custos na organização. Para isso primeiramente foi realizado uma pesquisa bibliográfica e posteriormente um estudo de caso em uma empresa do ramo moveleira, localizada na Serra Gaúcha - RS. Com a realização efetiva de todas as etapas, foram alcançadas melhorias e resultados positivos pelo plano de ação proposto, os dados refletem isso, como resultado no período analisado, obteve-se uma redução de 41% no número de solicitações técnicas, conseqüentemente o alto valor de custo reduziu em 45% relativos as assistências técnicas no mesmo período analisado. Isso proporcionou em um processo mais equilibrado, onde alcançou ganhos financeiros e de qualidade.

Palavras-chave: Qualidade; MASP; FMEA; Ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

The search for competitiveness in the globalized market makes organizations look for ways to improve their processes, in order to reduce costs and leverage profits. Processes and activities are the means of adding value to products and services. Those processes and activities that consume resources must have mechanisms that ensure their good management. The objective of the study was to test the use of MASP (Problem Analysis and Solutions Method) and FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) tools, in order to propose improvements in the process and reduce or even end the number of assistances techniques and a cost reduction in the organization. For this, first a bibliographical research was carried out and later a case study in a company in the furniture industry, located in Serra Gaúcha-RS. With the effective completion of all steps, improvements and positive results were achieved by the proposed action plan, the data reflect this, as a result in the analyzed period, a 41% reduction in the number of technical requests was obtained, consequently the high value cost reduced by 45% related to technical assistance in the same period analyzed. This provided a more balanced process, where financial and quality gains were achieved.

Keywords: Quality; MASP; FMEA; Quality tools.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS Campus Caxias do Sul

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS Campus Caxias do Sul

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS Campus Caxias do Sul

⁴ Universidade de Caxias do Sul - UCS

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a qualidade deixou de ser vista como estratégia de mercado e tornou-se questão de necessidade e sobrevivência para as organizações. Segundo Cobêro, Oliveira e Patudo (2014), a globalização proporcionou a quebra de barreiras entre mercados, determinando, assim, um aumento na concorrência. Nos últimos anos, as empresas vêm passando por inúmeras mudanças, sobretudo na implantação de novas tecnologias no processo produtivo e no desenvolvimento de novos produtos. Para Silva, Beltrame e Schmidt (2014), essas mudanças ocorreram devido à alta concorrência, impondo, assim, a necessidade de reestruturação das organizações com foco na melhoria de qualidade de seus produtos e processos.

Uma destas abordagens destinada a combater e eliminar estas perdas é a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP). Este método é desenvolvido seguindo a filosofia da melhoria contínua, para eliminar a probabilidade de reincidência das anomalias e garantir o aumento da qualidade e do desempenho dos processos (CAMPOS, 2004). Assim sendo, para tornar a administração da produção mais eficiente e eficaz, buscando manter a qualidade nas empresas, é importante que seja utilizado o Método de Análise e Solução de Problemas, que pode auxiliar no melhor desempenho da organização. Para Moraes, Borges e Sá (2010), o MASP é uma metodologia que auxilia os gestores a avaliar os processos e identificar as causas dos problemas, com o objetivo de encontrar soluções que possam diminuí-los ou eliminá-los.

A qualidade nos produtos oferecidos pelas organizações procura atender às necessidades e às expectativas dos clientes. Xavier (2011) considera a qualidade em oito dimensões: desempenho, característica, confiabilidade, durabilidade, conformidade, serviço, estética e qualidade percebida. Nesse âmbito, as ferramentas da qualidade FMEA e MASP servem de suporte para a solução de problemas e auxiliam na tomada de decisão conforme Cordovil (2010). A aplicação dessas ferramentas proporciona coletar, organizar e analisar informações referentes a processos e a produtos. A partir dos resultados, busca-se propor ações que procurem prevenir, reduzir ou eliminar problemas (CARDOZO; WIEMES, 2013). A integração de processos já se faz presente na gestão da qualidade por meio de equipamentos, ferramentas e estratégias, no entanto, sua aplicação não é uma realidade em todas as empresas. Segundo Carraro e Milan (2014), manter esforços na área da qualidade tem como efeito um aumento considerável em competitividade e redução de custos de produção.

Uma forma de se obter melhorias significativas no processo objetivando a redução de custo, aumento da produtividade e competitividade, é através da utilização do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) junto com a sua ferramenta de Análise de Modos de

Falhas e Efeitos (FMEA). Segundo Piechnicki e Kovaleski (2011), o método possibilita a execução de ações simples e criativas que contribuem para o aumento de produtividade e o alcance das metas propostas, e tudo isso, sem onerar custos para a empresa.

Ferramentas da qualidade como o FMEA e o MASP servem de suporte para a solução de problemas e auxiliam na tomada de decisões, possibilitando melhor aproveitamento de recursos e propondo ações de melhoria e controle de produtos e processos garantindo assim a redução de custos. Por meio delas, pode-se coletar, organizar e analisar informações sobre processos e produtos, utilizando os resultados para reduzir ou eliminar as causas dos problemas (CARDOZO; WIEMES, 2013).

Arelada ao método MASP e FMEA, surge à necessidade do domínio das ferramentas de gestão da qualidade e de melhoria contínua para a solução de problemas. Desta forma, o presente trabalho teve como finalidade a aplicação da metodologia MASP e FMEA, alinhado ao uso das ferramentas da qualidade para direcionamento de melhorias visando reduzir o número de solicitações técnicas e consequentemente o custo com as mesmas. Neste sentido, este artigo apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa do setor moveleira, localizado na Serra Gaúcha - Rio Grande do Sul na qual foram realizadas melhorias que permitiram a redução de custos e os números de solicitações técnicas. Esse artigo está organizado conforme segue. Após a introdução, na seção 2 consta o referencial teórico; a seção 3 apresenta a metodologia utilizada; a seção 4 apresenta os resultados; na seção 5, está a análise e a discussão dos resultados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)

MASP é a abreviatura usada para o Método de Análise e Solução de Problemas é um roteiro estruturado utilizado para resolução de problemas complexos em processos, produtos e serviços em organizações. Trata-se de uma metodologia para melhorias consideradas radicais, que contrasta com as metodologias de melhoria incremental.

A utilização do MASP implica na adoção de ferramentas analíticas que medem, analisam e sugerem ações contra as perdas que interferem no desempenho empresarial. Estas ferramentas são conhecidas como Ferramentas da Qualidade e são aplicadas em processos de melhoria contínua para eliminar as anomalias dos processos, proporcionando o aumento de qualidade e desempenho dos resultados organizacionais (TUBINO, 2009).

O MASP é um método prescritivo, racional, estruturado e sistemático para o desenvolvimento de um processo de melhoria num ambiente organizacional, visando solução

de problemas e obtenção de resultados otimizados. O MASP se aplica aos problemas classificados como “estruturados” (NEWELL; SIMON, 1972), cujas causas comuns (DEMING, 1990) e soluções sejam desconhecidas (HOSOTANI, 1992), que envolvam reparação ou melhoria (NICKOLS, 2004) ou performance (SMITH, 2000) e que aconteçam de forma crônica (JURAN 1990; PARKER, 1995). Pode-se perceber que para serem caracterizados da forma acima, os problemas precisam necessariamente possuir um comportamento histórico. Devido a esse fato, o MASP se vale de uma abordagem que Parker (1995) caracteriza como “reativa”, o que contrasta com a abordagem “proativa” necessária aos problemas de engenharia (NICKOLS, 2004) ou de concepção (SMITH, 2000).

Segundo o autor Werkema (1995) afirma que as ferramentas da qualidade são utilizadas para coletar, processar e dispor as informações necessárias ao giro dos ciclos do PDCA para manter e melhorar resultados. Werkema (1995) cita o Método de Solução de problemas quando o ciclo do PDCA é utilizado para atingir metas de avanço, definindo primeiramente as metas, e o seu desenvolvimento ocorre em oito passos, sendo eles: (i) Identificação do problema; (ii) Levantamento das características do problema; (iii) Identificação das principais causas desse problema; (iv) Elaboração de plano de ação para eliminação das causas raízes; (v) Implementação das ações conforme planejado; (vi) Monitoramento do processo para averiguar a eficiência das ações tomadas; (vii) Caso se confirme a eficiência das ações, padronizá-las por meio de documentação; caso não resulte em eficiência, retorna-se ao segundo passo; (viii) Rever as atividades e planejar as próximas ações.

Porém, a implementação do MASP é complexa e dispendiosa, consumindo parte dos recursos de uma organização. Neste processo, Andrade (2003) relata em seu estudo várias barreiras e dificuldades, citando como principal fator a motivação dos funcionários, pelo excesso de formalismo e documentos da metodologia. Nesta linha, segundo Silva (2011), um fator de grande relevância é a resistência à mudança dos funcionários criam empecilhos no aprendizado e dificuldade no discernimento.

2.2 FMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA)

Conforme descrito por Puente et al. (2002), aproximadamente em 1963 durante a missão Apollo a NASA desenvolveu um método para identificar de forma sistemática falhas potenciais em sistemas, processos ou serviços antes que as mesmas ocorram. Desta forma surge o conceito da Análise de Modos e Efeitos de Falha (*Failure Mode and Effect Analysis*, FMEA).

O método FMEA busca, além de identificar falhas potenciais de forma sistemática, identificar seus efeitos e definir ações que visem reduzir ou eliminar o risco associado a estas

falhas, reduzindo assim o risco do produto ou processo. Segundo Gilchrist (1993) mesmo tendo surgido em 1963 o FMEA somente passou a ser utilizado de forma mais abrangente após sua utilização em 1977 pelos fabricantes de carros da Ford. Conforme citado por Stamatis (2003), o FMEA deve ser aplicado nos estágios iniciais de projeto de sistemas, produtos, componentes, serviços ou processos e deve ser continuamente reavaliado durante toda a vida do sistema, produto, componente, serviço ou processo.

O método FMEA traz uma sequência lógica e sistemática de avaliar as formas possíveis pelas quais um sistema ou processo está mais sujeito às falhas. O FMEA avalia a severidade das falhas, a forma como as mesmas podem ocorrer e, caso ocorram, como eventualmente poderiam ser detectadas antes de levarem a reclamações no cliente. Assim, com base nestes três quesitos: severidade, ocorrência e detecção, o método FMEA leva a uma priorização de quais os modos de falha levam a um maior risco ao cliente.

Dessa forma, se pode entender modo de falha como a forma pela qual o defeito é apresentado, sendo o mesmo uma propriedade particular a cada item. O modo de falha é utilizado para caracterizar o processo, bem como o mecanismo de falha. Já o efeito é a forma manifestada pelo modo de falha. Controlando a relação entre modo de falha e efeito, se obtém um enorme apoio para se realizar a análise de confiabilidade, como também para os processos de manutenção que serão adotados. Em contrapartida, os modos de falha podem apresentar o mesmo efeito e isso é uma dificuldade encontrada nessa relação (SAKURADA, 2001).

A FMEA pode ser aplicada tanto a processos como a produtos. Para Silva et al. (2008) na FMEA de produto considera-se as potenciais falhas nas especificações do projeto. Palady (1997) apud Silva et al. (2008) conclui que na FMEA de processo deve-se considerar as prováveis falhas referentes ao planejamento, bem como à execução de um processo.

O objetivo da FMEA para Helman e Andery (1995) e Stamatis (2003) é desenvolver ações que possam minimizar ou corrigir os modos de falhas. Para Palady (2004) desenvolver e manter FMEAs eficazes podem trazer benefícios como: a economia no que tange aos custos e tempo de desenvolvimento para auxiliar o planejamento de testes mais eficientes, referência para solucionar problemas, redução de mudanças na engenharia, elevação da satisfação do cliente, aquisição e mantenedibilidade do conhecimento do produto, como também do processo, redução de eventos não planejados entre outros. A FMEA é aplicada através de formulários. Vários autores apresentam esses formulários como Helman e Andery (1995), Palady (2004) e Toledo e Amaral (2006). Com a análise das falhas potenciais pode-se preencher no formulário os campos pertinentes à função e características do processo, tipos de falhas, efeitos, causas, bem como as ações de controle recomendadas para o processo.

Os principais passos para a execução de um FMEA são os seguintes: (i) Identificar modos de falha conhecidos e potenciais; (ii) Identificar os efeitos de cada modo de falha e a sua respectiva severidade; (iii) Identificar as causas possíveis para cada modo de falha e a probabilidade de ocorrência de falhas relacionadas a cada causa; (iv) Identificar o meio de detecção no caso da ocorrência do modo de falha e sua respectiva probabilidade de detecção; (v) Avaliar o potencial de risco de cada modo de falha e definir medidas de eliminação ou redução do risco de falha.

2.3 MASP E FMEA COMO UMA FERRAMENTA NA REDUÇÃO DE CUSTO

A aplicação das ferramentas integrada reduz as chances de erro na tomada de decisão, uma vez que as informações geradas pela aplicação do FMEA também são analisadas no MASP, Zeng, Tam e Tam (2010). A metodologia MASP usa como informações iniciais histórico de falhas e informações fornecidas por clientes, ambas externas, as quais podem ser geradas pelo departamento de assistência técnica. Fernandes (2005) demonstra em seu trabalho um modelo de integração das ferramentas FMEA e MASP de maneira simulada. Dessa forma, as informações geradas pelo FMEA (saídas), são (entradas) para o MASP, com o qual busca-se minimizar ou eliminar os modos de falhas por meio de ações sobre as causas. Após a aplicação de ações corretivas, seus respectivos resultados retornam como (entrada) para o FMEA, a fim de ser reavaliado.

Também é possível a utilização das metodologias FMEA e MASP de maneira integrada, aplicando não somente em caráter corretivo, como também em caráter preventivo. Logo, as ações recomendadas pela metodologia FMEA servem de informações de entrada para a metodologia MASP, que por sua vez, analisa e define ações a serem aplicadas Rebelato, Fernandes e Rodrigues (2008).

Martins (2014) aplicou a metodologia na Toyota Caetano Portugal, na seção de soldagem de carrocerias. Para tanto, fez uso do FMEA, com o propósito de reduzir as não conformidades do sistema e encontrar modos de falha existentes no processo. Como informação inicial fez uso de históricos de falhas e solicitações de clientes. De maneira integrada, sobrepôs o MASP, tendo como propósito implantar as ações e monitorar os resultados.

Em uma pesquisa realizada a partir da literatura possibilitou identificar algumas vantagens e desvantagens, como também os elementos necessários para a implementação do modelo proposto nessa pesquisa. Nesse sentido, o Quadro 1 apresenta os elementos identificados.

Quadro 1: Comparativo de elementos para tomada de decisão

Vantagens dos modelos integrados atuais	Aumento de qualidade, confiabilidade e segurança dos produtos e processos.	Miguel e Segismundo (2008); Fernandes (2005).
	Elaboração de ações preventivas.	Zeng, Tam e Tam (2010); Martins (2014).
	Redução de tempo e esforços na solução de problemas.	Zeng; Tam e Tam (2010).
Desvantagens	É necessário a existência de dados.	Rebelato e Rodrigues.
	Flexibilidade de produção.	Silva; Beltrame; Schmidt (2014).
Vantagens para as empresas de moveis sob encomenda	Designer próprio.	Silva; Beltrame; Schmidt (2014).
	Introdução de novos materiais ao produto.	Silva; Beltrame; Schmidt (2014).
	Produto de alto valor agregado.	D'ambros; Gonçalves; Angelo (2012).
	Projetos personalizados.	Barbosa (2013).
	Maior contato com o cliente.	Barbosa (2013).
	Clientes de alto poder aquisitivo.	Barbosa (2013).
	Alta variedade de produtos e produção unitária.	Silva; Beltrame; Schmidt (2014).
	Algumas etapas do processo são artesanais.	Silva; Beltrame; Schmidt (2014).
Desvantagens para as empresas de moveis sob encomenda	Necessitando de mão de obra qualificada.	Higachi; Oliveira; Meiners (2009); Rech (2014).
	Equipamentos específicos.	Rech (2014).
	Estrutura produtiva complexa para atender a diversos segmentos.	Dias; Oprime; Jugend (2013).
Elementos necessários para o modelo proposto nesta pesquisa	Existência de dados.	Miguel; Segismundo (2008); Fernandes (2005); Zeng; Tam; Tam (2010); Martins (2014); Cordovil (2010); Vilhena (2014); Rebelato; Rodrigues; Campagnaro (2010).
	Equipe experiente em relação ao produto e ao processo.	Miguel; Segismundo (2008).
	Capacidade de resolução de problemas.	Martins (2014); Zeng; Tam; Tam (2010); Vilhena (2014) Miguel; Segismundo (2008).
	Padronização dos resultados.	Miguel; Segismundo (2008) Zeng; Tam; Tam (2010); Martins (2014).
	Mudança cultural.	Cordovil (2010).
	Tempo hábil para a implementação.	Miguel; Segismundo (2008); Fernandes (2005).

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Conforme os autores Miguel e Segismundo (2008) e Cordovil (2010), todo modelo tem a necessidade de estabelecer elementos para sua aplicação. Os aspectos acima são necessários para a aplicação do modelo proposto nesta pesquisa, uma vez que cada item tem grande representatividade no processo de fabricação pois, se aplicados em conjunto, garantirão a eficácia do projeto.

Silva, Beltrame e Schmidt (2014), D'ambros, Gonzalez e Angelo (2012), Barbosa (2013), Higachi, Oliveira e Meiners (2009), Rech (2014), Dias, Oprime e Jugend (2013) citam

vantagens e desvantagens que as empresas encontram na produção de móveis sob encomenda. Logo, o modelo proposto visa auxiliar na mudança desta realidade, aplicando ferramentas que minimizem ou eliminem a ocorrência de falhas, e as decorrentes perdas ocasionadas por elas.

Este nicho de mercado atende clientes exigentes. Segundo Barbosa (2013), esse tipo de produto exige maior contato com o cliente, pois busca atender às suas necessidades e expectativas de acordo com seu perfil. As empresas que produzem móveis sob encomenda buscam transformar as necessidades do cliente em produtos. Segundo Higachi, Oliveira e Meiners (2009) e Rechet (2014) esse modelo de indústria tem como diferencial a mão de obra altamente qualificada, pois cada projeto é único e busca-se através da flexibilidade na produção, a competitividade. D'Ambros, Gonçalves e Angelo (2012) classificam esses produtos como diferenciados e, em alguns casos, únicos, considerando-os de alto valor agregado.

O processo de fabricação de cada produto é distinto, uma vez que cada componente passa por processos diferentes em cada etapa da sua fabricação. Dias, Oprime e Jugend (2013) destacam que este tipo de indústria possui uma estrutura produtiva complexa, devido à alta variedade de produtos.

Quadro 2: Elementos necessários para a implantação

Etapas de implementação	Coleta dos dados histórico de falhas, geradas através do departamento de assistência técnica.	Rebelato; Rodrigues; Campagnaro (2010).
	Formação da equipe, equipe multidisciplinar formada de acordo com o tipo de falha e área de ocorrência.	Martins (2014).
	Aplicação do FMEA: - Descreve modos de falhas, efeitos, causas.	Fernandes (2005); Miguel; Segismundo (2008); Rebelato; Fernandes; Rodrigues (2008); Rebelato; Rodrigues; Campagnaro (2010).
	Análise dos impactos causados pelas falhas.	Martins (2014).
	Classifica a severidade, ocorrência e a detecção de cada modo de falha.	Fernandes (2005); Rebelato; Fernandes; Rodrigues (2008); Rebelato; Rodrigues; Campagnaro (2010).
	Propõe ações.	Rodovil (2010); Zeng; Tam; Tam; (2010).
	Aplicação do MASP: análise mais ampla do problema.	Vilhena (2014).
	Define ações imediatas corretivas/preventivas.	Fernandes (2005) Rebelato; Fernandes; Rodrigues; (2008) Zeng; Tam; Tam; (2010); Vilhena (2014); Martins (2014).
	Monitora as ações de melhorias.	Rebelato; Fernandes; Rodrigues (2008); Miguel; Segismundo (2008); Martins (2014).
	Interpreta os resultados.	Rebelato; Rodrigues; Campagnaro (2010).
	Comprova sua eficácia.	Fernandes (2005).
	Monitoramento de resultados: Monitora os resultados a partir da redução no número de assistências técnicas geradas.	Vilhena (2014).

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 CENARIO

O presente estudo foi realizado em uma indústria de móveis sob encomenda, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, na região da Serra Gaúcha. Conforme informações fornecidas pelo departamento de assistência técnica, no período de janeiro a maio de 2020, ocorreram 2539 solicitações de assistência técnica. No mesmo período, foram fabricados 59.320 itens adicionando um custo para a empresa de R\$ 22.551,00 nesse período. Este custo se deu a partir de pequenos concertos, da troca do produto e da troca de componentes danificados.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto à natureza, essa pesquisa é aplicada, pois foram utilizadas ferramentas da qualidade FMEA e MASP, com o intuito de reduzir o número de assistências técnicas. O modelo integrado foi aplicado em uma indústria do ramo moveleira, localizada na Serra Gaúcha-RS. O estudo de caso segundo GIL (2002) consiste no estudo aprofundado e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Formulação do problema, definição da unidade-caso, determinação do número de casos, elaboração do protocolo, coleta de dados, avaliação e análise dos dados e preparação do relatório.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória, pois analisa os processos com o intuito de encontrar possíveis causas de falhas. Sendo assim, procura-se propor soluções de melhorias para reduzir ou eliminar a ocorrência de falhas. A pesquisa exploratória tem como finalidade analisar problemas, a fim de descobrir novas práticas, melhorias de processo ou produtos e coleta de dados que possam ser empregados no desenvolvimento de novos modelos (JUNG, 2004).

A abordagem da pesquisa é quantitativa e qualitativa, uma vez que os dados foram analisados através da aplicação de ferramentas da qualidade FMEA e MASP. A pesquisa caracteriza-se como quantitativa, devido ao levantamento de dados numéricos a serem traduzidos em informações; como qualitativa, pois é necessária a aplicação de procedimentos interpretativos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A coleta de dados é o ponto de partida para a pesquisa, exige paciência, esforço e um controle rigoroso para que os dados sejam coerentes. Segundo Marconi e Lakatos (2009), há uma grande variedade de procedimentos de coleta de dados, de acordo com as circunstâncias e o tipo de investigação.

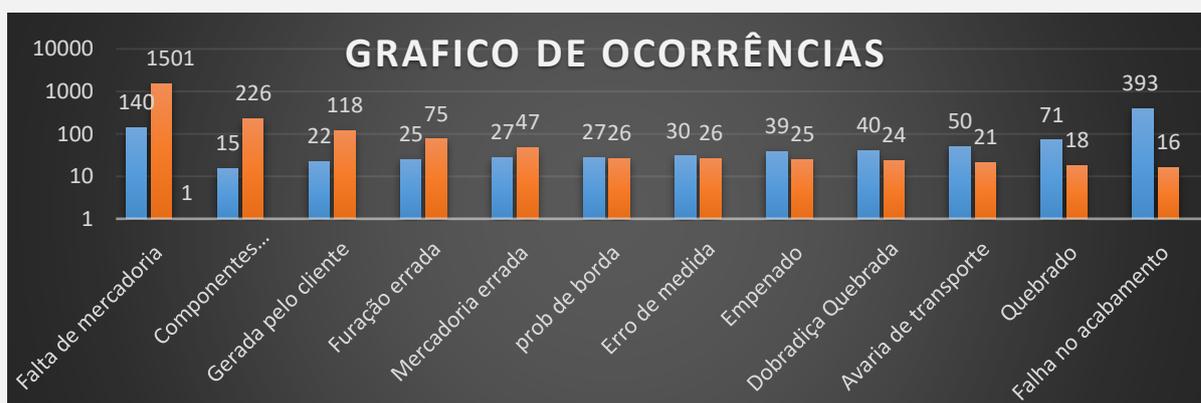
PRODUTOS COM DEFEITO	DIAS DA SEMANA				
	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
FALHA DE ACABAMENTO					
FURAÇÃO ERRADA					
COR ERRADA					
MEDIDA ERRADA NO CORTE					
PROBLEMA NA MAQUINA					
FORA DO ESQUADRO					
ERRO DO OPERADOR					
ETIQUETA DE PEÇA TROCA					
OUTROS QUAL?					

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

3.4 GRAFICO DE OCORRÊNCIAS

Para fazer as comparações do ano anterior e conseqüentemente do ano da pesquisa usamos o gráfico de ocorrências, com os meses trabalhado de janeiro a maio de 2019 e 2020 que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Sua maior utilidade é a de permitir uma fácil visualização e identificação das causas ou problemas mais importantes, possibilitando a concentração de esforços sobre os mesmos.

Figura 3: Diagrama de comparação



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

3.5 HISTORICO DE ASSISTÊNCIAS TÉCNICAS

As solicitações de assistências técnicas chegam à empresa diariamente, onde são analisadas e encaminhadas para produção. Com base nos dados fornecidos pelo departamento de assistências técnicas, de janeiro a maio de 2019 ocorreram 854 solicitações técnicas, e de janeiro a dezembro de 2019 ocorreram 2039 solicitações de assistências técnicas. Além disso, essas assistências acumularam um custo de R\$ 41.433,00 total. Conseqüentemente no ano de

2020 de janeiro a maio ocorreram 2097 de assistências técnicas, acumulando nesse meio período R\$ 22.715,00 total cujo valor está relacionado à troca de produtos e consertos realizados.

Como necessidade preliminar na avaliação da solicitação feita pelo usuário viu-se necessário entender os motivos da procedência ou improcedência da solicitação. A empresa realiza o registro de suas informações de solicitações de assistências técnicas em um software de Sistema Integrado De Gestão Empresarial (ERP). A coleta foi realizada por meio do acesso a todas as solicitações de assistências técnicas atendidas pela empresa buscando identificar possíveis causas e subcasos dos problemas detectados. As solicitações de assistências técnicas chegam à empresa diariamente, onde são analisadas e encaminhadas para produção. Foi desenvolvido um formulário padrão para registrar os atendimentos de solicitações de assistências técnicas, constituídos por fichas de solicitação e ordem de serviço.

Figura 4: Assistências Faturadas



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A Figura 4 apresenta o custo mensal gerado pelas solicitações de assistências técnicas recebidas durante o ano de 2019, 2020. Destaca-se o mês de fevereiro, onde as assistências contabilizadas geraram um custo total de R\$ 7.000,00. Por outro lado, o mês de dezembro de 2019 contabilizou menor custo R\$ 2.000,00, parte deste resultado é devido ao fato do mês de dezembro fazer parte do período de férias coletivas da empresa. A partir desses dados, deu-se início a primeira etapa, classificação das assistências técnicas. O agrupamento foi conforme a falha descrita pelo setor responsável na ficha de assistência.

Quadro 3: Demonstrativo dos grupos e descrição das falhas

Grupos	Descrição das falhas
1. Falha no acabamento	Pintura com bolhas, amarelamento, trincas, verniz escorrido, embalagem grudada, fissuras na madeira, buracos de massa, riscos de caneta.
2. Gerada pelo cliente	Pequenas batidas, amassados; riscos e vidros quebrados.
3. Avaria de transporte	Amassados, riscos, batidas, vidros e componentes quebrados, e extravio de mercadoria.
4. Mercadoria errada	Descrição do produto, cor e medidas incorretas, troca de etiquetas, troca de pedido.
5. Erro de medida	Medidas e cor do produto incorreto chapas, portas, componentes com medidas superior descrita nas etiquetas de montagem.
6. Componentes empenados	Portas empenadas de roupeiros, balcões e cômodas.
7. Problema de borda	Descolagem da borda.
8. Riscado	Produtos com riscos nas chapas.
9. Furação errada	Furação errada de produtos.
10. Falta de mercadoria	Produtos que não chegaram a casa do cliente.
11. Componentes danificados	Rosca de puxador escorrido, quebra do puxador, esferas da corredeira soltas.

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

O Quadro 3 apresenta os onze grupos instituídos a partir dos históricos de falhas. Para tanto, levou-se em consideração a descrição da falha apresentada na solicitação. Os grupos, gerados pelo cliente, avaria de transporte e a falta de mercadoria, apresentam um difícil controle sobre eles, pois, são geradas por terceiros e ocorrem de maneira externa. Para o restante dos grupos, identificou-se que as falhas, em sua grande maioria, são geradas internamente, portanto podem ser controladas.

As assistências técnicas foram classificadas a partir dos dados históricos fornecidos pelo setor responsável. A conscientização do problema ocorreu com base no alto número de solicitações de assistências técnicas. A priorização do problema ocorreu segundo o custo gerado pela assistência no decorrer do ano de 2019. A definição da equipe ocorreu de acordo com o tipo de falha e área de ocorrência. Aplicação do FMEA buscou descrever os modos de falha, a causa e seus efeitos, além de propor ações.

4 RESULTADOS

4.1 APLICAÇÃO FMEA/MASP

As etapas iniciais concluídas, deu-se início à etapa de aplicação da ferramenta FMEA. Como base de dados utilizou-se dados históricos fornecidos pelo setor de assistências técnicas. Nesta etapa, definiu-se o tipo de FMEA, podendo este ser de processo ou de produto. Em

seguida, a partir dos modos de falha, buscou-se identificar de que maneira o processo ou o produto poderia ocasionar a falha. Os efeitos da falha já descritos nas fichas cadastro de assistência auxiliaram na identificação das possíveis causas. Logo, as causas potenciais forneceram indicações de como as falhas ocorreram.

Em seguida, foram atribuídos valores à severidade, à ocorrência e à detecção de cada modo de falha e calculado o valor do NPR, este cálculo se dá a partir da multiplicação dos valores atribuídos à ocorrência, severidade e detecção. O valor resultante do NPR é calculado a partir da multiplicação dos valores da severidade, da ocorrência e da detecção.

Existem várias maneiras de obter informações a serem utilizadas como entrada para a aplicação da ferramenta MASP, mas, neste caso específico, utilizou-se as informações fornecidas pelo FMEA em forma de ações recomendadas. Nessa etapa, a aplicação do MASP permitiu uma análise mais ampla do problema e das falhas específicas.

Assim como apresentado o MASP divide-se em 8 etapas. A 1ª etapa, problema, a informação descrita é a mesma referida no modo de falha FMEA; 2ª etapa, observação, utilizou-se como informação, a ação recomendada pelo FMEA; 3ª etapa, análise, através do Diagrama de Ishikawa e do 5 Porquês buscou-se identificar a causa raiz da falha; 4ª etapa, plano de ação, neste momento, buscou-se definir o plano de ação composto por ações de caráter corretivo e preventivo.

Quadro 4: Plano de ação

Grupo	Modo Falha	Plano de ação
Acabamento não conforme	Preparo do produto de forma incorreto	Troca do equipamento de medição para preparo de tinta.
	Móvel embalado antes do tempo de cura	Treinamento do operador. Tempo de cura mínima de 24 horas antes do carregamento, deixando o produto descansar.
	Acabamento pré-pintura	Treinamento dos colaboradores.
Gerada pelo cliente	Armazenamento inadequado	Desenvolvimento de identificação para tempo e frente.
	Montagem	Instrução de uso via internet.
	Movimentação interna/embalagem	Identificação de produtos embalados com espaçamentos nas caixas de papelão.
Avaria de transporte	Armazenamento inadequado	Identificação de colocação de adesivos “cuidado vidro”.
	Manuseio	Caixa de papelão com o bordado de “cuidado frágil”.
		Isopor ao redor dos produtos embalados. Cantoneiras nas chapas.

Componentes empenados	Empenamento	Verificação de madeira antes do corte.
		Produto armazenado deitado em palets.
Componente incorreto	Troca de itens	Alocação de um colaborador para o acompanhamento do carregamento.
		Leitura e identificação de etiquetas com produto.
Pedido incorreto	Descrição incorreta	Solicitar ao setor de projetos, descrição dos produtos para ser averiguados.
	Cor incorreta	Fazer as devidas comparações com o descritivo nas etiquetas da chapa.
Erro de medida	Medidas incorretas	Fazer as devidas comparações com o descritivo nas etiquetas da chapa.
		Padronização de medição de chapas, a cada 10 peças do lote medir 1 no setor de qualidade.
Problema de borda	Descolagem	Troca de cola, cola específicas para MDP, MDF.
Riscado	Armazenamento inadequado	Fornecer borrachas nas máquinas.
Furação errada	Furação de gavetas, portas	Fornecer desenho de peças atrás das etiquetas de produção.
		Treinamento dos colaboradores.
Falta de mercadoria	Falta de mercadoria no cliente final	Conferência na expedição por Box e cliente.

Fonte: Elaborada pelo autor

O Quadro 4 apresenta as ações para cada modo de falha. Algumas ações são de caráter corretivo, por meio das quais buscou-se reduzir a ocorrência da falha, e outras ações de caráter preventivo, com intuito de prevenir que a falha ocorra. A partir do plano de ação concluído, deu-se início a 5ª etapa, execução, onde as ações planejadas na etapa anterior são aplicadas no chão de fábrica; 6ª etapa, verificação, esta etapa é muito importante, pois os resultados obtidos são coletados e verificados se as ações foram executadas como o planejado; 7ª etapa, padronização, com base nos resultados obtidos, as ações que atingiram resultados satisfatórios são padronizadas, já as que não atingiram o objetivo devem ser revistas; 8ª etapa, conclusão, nesta etapa são avaliadas as experiências obtidas em cada processo e arquivados os documentos utilizados, para que sirvam de histórico e possam ser utilizados em problemas semelhantes.

Uma vez concluída a aplicação do MASP, a conclusão e reavaliação do sistema ocorreram através do FMEA, onde também as ações tomadas ficam documentadas. Houve redução no valor da severidade e da ocorrência na detecção, todos os modos de falha tiveram um aumento no seu valor, o que ocorreu devido a um maior controle interno tanto para produtos como para processos. A etapa de avaliação do artefato ocorreu a partir da redução do número

de solicitações de assistências técnicas recebidas pela empresa. Foram coletadas informações do período de janeiro a maio de 2019 e, posteriormente, comparadas com o mesmo período de 2020.

4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o objetivo de demonstrar a representatividade de cada ação executada, o Quadro 5 apresenta o comparativo do mês de março antes da implementação e após a implementação no mês junho de 2020 e a redução gerada após as melhorias implementadas.

Quadro 5: Análise das assistências

Mês de maio	2020		Mês de junho	2020	
	Custo total:	N.º de solicitações técnicas		Custo total	N.º de solicitações técnicas
Grupos	R\$ 2.425,93	424		R\$ 1.328,55	247
Falha no acabamento		37	Falha no acabamento		10
Gerada pelo cliente		118	Gerada pelo cliente		95
Avaria de transporte		21	Avaria de transporte		17
Mercadoria errada		18	Mercadoria errada		9
Erro de medida		26	Erro de medida		8
Componentes empenados		18	Componentes empenados		5
Problema de borda		12	Problema de borda		0
Riscado		15	Riscado		5
Furação errada		62	Furação errada		18
Falta de mercadoria		67	Falta de mercadoria		58
Componentes danificados		30	Componentes danificados		22

Fonte: Elaborada pelo autor

O Quadro 5 apresenta a quantidade de solicitações e o respectivo custo originado no mês decorrente. Os valores apresentados correspondem aos 11 grupos trabalhados durante a pesquisa. No período de maio a empresa recebeu 424 solicitações de assistências técnicas, gerando um custo de R\$ 2.425,93. Já no período de junho, após empregar o plano de ação, foram recebidas 247 solicitações, originando um custo de R\$ 1.328,55. De maneira geral, houve uma redução de 41% no número de solicitações recebidas, e o custo relativo às assistências reduziu em 45% no período comparado. Ou seja, após o primeiro mês de implantação já tivemos um resultado significativo dos números de assistências e de custo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta os resultados de um estudo de caso que teve como objetivo propor um modelo integrado FMEA e MASP, para a redução do número de solicitações de assistências técnicas. A abordagem da pesquisa utilizada foi mista, uma vez que os dados foram analisados através da aplicação de ferramentas da qualidade FMEA e MASP na linha produção de uma empresa. Com base nos dados históricos, as assistências foram divididas em 11 grupos de acordo com a descrição da falha. Desses grupos, a direção da empresa definiu a serem trabalhados, levando em consideração os custos gerados pelos grupos no período de janeiro a dezembro de 2019.

O estudo contribuiu para a identificação das falhas ocorridas em processo e produtos, considerado o ponto de partida para o restante do trabalho. O índice de falhas gerado através dos históricos existentes serviu de ponto de comparação para identificar a efetividade das ações executadas a fim de reduzir a ocorrência de falhas.

A partir da aplicação das ferramentas, formulou-se um plano de ação composto por 24 ações. Os resultados obtidos no estudo de caso apresentaram uma redução de 41% no número de solicitações de assistências técnicas, já em relação ao custo, a redução foi de 45%. Mesmo com uma redução satisfatória no número de solicitações, para que esses resultados sejam ainda melhores, a manutenção e o acompanhamento se fazem necessários, pois a cada falha encontrada há uma oportunidade de melhoria.

Os resultados alcançados na aplicação do modelo foram semelhantes aos encontrados por Martins (2014), Miguel e Segismundo (2008), tais como: redução na ocorrência de falhas, o aumento da qualidade e a confiabilidade dos produtos e a redução de retrabalho. Outro fator importante é a mudança cultural em relação à qualidade percebida no ambiente interno, resultado semelhante apresentado no estudo de Cordovil (2010).

Os resultados obtidos quanto à qualidade e à confiabilidade de produtos e processos foram semelhantes aos estudos de Cardozo, Wiemes (2013) e Xavier (2011). Assim como em Sant'anna e Pinto Junior (2011), o modelo proposto contribuiu para a compreensão do impacto das falhas no cliente. Pois uma falha, mesmo que prontamente atendida, gera algum tipo de insatisfação.

Durante a aplicação, houve a necessidade de acompanhamento permanente, devido às dúvidas que surgiram a cada etapa do processo, sendo que, em alguns casos, houve a necessidade de rever as decisões tomadas. Outro fator importante foram os documentos gerados pelo modelo como: ficha de aplicação FMEA e MASP, manual de treinamento, manual de montagem para o produto e ficha de acompanhamento de ações que, além de proporcionar um

acompanhamento dos resultados, também servem de base de dados para serem utilizados em falhas semelhantes.

5.1 LIMITAÇÕES E FUTURAS PESQUISA

O modelo aplicado na empresa em questão demonstrou-se eficiente através dos resultados apresentados. Sendo assim, outras empresas do segmento podem fazer uso deste modelo. Como há poucos estudos publicados, relacionadas à aplicação de ferramentas da qualidade no setor moveleiro em geral, deve-se avaliar a necessidade de adaptação para o uso.

Como limitação, observou-se em relação à integração de ferramentas FMEA/MASP, que há poucos estudos publicados dificultando a comparação de resultados do modelo proposto com similares. Dessa forma, acredita-se que o estudo contribuiu para a tomada de decisão gerencial e melhoria da gestão da qualidade de empresas de móveis planejados. Embora o presente estudo tenha sido aplicado em apenas uma empresa de móveis espera-se que contribua para a geração de conhecimento em relação à construção e à aplicação de novos artefatos para esse tipo de empresa.

Como a empresa não fazia uso de ferramentas de qualidade, inicialmente houve uma pequena dificuldade de entendimento por parte dos colaboradores em relação às ferramentas e sua aplicação, como também na identificação das falhas. No entanto, as dificuldades foram reduzindo, na medida em que os resultados começaram a ser divulgados, e os colaboradores passaram a compreender que o principal fator de mudança eram eles próprios.

Como oportunidades de melhoria, o presente estudo utilizou, como base de dados, históricos de falhas fornecidos pelo setor de assistências técnicas. Para futuros estudos, pode-se utilizar em conjunto, o histórico de falhas referentes a processo, aumentando, assim, as chances de solução da falha.

Para pesquisas futuras sugere-se incluir como informações iniciais os objetivos estratégicos da organização, permitindo à equipe visualizar os resultados que a organização pretende atingir a médio e longo prazo da mesma maneira, para melhor análise dos resultados podem ser desenvolvidos indicadores específicos de acompanhamento para as ações aplicadas. Por fim, sugere-se ainda a aplicação do modelo em outras empresas moveleiras para aperfeiçoar o modelo proposto.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2003.

ARAÚJO, E. T. **Integração da ferramenta FMEA com a avaliação dos custos da qualidade: Uma aplicação no processo de soldagem GMAW.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade de Taubaté. Taubaté. São Paulo.

BARBOSA, P.A. **Como agregar valor ao produto e satisfazer o cliente na prestação de serviço de móveis planejados.** 2013. 57 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras), Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba.

BRAGANÇA, H. M. D. S. **Implementação da análise dos modos de falha e seus efeitos no processo de fabricação de peças em material compósito.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal.

BREMENKAMP, L. H.; ZANOTTI, J. S.; MARCHESI, J. F.; ZANOTTI FILHO, D.; PEREIRA, I. C.; BARCELOS, F. B. **Melhorias de processo por meio de metodologia SLP e simulação: estudo de caso no setor moveleiro.** Anais. XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO). Natal, RN, 2013.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** Belo Horizonte: Ed. INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CARDOZO, C. C.; WIEMES, L. Análise dos processos de pedido de compra através da Gestão da Qualidade. **Revista Eletrônica Conhecimento Interativo**, São José dos Pinhais, Paraná, v 7, n. 1, p. 03-15, 2013.

COBERO, C.; OLIVEIRA, M, C, F.; PATUDO, P. Implantação da ferramenta de qualidade 5'S em uma fábrica de esquadrias de alumínio. **E-Locução – Revista Científica da FAEX.** 6ed. 2014.

CORDOVIL, L. C. V. C. **Lidar com a variância em produção conserveira.** 2010. Dissertação (Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial). Instituto Superior de Economia e Gestão. Lisboa, Portugal.

DEMING, W.E. **Qualidade: a revolução na administração.** 1. ed. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

DRESCH, A. Design Science e Design Science Research **como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). UNISINOS, São Leopoldo, RS.

FERNANDES, J. M. F. **Proposição de abordagem integrada de método da qualidade baseada no FMEA.** 2005. Dissertação. (Mestrado Engenharia de Produção e Sistemas) Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PUC. Curitiba, Paraná.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

HOSOTANI, K. **The QC problem solving approach: solving workspace problems the japanese way.** Tokio: 3A Corporation, 1992.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos.** Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade:** um guia para executivos. São Paulo: Pioneira, 1990.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINS, S. P. G. O. **Implementação de ferramenta Failure Mode and Effects Analysis numa empresa do setor automóvel.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Universidade do Minho. Braga, Portugal.

MENESES, Morais Felipe. **MASP Metodologia de Análise e Soluções de Problemas.** Porto Alegre: Produttore, 2013, 53p.

MIGUEL, P. C.; SEGISMUNDO, A. **O papel do FMEA no processo de tomada de decisão em desenvolvimento de novos produtos: estudo de caso em uma empresa automotiva.** Revista Produto & Produção. v. 09. n.2. p.106-119, 2008.

MORAES, M. A. G.; BORGES, E. C. B; SÁ, J. A. S. Aplicação da metodologia MASP para redução das perdas na produção de cabos de ferramentas agrícolas: um estudo de caso. In: **XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2010, São Carlos, SP, 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_114_750_15843.pdf> Acesso em: 12 set. 2022.

NEWELL; SIMON, H. A. **Human Problem Solving.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1972.

NICKOLS, F. **Choosing the right problem solving approach.** Distance Consulting, 2004. Disponível em <http://home.att.net/~nickols/articles.htm>. Acessado em 12 de maio de 2022.

PALADINI, Pacheco Edson. **Gestão da qualidade- Teoria e Casos.** 2 Ed. São Paulo: Atlas, 2005, 465p.

PARKER, G. W. **Structured Problem Solving:** A Parsec Guide. Hampshire: Gower, 1995.

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.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo, Universidade FEEVALE, 2013.

REBELATO, M. G.; FERNANDES, J. M. R.; RODRIGUES, A. M. Proposta de integração entre métodos para planejamento e controle da qualidade. **Revista Gestão Industrial**, v.4, n.2, 2008.

REBELATO, M. G.; RODRIGUES, A. M.; CAMPAGNARO, C. A. Visão Integrada sobre as Ferramentas Voltadas ao Planejamento da Qualidade do Produto/Processo e à Prevenção de Não Conformidades. **Revista de Administração da UNIMEP**, v.8, n.3, 2010.

RECH, G. B. **Proposição de Planejamento Estratégico para microempresa especializada na fabricação de móveis. 2014.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção). Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC. Lages. SC.

SANTOS, C. O.; PIRES, G.; HERZOG, L. P. **Aplicação da FMEA no processo de produção da usina Presidente Médici: melhoria no sistema de vedação do britador da Fase B.** Anais. XXVI Congresso Regional de Iniciação Científica & Tecnologia em Engenharia, CRICTE, Alegrete, RS, Brasil. 2014.

SANTOS, O. S.; PEREIRA, J. C. S.; TSUGIO, M. O. **A implantação da ferramenta da qualidade MASP para melhoria contínua em uma indústria vidreira.** Anais. XV SIMPOI. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. 2012.

SILVA, M.G.; VILAÇA, L. L.; MACHADO, M. M.; RIBEIRO, M. P. C.; NETTO, A.; FILHO, T. Z. **APLICAÇÃO da ferramenta pdca na solução de problemas de anomalias no processo de operações portuárias** – atividade pré-embarque Revista Perspectivas On-Line. v. 1, n. 01, 2011.

SILVA, J. P. M. da; BELTRAME, T. F.; SCHMIDT, A. S. The design management as differential quality in the furniture industry of Alto Uruguai Gaúcho. **Revista de Administração da UFSM**, v. 7, n. 2, 2014.

SMITH, G. F. **Too many types of quality problems.** Quality Progress. April/2000. p. 43-49.

SANT'ANNA, A. P.; PINTO JUNIOR, R. P. S. Composição probabilística no cálculo das prioridades na FMEA. **Sistemas & Gestão**, v. 5, n. 3, p. 179–191, 2011.

SOUSA, R. V. B. **Aplicação do método FMEA para a priorização de ações de melhoria de processos. 2012.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, São Paulo.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção** - Teoria e Prática. São Paulo: 2ª. ed. Atlas, 2009.

VILHENA, M. A. **Proposta de uma metodologia de implementação de um sistema de Gestão da Qualidade em organizações de bens/serviço. 2014.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção). Universidade de Brasília – Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia de Produção. Brasília, DF.

XAVIER, E. B. O. **Custo de Qualidade:** A mensuração das falhas internas para a confiabilidade dos produtos na Empresa INBRAC – Indústria Brasileira de Concreto na Cidade de Caruaru – PE. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Contábeis). Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP. Caruaru, PE.

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Vol. 1. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

ZENG, S. X.; XIE, X. M., TAM, C. M. Relationship between Cooperation Networks and Innovation Performance of SMEs. **Technovation**, v. 30, n. 3, p. 181-194, 2010.