

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Igor Ramon de Souza**

**Renato Ribeiro dos Santos**

**Estudo de caso aplicando a técnica de análise do modo de falhas e efeitos em um equipamento de movimentação de carga**

**Taubaté - SP**

**2018**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

S237e Santos, Renato Ribeiro dos  
Estudo de caso aplicando a técnica de análise do modo de falhas e efeitos em um equipamento de movimentação de carga / Renato Ribeiro dos Santos; Igor Ramon de Souza. -- 2018.  
25 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Controle. 2. Prevenção. 3. Qualidade. I. Título. II. Souza, Igor Ramon de. III. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

CDD – 658.562

**Igor Ramon de Souza**  
**Renato Ribeiro dos Santos**

**Estudo de caso aplicando a técnica de análise do modo de falhas e efeitos em um equipamento de movimentação de carga**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Fabio Santejani

Coorientador(a): Ivair Santos

**Taubaté – SP**

**2018**


Igor Ramon de Souza

Renato Ribeiro dos Santos

**Estudo de caso aplicando a técnica de análise do modo de falhas e efeitos em um equipamento de movimentação de carga**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO"

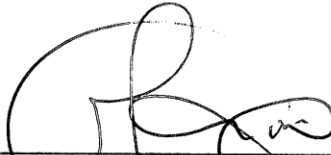
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Me Fabio Henrique Fonseca Sartegiani

Coordenador de Trabalho de Graduação

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Me Antonio Carlos Tonini  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me Ivair Alves dos Santos  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

(09/11/2018)

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico esta monografia a todos os professores do Curso de Engenharia, ao nosso querido Orientador Professor Ivair Santos Alves, aos nossos familiares, amigos e todos aqueles que acreditaram que podemos sempre evoluir, independentemente da situação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, pela nossa vida, nossa família e saúde e aos nossos amigos que sempre nos incentivaram a evoluir dia após dia.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu os recursos necessários, com excelentes professores e materiais ensinados, para meu desenvolvimento nesse trabalho e na vida profissional.

Ao nosso orientador, Professor Ivair Alves dos Santos pela dedicação e empenho para o desenvolvimento deste trabalho, onde disponibilizou seu tempo, materiais e sempre nos motivando pela sua forma didática e amistosa.

Aos nossos pais, Elizabeth, Emilio, pais de Igor, e Fátima, Carlos, pais de Renato, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram nossos estudos e nos ajudam na maneira que podem. Fazendo-nos sentir que estamos cada vez mais preparados para o que teremos pela frente todos os dias e independente do que esteja, e independente da situação, continuar de cabeça erguida e seguindo em frente.

## **RESUMO**

Este estudo mostra como, a partir dos conceitos da técnica FMEA, é desenvolvida uma ferramenta de prevenção. Um grupo de pessoas envolvidas com a tarefa desenha o fluxo do serviço, identificando os momentos da verdade, aqueles momentos em que o cliente entra em contato com a organização prestadora do serviço. Estes pontos serão a base para a aplicação da técnica de FMEA, de modo a eliminar a possibilidade de falhas durante o transcorrer do serviço. Os benefícios de utilizar o FMEA são: diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos, assim podendo aumentar a confiabilidade de produtos ou processos em operação através da análise das falhas que já ocorreram eles são também o caminho mais lógico e bem estruturado para identificar possíveis áreas de preocupação e gargalos na logística, reduzindo custo e tempo de desenvolvimento. Sendo assim, ele é indispensável quando há a intenção de aplicar um processo pertinente a um produto ou serviço de forma bem-sucedida.

**Palavras chaves:** FMEA, modo de falha, ferramenta da qualidade, confiabilidade.

## **ABSTRACT**

This study shows how, based on FMEA concepts, a prevention tool is developed. A group of people involved with the task draws the flow of the service identifying the moments of truth, those moments in which the customer contacts the organization providing the service. These points will be the basis for the application of the FMEA technique, in order to eliminate the possibility of failures during the course of the service. The benefits of using FMEA are to reduce the likelihood of failures in new product or process designs, so as to increase the reliability of products or processes in operation by analyzing the failures that have already occurred they are also the most logical and well- structured to identify possible areas of concern and bottlenecks in logistics, reducing cost and development time. Therefore, it is indispensable when it is intended to apply a relevant process to a product or service in a successful way.

**Keywords:** FMEA, fault mode, quality tool, reliability.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de uma ponte rolante

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMEA Failure Mode and Effects Analysis

## SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivo.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Revisão Bibliografica.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Gestão da Qualidade.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 FMEA de Projeto.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Ferramentas FMEA.....</b>	<b>16</b>
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Introdução a Metodologia.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Estudo do Caso.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Resultados.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Determinação das Falhas Funcionais em um Equipamento de     Movimentação de Carga.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Analise de Modo e Efeitos de Falha.....</b>	<b>23</b>
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>24</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa realizada visa apresentar um estudo de caso sobre a aplicação da metodologia da melhoria continua comprovando como esta abordagem pode ser surpreendentemente eficaz na introdução de melhorias e verificando as falhas.

O 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: causa,efeito e detecção. A causa é o que indica a razão da falha ter ocorrido, o efeito é a consequência que a falha pode causar ao cliente e a detecção é a forma utilizada no controle do processo para evitar as falhas potenciais.

Há três fatores utilizados no FMEA que auxiliam na definição de prioridades de falhas. São eles: ocorrência (O), severidade (S) e detecção (D)

Os benefícios de utilizar o FMEA são: diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos, assim podendo aumentar a confiabilidade de produtos ou processos em operação através da análise das falhas que já ocorreram, eles são também o caminho mais lógico e bem estruturado para identificar possíveis áreas de preocupação e gargalos na logística, reduzindo custo e tempo de desenvolvimento. Sendo assim, ele é indispensável quando há a intenção de aplicar um processo pertinente a um produto ou serviço de forma bem-sucedida.

Uma das técnicas é a metodologia FMEA, na qual busca reduzir custos e melhorar a produtividade através da confiabilidade, cujo objetivo é evitar por meio da análise das falhas potenciais proposta de ações de melhoria que ocorram nas falhas no processo.

Confiabilidade apresenta-se em uma ação bem-sucedida de um produto na falta de quebra ou falha, ou seja, é a probabilidade de desempenhar adequadamente ao seu propósito especificado por um determinado período de tempo e sobre condições ambientais pré-determinadas.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo dessa pesquisa é desenvolver um estudo para mostrar como, a partir dos conceitos das técnicas FMEA, é desenvolvida uma ferramenta de prevenção. A aplicação dessa técnica visa eliminar a possibilidade de falhas durante todo o serviço, eliminando os efeitos negativos das falhas potenciais antes que ocorram em sistemas, subsistemas do projeto de produto ou processo e na entrega do serviço.

Um grupo de pessoas envolvidas com a tarefa desenha o serviço identificando os momentos da verdade, aqueles momentos em que o cliente entra em contato com a organização prestadora do serviço. Estes pontos serão a base para a aplicação da técnica de FMEA.

Este estudo de caso foi desenvolvido por meio de pesquisas bibliográficas, utilizando livros, artigos, teses e pesquisas. A ferramenta pesquisada teve seu princípio na indústria automobilística como Ford, Chrysler e General Motors. Esta metodologia é aplicada após reuniões realizadas com os setores envolvidos no processo e análise dos indicadores de qualidade, evidenciado a necessidade de aplicação da metodologia FMEA na identificação de fatores que influenciam na qualidade do produto fabricado.

Todo este estudo será aplica em um equipamento de movimentação de carga, uma ponte rolante, iremos demonstrar detalhadamente como aplicar a técnica FMEA e obter um resultado positivo.

## 2. Revisão Bibliográfica

Quando todos os componentes de uma empresa trabalham em um plano de ação com o objetivo de melhorar o atendimento ao cliente e as necessidades internas é o que é chamado de melhoria contínua. Pode-se entender melhoria contínua como um processo que auxilia a todos os processos do ambiente de trabalho, trazendo benefícios em curto prazo, que acarretam em sensíveis melhorias para a empresa.

A expressão “melhoria contínua” vem se tornando muito popular nos últimos anos, estando associada, principalmente, ao movimento da Qualidade Total. Vale observar que o conceito foi evoluindo ao longo dos anos e, atualmente, se encontra bastante estruturado.

É possível obter evolução de qualquer operação se a melhoria, para isso uma vez conhecendo o processo planeja-se e implantam as soluções, faz-se uma análise dos resultados e repete o ciclo. Para os autores o gerente tem como que enxergar a melhoria contínua como um processo contínuo de resolução de problemas, para isso devem se basear nas seguintes ideias:

### Melhoria sistemática:

Na melhoria sistemática, os avanços começam a partir do uso de um método científico onde são levadas em consideração diversas possíveis soluções e dentro delas a melhor seja identificada.

### Melhoria iterativa:

Na melhoria iterativa, a base é reavaliar um processo no qual já foram aplicados às melhorias e analisar novamente os problemas, recomeçar um novo ciclo para refinar o processo já aperfeiçoado.

Em mil novecentos e noventa e seis, Imai mencionava que a melhoria contínua (*kaizen*) implica no envolvimento de todos, do gerente ao trabalhador, com foco no aperfeiçoamento de processos e orientação para (a) inovações incrementais que demandam baixo custo e tempo de implantação e (b) aspectos humanos como

motivação, comunicação, treinamento, trabalho em equipe, envolvimento e autodisciplina.

A tabela a seguir apresenta uma comparação entre as principais características da melhoria contínua e da melhoria radical:

Descrição	Melhoria Contínua	Inovação
Efeito	Longo prazo e duradoura	Curto prazo
Ritmo	Pequenos progressos	Grandes progressos
Estrutura de tempo	Contínua e incremental	Intermitente e não incremental
Mudança	Gradual e constante	Repentina e passageira
Envolvimento	Todos	Poucos “defensores” selecionados
Enfoque	Coletivismo, esforços em grupo, enfoque sistêmico	Forte individualismo, ideias e esforços individuais
Método	Manutenção e melhoramento	Refugo e retrabalho
Estímulo	Know-How e atualizações convencionais	Avanços tecnológicos, novas invenções, novas teorias
Exigências práticas	Investimento menor, porem maior esforço de manutenção	Investimento maior, porem maior esforço de manutenção
Orientação de esforço	Pessoas	Tecnologia
Crterios de avaliação	Processo e esforços para melhores resultados	Lucro
Vantagem	É útil na economia de crescimento gradual	Adapta-se melhor a economia de crescimento rápido

Tabela 1: Comparação entre Melhoria Contínua e Inovação

## 2.1 Gestão da Qualidade

Gestão da qualidade pode ser definida como sendo qualquer atividade coordenada para dirigir e controlar uma organização no sentido de possibilitar a melhoria de produtos/serviços com vistas a garantir a completa satisfação das necessidades dos clientes relacionadas ao que está sendo oferecido, ou ainda, a superação de suas expectativas.

Desta forma, a gestão da qualidade não precisa, necessariamente, implicar na adoção de alguma certificação embora este seja o meio mais comum e o mais difundido, porém, sempre envolve a observação de alguns conceitos básicos, ou princípios de gestão da qualidade, que podem e devem ser observados por qualquer organização.

Esse tipo de gestão tem como motivo principal de sua existência a satisfação de determinada necessidade de seu cliente, seja com o oferecimento de um produto ou serviço. Portanto, o foco no cliente é um princípio fundamental da gestão da qualidade que deve sempre buscar o atendimento pleno das necessidades do cliente, sejam elas atuais ou futuras e mesmo a superação das expectativas deste.

Segundo Paladini, a qualidade assume um conceito que envolve múltiplos elementos, com diferentes níveis de importância no decorrer do tempo, tornando assim a definição de gestão da qualidade dinâmica.

Um ponto importante destacado, de um modo simplificado, a gestão da qualidade é definida como sendo: “melhorias sistemáticas e contínuas na qualidade dos produtos, serviços e na vida das pessoas, utilizando todos os recursos humanos e financeiros disponíveis”.



## **2.2 FMEA do Projeto**

A metodologia FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falhas) visa a confiabilidade de um produto, processo ou serviço e busca principalmente: reconhecer e avaliar as potenciais falhas que podem afetar a funcionalidade de um produto ou a continuidade de um processo, identificar medidas que eliminem ou reduzam a possibilidade de acontecer estas falhas e após isto documentar o estudo realizado com a finalidade de servir de referência em consultas na utilização do produto ou consecução do processo ou futuras consultas no desenvolvimento de novos produtos e ou processos (Fogliatto, 2009).

Quanto melhor a definição das características desejadas maior será a facilidade de identificar os modos potenciais de falhas e as possíveis correções. Um diagrama deve ser elaborado indicando as possíveis falhas funcionais entre os elementos que compõem o item em estudo, facilitando a visualização das interfaces e suas discussões técnicas.

## **2.3 Ferramenta FMEA**

A ferramenta Análise do Tipo e Efeito de Falha – FMEA foi desenvolvida em 1949 por militares americanos. Ela possibilita a antecipação ou identificação de falhas ou possíveis falhas, tanto no produto quanto no processo, sendo que alguns autores identificam a sua aplicação nos processos administrativos. O objetivo desta ferramenta é determinar o efeito da ocorrência de falha em sistemas e equipamentos. A partir de 1988 começou a ser utilizada em empresas como a Chrysler, Ford e General Motors, como parte dos chamados programas avançados de planejamento da qualidade em projetos e processos. Esse método é utilizado para encontrar falhas potenciais durante a etapa de projeto, reduzindo os custos de correções futuras.

O escopo da ferramenta de auxílio à gestão da qualidade denominada FMEA é determinar um conjunto de ações corretivas ou ações que minimizem modos de falha em potencial.

(Segundo Puente, 2005), a ferramenta FMEA é desenvolvida basicamente em dois grandes estágios. No primeiro estágio, possíveis modos de falhas de um

produto, processo ou serviço é identificado e relacionado com suas respectivas causas e efeitos. No segundo estágio, é determinado o nível crítico, isto é, a pontuação de risco destas falhas que posteriormente são colocadas em ordem. A falha mais crítica serão as primeiras do ranking, e serão consideradas prioritárias para a aplicação de ações de melhoria.

A determinação do nível crítico dos modos de falha é realizado com base em três índices que são: o índice de severidade dos efeitos dos modos de falha, o índice de ocorrência das causas dos modos de falha e o índice de detecção das causas.

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 1997) destaca que a FMEA possui os seguintes objetivos: reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto / processo e seus efeitos; identificar ações que podem eliminar ou reduzir a chance de o modo de falha potencial vir a ocorrer; documentar o processo de análise, funcionando em um processo de sete passos, como aponta (Slack,2002):

1. Localizar todas as partes componentes dos serviços.
2. Listar todas as formas possíveis segundo as quais os componentes poderiam falhar (os modos de falhas).
3. Identificar os efeitos possíveis das falhas (tempo parado, insegurança, necessidade de ajustes e/ou consertos, efeitos para os clientes).
4. Identificar todas as causas possíveis das falhas para cada modo de falha.
5. Avaliar a probabilidade de falha, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção.
6. Identificar o número de prioridade de risco (NPR).
7. Desenvolver e programar ações para minimizar as falhas identificadas.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1- Introdução à metodologia**

Este trabalho consiste na apresentação das possíveis falhas de uma ponte rolante através de relatórios elaborados pela própria equipe de manutenção e detalhado no sistema de tabelas, com o objetivo de reduzir ao máximo suas possíveis falhas no processo e reduzindo assim seus custos em manutenção e proporcionando um aumento de sua produtividade buscando sempre a qualidade do processo.

Após a apresentação das falhas é feito um estudo com apresentação de três tabelas, sendo a principal, a apresentação do FMEA. Baseado na tabela do FMEA é proposto uma nova manutenção em determinados itens de falha, visando à redução de custo na manutenção pela empresa e conseqüentemente uma constante melhora na produção.

#### **3.2- Estudo do caso**

O programa a ser aplicado consiste em pontes rolantes no setor de fundição, nas quais tem a função no processo produtivo, tanto para montagem dos moldes, como para a alimentação dos fornos. Para este processo ser um sucesso depende apenas de uma ponte rolante, caso ocorra falha no processo pode-se perder todo o material gerando prejuízos enormes para a empresa.

Ponte rolante é uma máquina de elevação do tipo guindaste de ponte. Os principais equipamentos que fazem parte das máquinas de elevação são: guindastes, ponte rolantes, elevadores e guincho. No Brasil a norma da ABNT que rege o projeto e a construção de máquinas de elevação é a NBR 8400 - Cálculo de Equipamentos para Elevação e Movimentação de Carga - de 1984.

Na Figura, podemos observar o que é uma ponte rolante e quais são seus equipamentos e ferramentas.

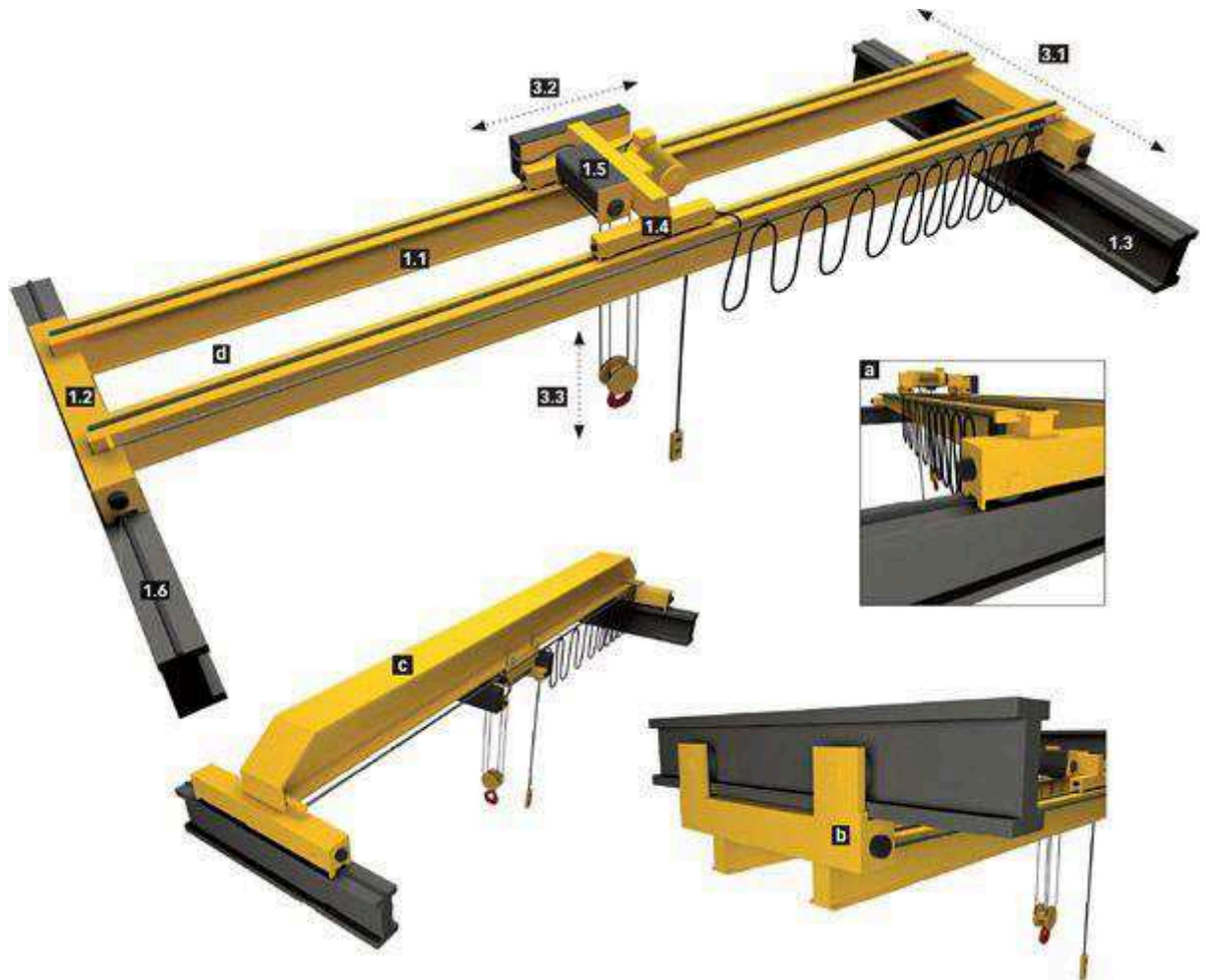


Figura 1 – Ilustração de uma ponte rolante

As principais funções da ponte rolante são elevar e movimentar painéis com aço líquido através do mecanismo de sustentação principal e levantar e movimentar um eletroímã, com o mecanismo de elevação auxiliar alimentando os fornos. Como função secundária esta ponte indica o peso do aço líquido que está sendo translação transversal da ponte rolante. Este processo requer um nível elevado de segurança, pois uma falha pode gerar a perda de vida do funcionário.

## 4. Resultados

### 4.1- Determinação das falhas funcionais em um equipamento de movimentação de carga

Os sistemas que basicamente compõe uma ponte rolante são:

\* Elevação: composta por uma talha ou tambor com o respectivo acionamento e sistema de freio, onde se enrola e desenrola o cabo de aço que está ligado a um moitão;

As pontes rolantes são formadas pelos seguintes elementos principais:

- Ponte ou viga principal: é a estrutura base do equipamento, que faz o movimento de translação da ponte e cobre o vão de trabalho. Pode ter uma ou duas vigas.
- Cabeceiras: estão localizadas nas extremidades da viga principal. Nelas são fixadas as rodas que permitem o movimento de translação da ponte rolante. Estas rodas se movem sobre o trilho que compõem o caminho do rolamento.
- Viga de rolamento: faz a escora dos trilhos e são instaladas na estrutura da edificação onde a ponte opera.
- Carro talha: ele abriga os mecanismos do sistema de elevação (talha). É responsável pelo deslocamento transversal e vertical da carga.
- Talha: acoplada ao carro da ponte: é responsável pelo movimento de elevação da carga, é utilizado um cabo de aço e motor elétrico.

Os tipos mais comuns de ponte rolante são definidos de acordo com a forma de apoio da estrutura principal (sobre ou sob os trilhos) e de acordo com a quantidade de vigas. Os tipos são: ponte rolante apoiada e ponte rolante suspensa.

Ponte rolante suspensa: as cabeceiras ficam localizadas nas extremidades da viga principal. Nelas estão fixadas as rodas que permitem o movimento de translação da ponte rolante. Estas rodas se movem nos trilhos que compõem o caminho do rolamento.

Ponte rolante apoiada: a viga da ponte rolante corre por cima dos trilhos do caminho do rolamento, os quais são sustentados pelas colunas de concreto da edificação, no caso de não se ter previsto a instalação de uma ponte rolante, podem ser adotadas colunas de aço.

Os critérios utilizados para se definir a probabilidade dos modos de falha estão contidos no quadro a seguir:

Componente	Função Principal	Falha Funcional
Elevação	<p>Içar carga</p> <p>Sustentar carga</p> <p>Executar a elevação na velocidade definida</p>	<p>Não içar a carga requerida</p> <p>Não obedecer ao comando de velocidade</p> <p>Não sustentar a carga</p>
Translação Transversal	<p>Movimentar a carga transversalmente</p> <p>Executar a movimentação na velocidade definida</p> <p>Parar o movimento com precisão</p>	<p>Não movimentar a carga transversalmente</p> <p>Não obedecer ao comando de velocidade</p> <p>Não parar o movimento</p>
Translação Longitudinal	<p>Movimentar a carga longitudinalmente</p> <p>Parar o movimento com precisão</p> <p>Executar a movimentação na velocidade definida</p>	<p>Não movimentar a carga longitudinalmente</p> <p>Não parar o movimento</p> <p>Não obedecer ao comando de velocidade</p>
Ponte	<p>Suportar a carga requerida</p> <p>Suportar os componentes da ponte rolante</p>	<p>Não suportar a carga requerida</p> <p>Não suportar os componentes da ponte rolante</p> <p>Não suportar o próprio peso</p>

<b>Item</b>	<b>Modo potencial de falha</b>	<b>Efeito</b>	<b>Causa da falha</b>	<b>Ação Recomendada</b>
Elevação	Desgaste no cabo de aço	Rompimento do cabo de aço	Não sustenta a carga	Verificação da quantidade de carga a ser içada
	Falha no fim do cursor de elevação	Colisão do motor com o carro	Falha no mecanismo	Realizar um treinamento com os operários
	Cabo de aço fora da roldana	Parada do processo	Operação Impropria	Realizar a manutenção preventiva
Translação longitudinal	Falha no redutor do elevador	Sistema não funciona	Quebra do eixo ou falta de lubrificação	Realizar a manutenção preventiva
Viga de Rolamento	Falha no processo de movimento do rolamento	Parada de processo	Cabeceiras param de se deslocar	Realizar a manutenção preventiva
Cabeceiras	Falha no movimento de translação	Falha na rodas ou no acionamento da ponte	As rodas param de se mover	Realizar a manutenção preventiva
Talhas	Falha na elevação da carga	Falha no tambor ou rompimento do cabo de aço	Para de elevar a carga	Verificação da quantidade de carga a ser içada
Carro Trolley	Falha no movimento na viga	Falha no movimento transversal	Falha no motor elétrico que aciona uma caixa de engrenagens	Realizar a manutenção preventiva
Rodas	Falha no movimento das rodas	Parada do processo	Falha na aba lateral ponte sai caminho de rolamento	Realizar a manutenção preventiva

## 4.2- Análise de Modos e Efeitos de Falhas

Com a apresentação das falhas funcionais da ponte rolante, identificam-se os modos de falhas e os principais efeitos através da técnica de confiabilidade. Reconhecer e avaliar as falhas potenciais que possam surgir no processo;

\* Identificar ações que possam eliminar e reduzir a chance de ocorrência dessas falhas;

\* Documentar um assunto criando um referencial técnico que possa auxiliar em revisões e desenvolvimentos futuros do processo.

Com o detalhamento e análise de todos os modos de falha da ponte rolante é possível fazer um novo programa de manutenção na busca de uma melhoria contínua, baseado neste modelo, com o objetivo de manter as atividades dos itens não avaliados e apenas modificar aqueles em que são considerados mais críticos durante o processo.

A redução de custos através da manutenção preventiva é obtida através da diferença entre o custo de mão de obra das atividades no plano original de manutenção com os novos custos de mão de obra da manutenção sugerida, na qual gera uma economia de aproximadamente R\$ 5.200,00 por mês.

Em manutenção corretiva onde teve dois modos de falha pode-se chegar em até R\$ 8.100,00 gerando em torno 70% o tempo total de reparo do equipamento, através da prática de manutenção sugerida irão prevenir as ocorrências de falhas, fazendo com que o processo funcione em que haja uma interrupção, deixando de realizar a manutenção corretiva.

A implantação da Ficha diária de checagem possibilita à manutenção intervir imediatamente ao menor sinal de anormalidade, antes mesmo que a ponte rolante entre em operação. Isto reduz o número de chamadas emergenciais em praticamente 95%.



## 5. CONCLUSÃO

Pôde-se concluir, através deste trabalho, que o FMEA se mostra como uma ferramenta de grande utilidade, refere-se ao controle da qualidade e menores custos com um aumento da produtividade da empresa. A aplicação desta técnica possibilita diminuir a probabilidade de ocorrências de falhas em projetos.

A aplicação deste método tem como objetivo reduzir os custos, devido a redução da ocorrência de falhas, retrabalhos, reparos, inspeção, recursos e paradas desnecessárias.

O FMEA é umas das ferramentas mais eficientes, de baixo risco, para prevenção de problemas e identificação de soluções eficazes em termos de custos, poupando recursos e apresentando elevados níveis de satisfação dos clientes.

Todo este método aplicado poderá trazer um aumento de desempenho do processo produtivo, uma melhor disponibilidade do equipamento e conseqüentemente um menor tempo de reparo, um aumento da vida útil do equipamento com peças e ferramentas utilizadas de acordo com seu próprio tempo e por fim uma melhora no banco de dados da manutenção. Além de transmitirem dados para habilidades e ferramentas específicas na operação de manutenção.

A implantação da Manutenção busca a reunião de várias técnicas para segurar que o equipamento da empresa continuará a realizar as devidas operações de forma eficaz, mas que deve ser amparada por uma decisão empresarial buscando objetivos e metas estabelecidas, pois algumas mudanças poderão sofrer resistências culturais ou até mesmo a desconfiança da eficácia das medidas tomadas e a criação de uma nova cultura para estabelecer a nova manutenção.

## 6. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Roberto dos Reias and ANTUNES JR, José Antonio Valle. Takt-time: concepts and contexto in Toyota Production System. *Gestão da Produção*. São Carlos – SP, vol.8, no.1, p.1-18,abr.2001

FERNANDES, J.M.R. 2005. Proposição de abordagem integrada de métodos da qualidade baseada no FMEA. Dissertação de mestrado. Pontifica Universidade Católica do Paraná, Curitiba, p. 105

GHINATO, Paulo. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*, Ed.: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza, Editora Universitaria da UFPE, Recife, 2000.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. *Manutenção produtiva total: estudo de um caso em uma empresa automobilística*. Taubaté: UNITAU, 2004.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha. GEPEQ - Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).