

TT23

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE CONFIABILIDADE NA ATIVIDADE DE
INSPEÇÃO PREDIAL**

MARLI LANZA KALIL

MARLI L. KALIL ENG^a. CIVIL, PELA FAC. DE ENG. DE SOROCABA, PÓS-GRADUADA EM
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA, MEMBRO TITULAR DO IBAPE/SP, RELATORA
DA CÂMARA DE INSPEÇÃO PREDIAL DO IBAPE/SP; DIRETORA DA CONIPE ENGENHARIA
LTDA.

ALEXANDRE MARCELO FONTES LARA

ENG. MEC.E DE PRODUÇÃO PELA FAC.DE ENG. INDUSTRIAL(FEI) PÓS-GRADUADO EM
REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO(FEI) PÓS-GRADUADO EM AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENG.
PELA UNISANTA/IBAPE-SP DIRETOR DA A&F PARTNERS CONSULTING ENG. LTDA.

XIV COBREAP - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. IBAPE/BA

NATUREZA DO TRABALHO: ACADÊMICO

Resumo: *Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de inspeção predial elaborado a partir da aplicação de ferramentas de confiabilidade sobre o sistema de transporte vertical (elevadores), com larga aplicação em prédios comerciais e residenciais. A sua aplicação auxiliará os inspetores prediais na assertiva e precisa avaliação do sistema em campo, dentro de um menor tempo possível. A sua elaboração baseou-se no estudo da ferramenta de confiabilidade (FMEA), no estudo sobre o sistema de transporte vertical por todos os integrantes do grupo, assim como, na comparação entre os resultados obtidos no estudo com a participação de especialistas e a pesquisa exploratória realizada em mais de noventa equipamentos instalados e em operação. A escolha do tema “elevadores” se deu apenas em função da necessidade de desenvolvermos a ferramenta, a qual poderá ser também desenvolvida e aplicada para os diversos sistemas que compõem a infra-estrutura predial.*

Palavras-chave: *Inspeção Predial, Confiabilidade, FMEA, Metodologia.*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	04
CAPÍTULO 1	
O PROCESSO DE FALHAS EM INFRA-ESTRUTURA PREDIAL	07
1.1 A Manutenção Predial na atualidade	07
1.2 Conceituação de Manutenção Predial	07
1.2.1 Tipos de manutenção	08
1.2.2 Como determina a melhor manutenção	09
1.2.3 Supervisão & Controle	09
1.2.4 Ciclo de vida útil de uma instalação predial	10
1.3 A origem das falhas em máquinas e instalações	12
1.4 A “Inspeção Predial” e sua importância na gestão de propriedades	12
CAPÍTULO 2	
DESENVOLVIMENTO DO EMBASAMENTO TEÓRICO PARA A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO	14
2.1 Primeiro Embasamento: Sistema avaliado	14
2.1.1 Conceituação sobre sistemas de transporte vertical (Elevadores)	14
2.1.2 Programa padrão de atendimento e manutenção	15
2.1.3 Principais riscos	16
2.1.4 Principais dificuldades no acompanhamento da manutenção e na garantia da qualidade nos serviços prestados	16
2.2 Segundo Embasamento: FMEA – Análise dos Modos e Efeitos de Falhas	16
2.2.1 Confiabilidade	17
2.2.2 Mecanismos de Análise de Falhas	18
2.2.3 Método FMEA – Análise dos Modos e Efeitos de Falha	18
2.2.3.a Procedimentos para a utilização do Método FMEA	23
2.2.3.b Desenvolvimento de Instrumentos para a Utilização da Análise de Falhas no Processo de Inspeção Predial	26
2.3 Considerações Finais sobre o Capítulo	27
CAPÍTULO 3	
DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE INSPEÇÃO EM ELEVADORES	29
3.1 Desenvolvimento do FMEA para Elevadores	29
3.2 Modelagem do Check-List de Inspeção	32
3.3 Descrição das etapas de Inspeção e aplicação do Modelo	34
3.4 Considerações Finais sobre o Capítulo	34

CAPÍTULO 4	
PESQUISA EXPLORATÓRIA	36
4.1 Definição do universo amostral a ser inspecionado	36
4.2 Aplicação da Ferramenta em Edifícios Residenciais e Comerciais	36
4.3 Análise dos resultados obtidos	38
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	50
5.1 Objetivos Alcançados	50
5.2 Temas para Pesquisas Futuras	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
WEBGRAFIA	54
BIBLIOGRAFIA	55

INTRODUÇÃO

No Brasil, a Indústria da Construção Civil tem uma participação muito importante na economia, já que representa aproximadamente 8% do Produto Interno Bruto, absorve 6,5% da População Economicamente Ativa (IBGE, 1996) e tem pela frente o desafio de um déficit habitacional estimado em 5 milhões de unidades (MAWAKDIYE, 1997, Pág. 23).

Apesar da importância que a construção civil tem na economia brasileira, esse ramo ainda apresenta índices indesejáveis para o seu desenvolvimento qualitativo, tais como: baixa produtividade, elevado índice de patologias, grande desperdício de insumos, grande incidência de retrabalhos, tendo como consequência um ambiente propício para a geração de produtos com qualidade não satisfatória (ZANFELICE, 1995, Pág. 58; LIMMER, 1997, Pág. 18; TZORTZOPOULOS, 1999, Pág. 29).

Comprovando esta afirmação, alguns estudos apontam os projetos como sendo a principal origem das patologias nas construções, sendo responsáveis por 42% das patologias em países europeus (CALAVÉRA, 1990, Pág. 56 e 1991; PICCHI, 1993, Pág. 33), 40 a 50% das falhas em edifícios segundo levantamento na década de 70 em 5 países europeus (REYGARTS, 1978, Pág. 54; PICCHI, 1993, Pág. 15), 80% das causas de “não qualidade” na Bélgica (MOTTEU & CNUUDE, 1989, Pág. 30; FRANCO & AGOPYAN, 1994, Pág. 51).

No Brasil, estudo realizado por FRANCHI, SOIBELMAM & FORMOSO (1993) concluiu que existe uma grande parcela de “não conformidades” causada por problemas relacionados ao projeto, tais como: modificações no transcórper do processo construtivo, falta de consulta ou cumprimento às especificações e detalhamento insuficiente de projeto, bem como, da incompatibilização entre os diferentes projetos. Outro fator de origem cultural e também preponderante no Brasil está relacionado a falta da figura de um comissionador (W. HOFFMANN, 2004), cuja participação desde a fase de projetos até a entrega final da obra é de suma importância para a garantia da qualidade.

Pode-se ainda considerar um terceiro e não menos importante fator, oriundo no processo de gestão profissional de ativos, atividade esta integrada a nossa realidade na década de 90, que se refere à falta de um corpo técnico próprio dentro da estrutura de gerenciamento, habilitado e capaz a avaliar a qualidade dos serviços de manutenção e operação da edificação, bem como, de diagnosticar patologias e de encaminhar as respectivas soluções.

Assim, fica caracterizada a importância do profissional auditor ou inspetor, devidamente habilitado e estruturado em nosso mercado, que passa a ter a fundamental contribuição na garantia de uma boa e segura operação predial.

Em 1999, durante o Décimo Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – X COBREAP, realizado na cidade de Porto Alegre – RS, foi abordado pela primeira vez um relato técnico sobre a **Inspeção Predial**, apresentado pelo Engenheiro e Professor TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE, objetivando não só apresentar esta nova e importante ferramenta, como também, sensibilizar aos responsáveis pelas edificações quanto à necessidade de sua aplicação.

O **Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE-SP)** elaborou e divulgou a sua Norma de Inspeção Predial, baseada na qual, o Inspetor Predial, após a vistoria e coleta de dados da edificação a ser inspecionada, deverá analisar cada anomalia encontrada a fim de classificá-la em nível CRÍTICO, nível REGULAR ou nível MÍNIMO. A Inspeção Predial poderá ser contratada em três níveis diferentes (Níveis 1, 2 ou 3).

O **Nível 1** consiste na vistoria para a identificação de anomalias aparentes, elaborada por profissional habilitado, contando com orientação técnica pertinente. Este nível se enquadra, ordinariamente, nos imóveis cuja natureza evidencia sistemas e componentes construtivos simples, tais como: casas térreas, sobrados e edifícios sem elevador.

O **Nível 2** consiste na vistoria para a identificação de anomalias aparentes identificadas com o auxílio de equipamentos, elaborada por profissionais de diversas especialidades, contendo indicação de orientações técnicas pertinentes. Esse nível se enquadra, ordinariamente, nos imóveis cuja natureza evidencia sistemas e componentes construtivos complexos, tais como: edifícios de múltiplos andares, galpões industriais, etc.

O **Nível 3** consiste na vistoria para a identificação de anomalias aparentes e das ocultas constatáveis com o auxílio de equipamentos, incluindo testes e ensaios locais ou em laboratórios específicos, elaboradas por profissionais de diversas especialidades, contendo indicação de orientações pertinentes. Este nível enquadra, ordinariamente, os imóveis com suspeita de vícios ocultos significativos.

A também ausência de parâmetros como referência para a avaliação da qualidade e eficácia dos serviços de manutenção realizados nas instalações é sentida por estes profissionais que atuam na Inspeção Predial.

Diante disto, o presente trabalho tem como objetivo determinar através da metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como **FMEA** (Failure Mode and Effect Analysis), parâmetros de referência para aplicação nas Inspeções Prediais em elevadores, embasados em conceitos de confiabilidade, auxiliando na classificação das anomalias observadas.

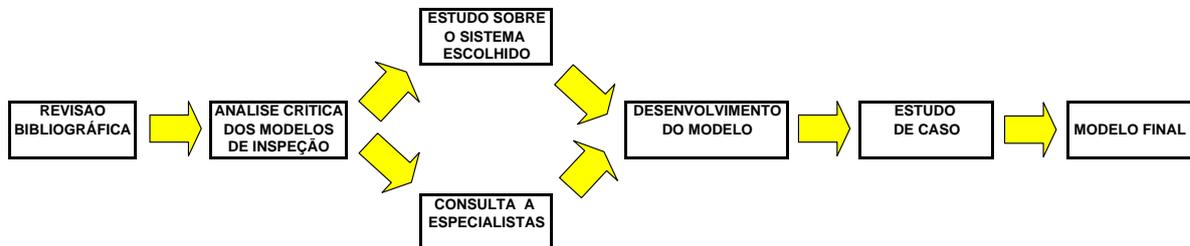
Visa contribuir para a melhoria do processo de Inspeção Predial, construindo um modelo de “check list” padrão a ser utilizado em inspeções sobre elevadores (máquinas de transporte vertical), a partir de conceitos de confiabilidade aplicados à manutenção e identificando critérios sobre como estabelecer prioridades para criticidade, através da atribuição de notas de severidade, ocorrência e detecção para as possíveis falhas de manutenção observadas.

O objetivo específico deste trabalho é comprovar que é possível estabelecer prioridades para falhas existentes em sistemas prediais, utilizando ferramentas de confiabilidade aplicadas à manutenção e a eficácia do modelo desenvolvido a partir de sua aplicação em campo.

Foram duas as hipóteses estabelecidas para servir como orientação no desenvolvimento deste trabalho, sendo ela, a fundamentação teórica embasada nos princípios e nos conceitos da FMEA – Análise dos Modos e Efeitos das Falhas é adequada para o desenvolvimento de um modelo aplicável a Inspeção Predial e o estabelecimento de um único critério para a classificação de prioridades em anomalias observadas, a partir da aplicação de notas de severidade, ocorrência e detecção definidas pela ferramenta **FMEA**, contribui para uma padronização no processo de Inspeção Predial em sistemas específicos. Para atingir os objetivos

traçados, idealizou-se um delineamento de pesquisa, conduzido conforme o conceito de MCC – Manutenção Centrada em Confiabilidade, onde se buscou a consulta e o envolvimento de especialistas na modalidade avaliada.

Figura A – Delineamento da pesquisa



A revisão bibliográfica resumiu-se na pesquisa sobre toda a bibliografia e webgrafia disponível, a matrícula de um integrante do grupo em um curso específico sobre FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) e MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade) e a difusão do conhecimento específico adquirido para os demais integrantes do grupo.

A análise crítica dos modelos de inspeção baseou-se no estudo sobre a Norma de Inspeção Predial – IBAPE-SP e na consulta a uma empresa de Gerenciamento de Ativos sobre modelos de vistoria, inspeção ou auditoria técnica aplicados.

Realizou-se o estudo sobre sistemas de transporte vertical disponíveis e seus principais componentes, além da consulta a um especialista em Elevadores para avaliar os principais tipos de falha. Estudou-se sobre a probabilidade de ocorrências para cada tipo de falha observada, pesquisou-se sobre formas de detecção que atenuassem a ocorrência de falhas, construiu-se uma tabela de Referência para a classificação das falhas e atribuição de notas pelo Inspetor Predial e elaborou-se um modelo de “check-list” para o preenchimento em campo.

A pesquisa exploratória, tipo de pesquisa selecionada para este trabalho, baseou-se na execução de inspeção em elevadores em diversos prédios residenciais e comerciais localizados na Grande São Paulo e na Região Litorânea do Estado, na compilação e análise dos resultados obtidos em campo e na aferição dos valores referenciais adotados para a classificação das anomalias encontradas, assim como, das tabelas modelo utilizadas. A pesquisa embasou-se no resultado real de Inspeções Prediais em Elevadores, portanto, em dados primários, conforme modelo de “check-list” desenvolvido, dividida entre a região da Grande São Paulo com 36 elevadores instalados em edifícios comerciais e 30 elevadores instalados em edifícios residenciais, e na região litorânea do Estado em 20 elevadores instalados em edifícios residenciais.

O modelo final de inspeção em elevadores obtido a partir do cruzamento entre o primeiro modelo definido pelo grupo, os resultados obtidos com a pesquisa exploratória e a análise de um especialista em elevadores, o Eng.º Afonso Gappo, resumiu-se em uma planilha eletrônica (Excel) contendo a classificação FMEA para cada item avaliado.

CAPÍTULO 1 – O PROCESSO DE FALHAS EM INFRA-ESTRUTURA PREDIAL

1.1 – A MANUTENÇÃO PREDIAL NA ATUALIDADE

LOURIVAL A. TAVARES (2000) já relatava em um de seus trabalhos publicados o processo evolutivo pelo qual passava a manutenção industrial e predial entre as décadas de 70 e 90. Esta evolução não se devia apenas a “invasão” dos processos asiáticos, mas também, à caracterização dada em 1975 pela Organização das Nações Unidas quanto a atividade fim desenvolvida por qualquer entidade organizada: **Produção = Operação + Manutenção**.

A partir da década de 80, com a entrada das empresas especialistas em gerenciamento de ativos no país, a atividade de manutenção predial se tornou estratégica, pois, a qualidade na prestação de serviços aos usuários de uma edificação e os respectivos custos operacionais, ganharam a devida projeção e importância dentro dos valores condominiais, considerados fundamentais atrativos no setor de comercialização de imóveis ou espaços corporativos.

Portanto, o Brasil encontra-se em meio ao desenvolvimento de novos produtos em manutenção, voltados à solução das necessidades e expectativas dos usuários de uma edificação residencial ou comercial. Outros fatores que também impulsionam o aprimoramento e a profissionalização da manutenção são a complexidade e a necessidade de valorização do empreendimento, a importância do desempenho de sua infra-estrutura, totalmente integrado ao conforto de seus usuários e à redução de custos operacionais, além do fator vida útil, comprovadamente prorrogável através da execução de uma adequada manutenção.

As estruturas de manutenção foram otimizadas e a demanda sobre especialistas tem aumentado. Como exposto em 1975 pela Organização das Nações Unidas, ainda que direcionado ao setor industrial, o produto final de uma instalação deverá ser equivalente aos resultados de outros dois componentes, sendo estes:

a) Operação:

- Ligar / desligar equipamentos e sistemas;
- Executar rondas e leituras;
- Executar atividades de controle e análise de informações;
- Proceder ao atendimento a chamados decorrentes de um “help desk”.

b) Manutenção:

- Elaborar e acompanhar o plano de manutenção;
- Estabelecer banco de dados e o histórico de manutenção;
- Analisar os resultados e revisar periodicamente o plano de trabalho (“engenharia de manutenção”).

1.2 CONCEITUAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREDIAL

Atualmente, a adequada manutenção em uma edificação tornou-se estratégica, pois, é responsável, através da aplicação de novas tecnologias e metodologias disponíveis, pelo desempenho de suas instalações e da própria edificação, garantindo a qualidade e conforto aos seus ocupantes, a longevidade de

toda a infra-estrutura que a compõe permitindo um melhor planejamento sobre investimentos, além da otimização de recursos e da redução de custos operacionais, considerados fatores preponderantes para a comercialização de espaços (custos condominiais).

1.2.1 – TIPOS DE MANUTENÇÃO

São três os tipos de manutenção comumente aplicadas em edificações residenciais ou comerciais:

a) **Manutenção Corretiva:**

Como o próprio nome sugere, manutenção corretiva refere-se a todo e qualquer serviço executado em equipamentos ou sistemas com falha.

Classe: Importância do equipamento no processo (ou serviço), se dividindo em:

- **Classe A** - Equipamento cuja parada interrompe o processo (ou serviço), levando ao faturamento cessante;
- **Classe B** - Equipamento que participa do processo (ou serviço) e cuja parada não interrompe a produção durante algum tempo;
- **Classe C** - Equipamento que não participa do processo (ou serviço).

b) **Manutenção Preventiva:**

Denomina-se manutenção preventiva a todo serviço de inspeção sistemática, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando evitar falhas; tem o caráter preventivo de intervir em máquinas e equipamentos antes da ocorrência de uma falha. São intervenções realizadas sistematicamente, a intervalos de tempos fixos, independente da condição do equipamento e, portanto, não implicam na sua interrupção ou parada inesperada. A periodicidade das intervenções é estabelecida mediante o estudo dos vários elementos que intervêm no funcionamento do equipamento, visando detectar possíveis causas de falhas e a respectivas medidas a serem adotadas para assegurar a máquina em condições aceitáveis de funcionamento.

LOURIVAL TAVARES (e-book, 2000, Pág. 44) classifica a manutenção preventiva em dois diferentes tipos, sendo:

- **Manutenção Preventiva por Tempo:** Serviços preventivos preestabelecidos através de programação (preventiva sistemática, lubrificação, inspeção ou rotina) definidas, pôr unidades calendário (dia, semana) ou pôr unidade não calendário (horas de funcionamento, quilômetros rodados etc.);
- **Manutenção Preventiva por Estado:** Serviços preventivos executados em função da condição operativa do equipamento (reparos de defeitos, preditiva, reforma / revisão geral etc.).

c) **Manutenção Preditiva:**

Parte do pressuposto de que, do ponto de vista econômico, parar uma máquina ou equipamento para executar intervenções de manutenção preventiva quando o mesmo ainda apresenta condições de operar com desempenho satisfatório, não é um procedimento admissível e deveria ser evitado.

A manutenção preditiva consiste em intervir na máquina para mantê-la com desempenho aceitável apenas na iminência de uma falha, que é determinada através do monitoramento de algumas características do equipamento, tais como: temperaturas de operação, vibração, horas de funcionamento, etc..

1.2.2 – COMO DETERMINAR A MELHOR MANUTENÇÃO

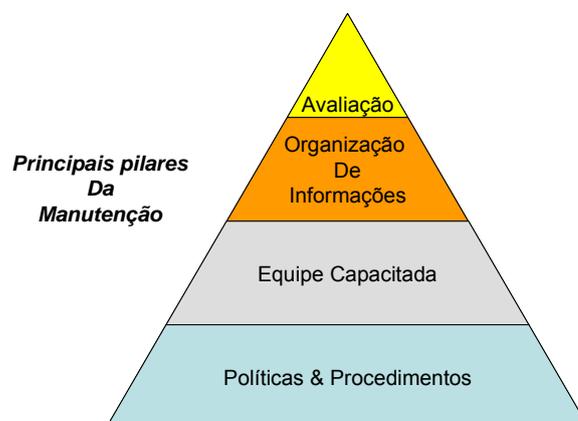
As Normas Brasileiras editadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas não definem periodicidades para a execução das atividades preventivas, e sim, especificam rotinas mínimas necessárias à uma boa manutenção. Este fato deve-se a necessidade de avaliarmos previamente a instalação ou equipamento, definindo o estado de conservação e operação, possíveis agentes externos agindo sobre o equipamento ou instalação, a sua criticidade e a sua disponibilidade em relação a uma parada programada; a esta estratégia de planejamento denominamos “Engenharia de Manutenção”.

1.2.3 – SUPERVISÃO & CONTROLE

Nos últimos dez anos, viu-se crescer de forma assustadora, o número de edifícios residenciais e comerciais considerados como alto padrão nas grandes capitais do país, e ao mesmo tempo, observamos a grande evolução tecnológica em suas instalações prediais. O enxugamento dos quadros operacionais e o crescimento da automação predial, a competitividade no mercado imobiliário que trouxe à tona a preocupação com os custos operacionais e o fortalecimento do processo de terceirização na prestação de serviços, e finalmente, a crise energética que ainda assombra este país, foram sem dúvidas, os grandes impulsionadores para que esta evolução ocorresse.

Ao observarem-se os “pilares” de sustentação de um projeto de manutenção, constata-se a grande importância não só da manutenção de um histórico, como também, da utilização de ferramentas de gestão e controle (indicadores de manutenção, dados estatísticos e relatórios gerenciais) que possibilitem ao gestor um contínuo “overview” da situação, facilitando a tomada de decisão.

Figura 1.2.3.a – Principais pilares da manutenção



Com tudo isto, o gestor de manutenção predial também precisou atualizar-se, através de técnicas de gestão de pessoas e conflitos, do conhecimento e aplicação da atividade preditiva na área predial e da busca por indicadores de qualidade e avaliação para serviços e fornecedores. A aplicação de indicadores “classe mundial” ganhou espaço no setor predial, sendo integrado em contratos de desempenho (Service Level Agreement – SLA). Além disso, a “**contratação de soluções**” requer uma estratégia clara que facilite o alinhamento entre os objetivos da empresa ou equipe de manutenção e do cliente final. Com referência a estratégia adotada, caberá ao gestor da manutenção, estabelecer:

- Metas (custo, qualidade, resultado operacional) e objetivos com a implantação do novo conceito;
- Níveis de qualidade esperados, consoante com a expectativa do cliente, e respectivas formas e frequências de acompanhamento; a cumplicidade entre as partes será fundamental para o resultado do projeto;
- Estratégia para a implantação e os respectivos prazos para o cumprimento das metas estabelecidas;
- Instrumento detalhado para a contratação quando houver a terceirização (escopo, limites de atuação, níveis de qualidade, SLA – indicadores de desempenho para a avaliação do fornecedor, a obrigatoriedade quanto a utilização de um software de manutenção e quanto a entrega de um relatório gerencial mensal).

Os indicadores de qualidade ou desempenho tornaram-se peças fundamentais no processo de gestão, devendo retratar com clareza e embasamento técnico, o desempenho do fornecedor em relação às metas e resultados estabelecidos.

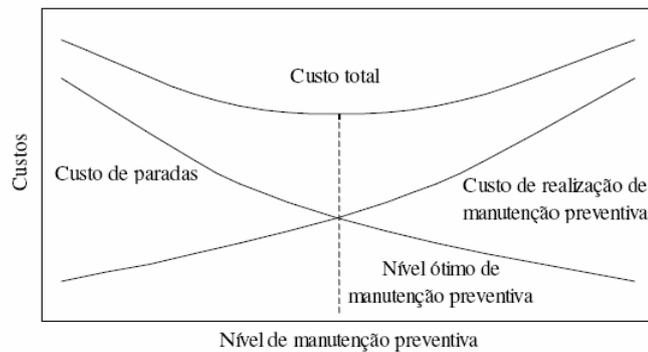
1.2.4 – CICLO DE VIDA ÚTIL DE UMA INSTALAÇÃO PREDIAL

A análise do ciclo de vida útil envolve a avaliação do custo de um equipamento ou sistema durante o período de sua vida, sendo que o custo do ciclo da vida é afetado significativamente por problemas de confiabilidade tais como frequência de falha e tempo para reparo, que estão diretamente associados ao custo total de paradas. Na maioria dos casos, planeja-se a execução de um nível mínimo regular de manutenção preventiva, o que resulta em uma probabilidade razoavelmente baixa, mas finita, de falhar. Normalmente, quanto mais frequentes os episódios de manutenção preventiva, menor será a probabilidade de ocorrerem falhas; o equilíbrio entre manutenção preventiva e manutenção corretiva é estabelecido a fim de minimizar o custo total de paradas.

Manutenção preventiva pouco freqüente apresentará custos relativamente baixos para a sua realização, mas resultará em uma alta probabilidade (e portanto, custo) de manutenção corretiva. Inversamente, uma manutenção preventiva muito freqüente será dispendiosa de realizar, mas reduzirá o custo de realização da manutenção corretiva. Como mostra a figura a seguir, ao aumenta-se o nível de manutenção preventiva, ou seja, a confiabilidade do equipamento, os custos associados com a manutenção preventiva aumentam ao passo de que os custos de manutenção corretiva diminuem.

A curva de custo total de manutenção apresenta um ponto mínimo em um nível ótimo de manutenção preventiva, assim, num nível de confiabilidade ótima, o custo total do produto é mínimo.

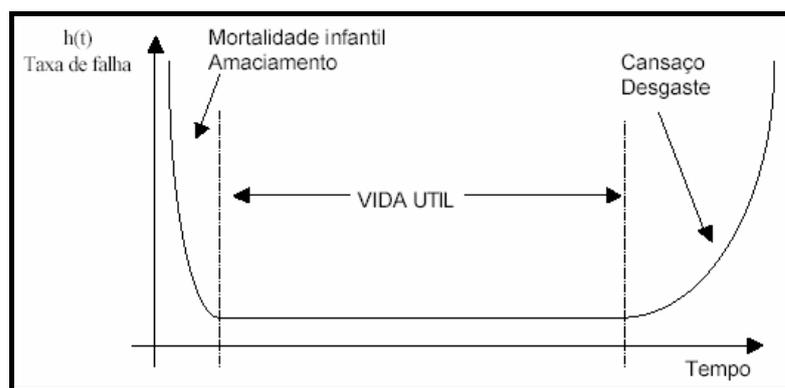
Figura 1.2.4.a – Custos associados com manutenção
 Fonte: Juran, J. M. (1991, Pág. 73)



Segundo MONGA, a maioria dos equipamentos apresenta um comportamento de falhas característico, conhecido como a “curva da banheira”, demonstrada na figura abaixo. Estes equipamentos apresentam altas taxas de falha no início de sua utilização, normalmente devido a peças defeituosas ou uso inadequado. Esta taxa de falha inicial reduz ao longo do tempo, passando a apresentar um comportamento linear durante a vida útil do equipamento. Após este período, as taxas de falha tendem a aumentar rapidamente com o desgaste natural de seus componentes. (MONGA, 1988, Pág. 91)

Segundo Weibull (1989), pode-se facilmente identificar através de uma representação gráfica (Figura 1.2.4.b), os três padrões de falha apresentados por um determinado equipamento no decorrer de sua “vida útil”.

Figura 1.2.4.b – Curva da Banheira ou do Ciclo de Vida de um Equipamento
 Fonte: Weibull (1989)



Uma instalação predial é composta por um ou mais equipamentos e por diversos outros componentes que, dadas as suas condições de instalação, operação e manutenção, poderão sofrer desgastes em momentos diferentes. Para analisar-se a “vida útil” de uma instalação, precisa-se considerar a “vida útil” de cada um de seus “componentes”, relacionada ao seu fator “peso” no desempenho do conjunto.

Deve-se fazer uma análise apurada neste tipo de situação, pois a exemplo de um único equipamento que contenha diversos componentes, a “instalação” poderá ter a sua “*vida útil*” alterada ou não, com a substituição de equipamentos individuais que tenham atingido o estado total de obsolescência.

1.3 A ORIGEM DAS FALHAS EM MÁQUINAS E INSTALAÇÕES

As origens das falhas em máquinas e instalações estão geralmente nos defeitos apresentados pelos seus diversos componentes. Uma máquina invariavelmente falhará quando apenas um componente, vital à sua operação, estiver danificado ou apresente um mau funcionamento. Portanto, um primeiro passo a fim de reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas é o de identificar as diferentes causas das possíveis falhas em cada um de seus componentes. Segundo DRAPINSKI (1979, Pág. 154), as origens das falhas podem ser agrupadas da seguinte forma:

- **Falhas no projeto:** A máquina ou alguns de seus componentes não corresponde às necessidades do serviço para o qual ela foi projetada. Por exemplo: dimensões, rotação e condições de operação;
- **Falhas na fabricação (de componentes):** Como exemplo, pode-se citar: trincas, concentrações de tensões e folgas exageradas ou insuficientes;
- **Instalação imprópria:** Como exemplo, pode-se citar a sobrecarga ou a exposição do equipamento a elementos externos não previstos em projetos;
- **Manutenção imprópria:** Como exemplo, cita-se a falta de lubrificação ou a perda de eficiência de um trocador de calor pela presença de sujeira nas áreas de troca;
- **Operação imprópria:** Como exemplo, pode-se citar: seqüência de operação inadequada, a sobrecarga (de trabalho), choques ou operações manuais (ajustes e regulagens) inadequados.

1.4 A “INSPEÇÃO PREDIAL” E SUA IMPORTÂNCIA NA GESTÃO DE PROPRIEDADES

Equipes enxutas de gestão da manutenção não possibilitam mais a fiscalização de serviços em campo, minimizando a aferição da qualidade de atividades de manutenção desenvolvidas e dificultando a troca de informações (“feedback”) que contribui para o desenvolvimento de um fornecedor. O acompanhamento de controles estatísticos sobre o processo de manutenção é insuficiente para a determinação da qualidade dos serviços prestados.

Grande aliada ao controle estatístico de um processo de manutenção, a inspeção predial, efetuada periodicamente por profissional capacitado, nos auxiliará a complementar a avaliação dos serviços contratados quanto a:

- Ao estado de conservação (aspecto visual, nível de ruídos, existência de vazamentos, etc.) das instalações;

- Segurança nas instalações: Shafts e salas de máquinas devidamente trancadas (acesso restrito), a manutenção das proteções físicas em painéis elétricos, etc.;
- Organização no trabalho: ambientes limpos, oficinas organizadas, cuidados na execução de tarefas em relação ao local, etc.;
- Respeito às normas de segurança (internas e legais).

Para tal, deve-se elaborar um formulário de inspeção, prático e objetivo, onde todas as informações importantes coletadas em campo sejam registradas para posterior discussão com o seu fornecedor. Recomenda-se o seu desenvolvimento juntamente com o responsável técnico da prestadora de serviços de manutenção, o que agilizará o alinhamento entre a real expectativa do cliente final e o entendimento que o fornecedor tem do contrato.

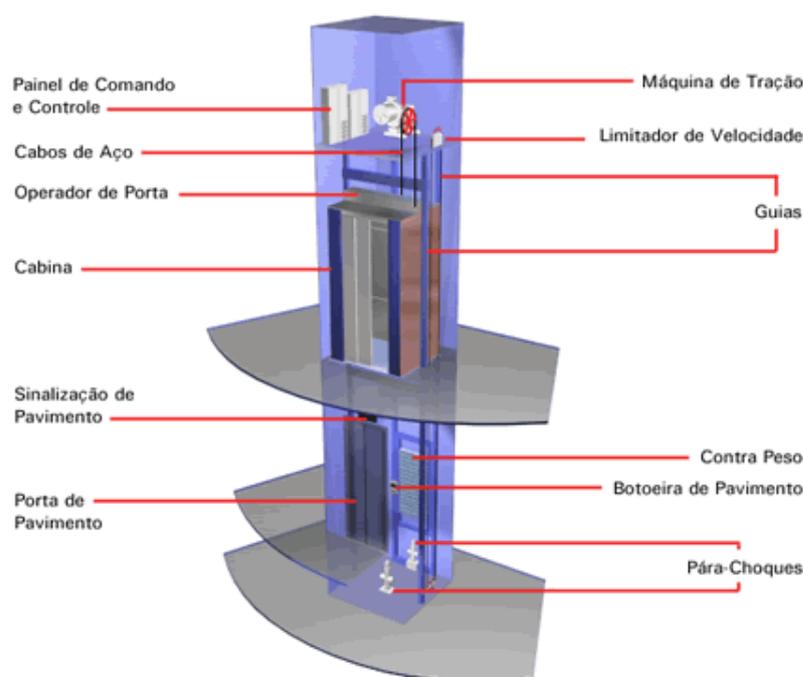
CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DO EMBASAMENTO TEÓRICO PARA A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO

2.1 – PRIMEIRO EMBASAMENTO: SISTEMA AVALIADO

2.1.1 – CONCEITUAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE TRANSPORTE VERTICAL (ELEVADORES)

Os sistemas conhecidos como de “transportes verticais de passageiros” são divididos em duas grandes famílias, sendo elas elevadores e escadas ou esteiras rolantes, considerados bastante seguros, pois, são dotados de diversos sistemas de segurança e proteção. O sistema de elevadores é composto por quatro principais subsistemas, sendo eles a sala de máquinas, o poço, o carro / a cabina e os pavimentos. Em todos estes subsistemas existem componentes que interagem em sua operação e que requerem manutenção e supervisão periódica.

Figura 2.1.1.a – Componentes principais em um elevador.
Fonte: Elevadores Otis (2005)



Os principais componentes em cada subsistema são:

a) Cabina:

- Botoeiras internas
- Acionamento / Sistema de alarme
- Iluminação de emergência
- Sistema de ventilação forçada (opcional)
- Sinalização obrigatória para deficientes visuais (Braille)
- Sensores e Operadores de Porta

- Acabamento interno (piso, paredes e forro)
- Saída de emergência (para resgate)
- Placas obrigatórias de sinalização (fabricante, mantenedora, capacidade e número de registro na prefeitura, se o local de instalação for na cidade de SP)

b) Caixa e Poço:

- Contrapeso
- Pára-choques
- Sistema de iluminação
- Guias
- Cabeamentos da infra-estrutura elétrica

c) Casa de Máquinas:

- Máquina de tração
- Limitador de velocidade
- Painel de comando e controle
- Cabos / sistema de lubrificação externa (visualização)
- Sistema de baterias para iluminação de emergência
- Infra-estrutura para alimentação das máquinas de tração (calhas no piso)

d) Pavimentos:

- Porta e Botoeira de pavimento
- Sinalização de pavimento (direção do carro)
- Placas obrigatórias de sinalização (leis e decretos)
- Acabamentos em batentes e soleiras de porta

De uma forma geral, grande parte dos elevadores hoje em operação apresentam estas mesmas características, divergindo apenas na existência ou não de casas de máquinas (equipamentos modernos e de menor capacidade) e em seu sistema de comando e controle (a relés ou microprocessados).

2.1.2 – PROGRAMA PADRÃO DE ATENDIMENTO E MANUTENÇÃO

Todos os sistemas citados anteriormente requerem supervisão constante e uma manutenção periódica executada por seu fabricante ou por empresa especializada, homologada pelo fabricante e pelo cliente final.

Existem hoje em nosso mercado, duas formas de contratação de uma manutenção:

- Contratos de Conservação: Manutenção sem a aplicação de peças (não incluídas no contrato)
- Contratos de Manutenção: Manutenção com a aplicação de peças, salvo algumas restrições.

Para ambas as formas, existem atendimentos corretivos ou emergenciais padrões (24 horas) oferecidos pela mantenedora, com prazos de atendimento diferenciados dependendo-se do horário da solicitação e do local de instalação.

2.1.3 – PRINCIPAIS RISCOS

Apesar de seguros, estes sistemas de transporte vertical precisam de um constante acompanhamento por parte de seus usuários e mantenedora, além de uma adequada manutenção preventiva.

Sem os devidos cuidados, podemos destacar como principais riscos:

- Acidentes com portas do elevador (falha no sensor de portas ou fechamento irregular de portas);
- Acidentes na entrada ou saída da cabina devido ao desnível em relação ao pavimento destino;
- Falha no operador de porta permitindo a sua abertura, antes mesmo da parada do carro no pavimento, incorrendo em graves acidentes;
- Falta de manutenção ou manutenção inadequada nos sistemas de segurança, tais como limitadores de velocidade e pára-choques no poço, incorrendo em riscos de acidente;
- Externos tais como infiltrações sobre equipamentos, etc...

Enfim, apesar de requererem-se alguns cuidados em sua operação, principalmente por parte de jovens ou crianças, pode-se observar a decorrência de grande parte dos riscos, a partir de uma manutenção inadequada.

2.1.4 – PRINCIPAIS DIFICULDADES NO ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO E NA GARANTIA DA QUALIDADE NOS SERVIÇOS PRESTADOS

Embora se tenha observado o investimento efetuado pelas prestadoras de serviço, a falta de conhecimento técnico (manutenção e operação) e operacional (procedimentos de emergência) sobre o produto permite com que o contratante não consiga acompanhar serviços de manutenção preventiva ou corretiva, impossibilitando-o também à avaliar qualitativamente os serviços prestados, sem o auxílio de profissionais especialistas. Outro fator também importante é a precariedade no fornecimento de informações por parte das mantenedoras, ou seja, na emissão de relatórios onde constem os históricos de manutenção dos equipamentos atendidos, além da distância entre o responsável técnico da empresa e as centenas ou milhares de equipamentos por ela atendidos.

Por fim, a existência de contratos padronizados entre as mantenedoras, impedindo a inclusão de condições específicas sobre os seus clientes, acaba por inibir ou mesmo impossibilitar ações contra as prestadoras de serviço.

2.2 – SEGUNDO EMBASAMENTO: FMEA – ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHAS

Com o processo da globalização dos mercados, dois fatores apresentaram uma evolução bastante acentuada, tornando-se estratégicos para as empresas, quais sejam: a Responsabilidade e a Confiabilidade (JUNQUEIRA, 1994; FREITAS & COLOSIMO, 1997).

Esta busca da melhoria contínua também é destacada pela Norma NBR ISO 9001 (ABNT, 1994, p.2), que “especifica requisitos de sistema da qualidade para uso onde há necessidade de demonstrar a capacidade do fornecedor para projetar e fornecer produtos conformes. Os requisitos especificados destinam-se primordialmente à obtenção da satisfação do cliente pela prevenção de não-conformidades em todos os estágios desde o projeto até os serviços associados.”

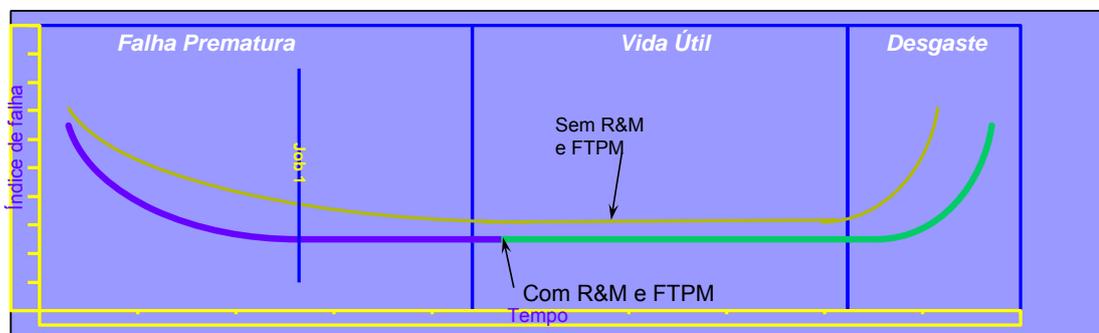
Com base nestes objetivos, um dos itens especificados por esta Norma é a realização de análises críticas sistemáticas de projeto, identificando problemas e propondo ações de acompanhamento. Verifica-se assim que nos diversos processos deverão existir mecanismos para detecção de possíveis problemas e seus respectivos tratamentos, com o objetivo de assegurar a confiabilidade dos resultados.

2.2.1 – CONFIABILIDADE

Segundo JURAN & GRZYNA (1991b, p.26), “confiabilidade é a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições estipuladas durante um determinado período de tempo”.

PICCHI (1993) observa que a confiabilidade é definida como uma probabilidade, que depende do tempo, destacando a caracterização de três períodos para variação da taxa de falhas no tempo. Esta variação da taxa de falhas no tempo é ilustrada na figura 2.2.1.a.

Figura 2.2.1.a – “Curva da bacia”.
Fonte: Lourival Tavares (e-book, 2002)



Observando-se o gráfico, notam-se os três períodos característicos da variação da taxa de falhas no tempo, destacados por PICCHI (1993):

- Período de mortalidade infantil ou falha prematura: neste período inicial de utilização, normalmente ocorrem falhas precoces oriundas de deficiências de materiais, processos e montagem;
- Período da vida útil: no decorrer da vida útil do sistema, há uma ocorrência aleatória de falhas, conhecidas como falhas casuais. Este é o período de maior interesse dos estudos de confiabilidade;
- Período de desgaste: neste período a taxa de falhas cresce, diminuindo consideravelmente a probabilidade de um sistema sobreviver, mantendo seu desempenho.

2.2.2 – MECANISMOS DE ANÁLISE DE FALHAS

FREITAS & COLOSIMO (1997) apresentam quatro ferramentas para a análise de falhas, quais sejam: *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA* ou *Análise do Modo e Efeito de Falhas*, *Fault Tree Analysis* ou *Análise da Árvore de Falhas - FTA* e *Análise de Tempo de Falha e Testes de Vida Acelerados*.

Neste trabalho será analisada apenas a ferramenta **FMEA**, da qual se extraíram os conceitos aplicados ao modelo em estudo.

Segundo HELMAN & ANDERY (1995) o método **FMEA** possibilita melhorar o sistema para o qual é aplicado, mediante a detecção de pontos problemáticos, relacionando as possíveis falhas em seus elementos ou componentes e estudando as suas conseqüências no sistema como um todo. Este método pode ser aplicado nas seguintes situações:

- Na melhoria de um produto já existente ou processo já em operação, a partir da identificação das causas das falhas ocorridas e o estudo para a sua correção ou tratamento;
- Na detecção e tratamento de causas de falhas potenciais (antes que aconteçam) em produtos ou processos já em operação;
- Na detecção e tratamento das causas de falhas potenciais (antes que aconteçam) em produtos ou processos, ainda na fase de projeto.

Resumidamente, pode-se relacionar ao **FMEA** como:

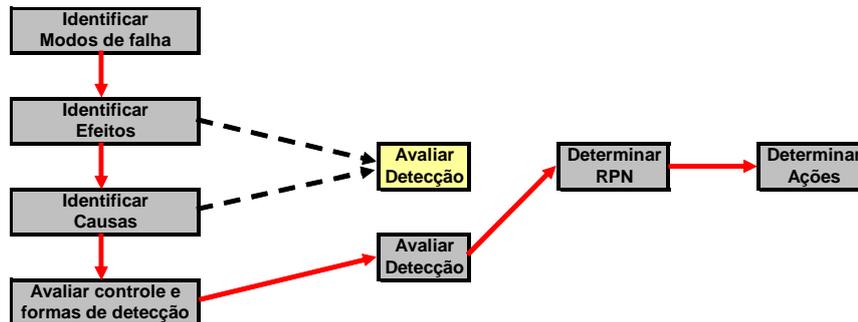
- Uma ferramenta para a prevenção de problemas;
- Uma abordagem eficiente para a coordenação e a atualização de novos avanços ou para a incorporação de revisões;
- Um verdadeiro diário do projeto, processo ou serviço analisado;
- Uma ferramenta de equipe.

Na manutenção, esta metodologia é aplicada para a identificação dos principais problemas que a afetam (desempenho, resultados, etc..) e de suas respectivas soluções a serem implementadas pela equipe de **FMEA**.

2.2.3 – MÉTODO FMEA – ANÁLISE DOS MODOS E EFEITOS DE FALHA

O FMEA é uma ferramenta de “**gerenciamento de risco**” que tem por objetivo, através da participação de um grupo de “**especialistas**”, identificar os possíveis modos de falhas de um dado produto ou processo, suas respectivas causas, assim como, os efeitos dessas sobre o seu cliente (comprador, processo subsequente, etc.) ou empreendimento. Reunido todo o conhecimento dos “**especialistas**” sobre o sistema, produto ou serviço a ser analisado e através de sua metodologia, a ferramenta nos permite determinar os principais riscos envolvidos e definir ações que visam reduzir ou eliminar a chance de tais falhas virem a ocorrer novamente. A cada sucesso obtido com a aplicação da ferramenta e a conseqüente realização de uma nova análise pelo grupo de “**especialistas**”, constrói-se o histórico de estudo e atuações sobre o projeto, produto ou serviço avaliado.

Figura 2.2.3.a – Roteiro de Implementação do FMEA
Fonte: Apresentação - Hammet (2000).



Todas as informações e dados levantados são então reunidos em um documento, na forma de uma tabela, que permite a rápida compreensão e avaliação dos resultados obtidos. Existem duas formas de se analisar os resultados obtidos, sendo elas:

- **Tradicional:** Através do número de prioridade de risco (**NPR**);
- **Mais visual e preventiva:** Através da construção de um gráfico em que num eixo indica-se a possibilidade de ocorrência de um dado modo de falha ou suas causas e no outro a sua severidade (impacto da falha sobre ao cliente).

Os objetivos associados ao **FMEA** têm sido aplicados desde tempos mais remotos, quando ainda não se adotava nenhum procedimento quanto a sua documentação e quando o seu desenvolvimento não seguia nenhuma metodologia específica; como exemplo deste tipo de aplicação, podemos citar o “**brain storming**” de cientistas e pesquisadores, tentando imaginar como aquilo que haviam produzido ou idealizado poderia vir a falhar e como tal situação se processaria.

O primeiro método associado àquilo que o **FMEA** se propõe foi desenvolvido pelo exército norte-americano, através do procedimento militar MIL-P-1629, datado de 9 de novembro de 1949, intitulado *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*, usado na determinação dos efeitos das falhas de sistemas e equipamentos, classificados segundo o seu impacto sobre o sucesso da missão e sobre as condições de segurança referentes ao pessoal e aos equipamentos.

Na década de 60, o **FMEA** foi amplamente utilizado pela indústria e agências de pesquisa aeroespacial (NASA) e teve papel significativo no sucesso da primeira viagem tripulada à lua. Na década de 80, a Ford Motor Company, após a desastrosa performance do modelo Ford Pinto, adotou o FMEA e passou a aplicá-lo nas áreas de projeto e manufatura. Ao final da mesma década, através de uma força de trabalho composta por representantes da Chrysler Corporation, Ford Motor Company e General Motors Corporation desenvolveu-se a norma **QS 9000**, passando a contemplar o **FMEA** como uma das ferramentas de planejamento avançado da qualidade.

Em fevereiro de 1993, a AIAG (Automotive Industry Action Group) e a ASQC (American Society for Quality Control) patentearam os padrões relacionados ao FMEA, criando um manual; o mesmo vale para a SAE (Society of Automotive Engineers), detentora do procedimento SAE J-1739 que trata do **FMEA**.

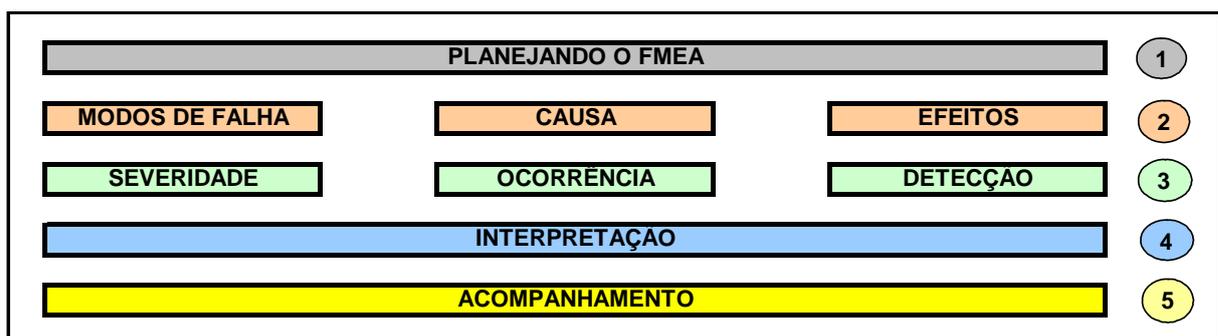
Desde o seu desenvolvimento como ferramenta de qualidade, alguns tipos de **FMEA** foram criados para que atendessem as diferentes fases de um projeto, produto ou processo, sendo elas:

- FMEA de Sistema;
- FMEA de Projeto;
- FMEA de Processo;
- FMEA de Logística;
- FMEA de Segurança.

Outros tipos de análise muito semelhantes ao **FMEA** têm sido utilizadas para identificar problemas potenciais e medidas corretivas apropriadas. Em geral, estas análises são chamadas de: Análise da Casualidade; Análise da Casualidade da Falha; Análise da Importância; Análise do Risco; Análise de Efeitos, Modos de Falha e Importância (FMECA – Failure Modes, Effects and Criticality Analysis).

É importante considerar que, independentemente do tipo de **FMEA** escolhido e aplicado, o envolvimento de um grupo de especialistas e conhecedores do item avaliado será de suma importância para o resultado obtido.

Figura 2.2.3.b – Elementos Básicos do FMEA.



Para entender melhor a metodologia do **FMEA**, deve-se explorar todos os elementos necessários à sua execução:

1. Planejamento:

Considerada como fundamental, o planejamento do **FMEA** requer não só a escolha do projeto de **FMEA** com o maior potencial de retorno de qualidade e confiabilidade, como também, a escolha de um coordenador que conheça a ferramenta e do grupo de **especialistas** envolvidos, a partir do estabelecimento de seus objetivos.

2. Desenvolvimento da ferramenta (Respondendo às três perguntas):

Escolheu-se o projeto a ser estudado, objetivando-se através de um sistema de “brain storming” entre os especialistas envolvidos, responder às três seguintes perguntas:

- **Modos de Falha:** Como o projeto, produto, sistema ou processo analisado poderá falhar (disfunção)?

- **Causa:** Por que ele falhará? / O que pode levar a falha?
- **Efeitos:** O que acontecerá ao falhar? / Quais serão as conseqüências das falhas?

Da mesma forma que ocorre em um processo de “brain storming”, colocações similares (com o mesmo significado) deverão ser agrupadas e todas as informações deverão estar claramente apresentadas.

3. Identificação dos modos de falha mais importantes:

Nesta etapa, a qual podemos considerar como uma das mais importantes em todo o processo, o grupo de **especialistas** precisará:

- Definir uma tabela de pesos / notas para as diferentes possibilidades de “severidade”, “ocorrência” e “detecção”, baseadas em suas experiências;

Figura 2.2.3.c – Exemplo de tabela de pesos do FMEA.

NOTA	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
1	PEQUENO	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca pequena redução da performance • Pode gerar perda gradual de eficiência • O usuário percebe a falha • O usuário não ficará significativamente insatisfeito
2	MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca progressiva degradação • Provoca ineficiência • O usuário ficará insatisfeito • O usuário reclamara do ocorrido
3	GRAVE	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema não desempenha a sua função • Aumenta a insatisfação do usuário
4	MUITO GRAVE (risco de Catástrofe)	<ul style="list-style-type: none"> • Afeta a segurança • Não cumpre as disposições legais • Torna o sistema indisponível

Para isto, precisou-se que os conceitos de “severidade”, “ocorrência” e “detecção” estivessem bem claros para todo o grupo, possibilitando a correta atribuição de pesos.

O termo “**severidade**” traduz o peso / a influência do modo de falha analisado sobre o produto, processo ou projeto. Como exemplo, podemos observar a coluna intitulada como “descrição” na figura 2.2.3.c.

O termo “**ocorrência**” refere-se à probabilidade de uma determinada causa de falha vir a ocorrer, ou seja, se ela é pequena (remota), moderada (ocorre esporadicamente e aleatoriamente), grave (ocorre de forma intermitente) ou muito grave (ocorre constantemente).

Note-se que esta avaliação / classificação (vide coluna intitulada como “classificação” na figura 2.2.3.c) dependerá exclusivamente da experiência do grupo participante ou de um histórico sobre o projeto, produto ou processo avaliado.

O termo “**detecção**” exprime a possibilidade de um determinado efeito de causa ser previamente / preventivamente identificado, através de ações como inspeções periódicas ou rotinas operacionais, antes mesmo de sua ocorrência. Desta forma, ao invés da seqüência de notas atribuídas aos outros dois termos, onde quanto maior o evento, maior o peso atribuído, a detecção terá uma maior nota atribuída para quando houver uma possibilidade remota de sua detecção. Em resumo, quanto menor a possibilidade de detecção ou menor seja o número de instrumentos (inspeções ou rotinas operacionais) que nos permitam detectá-la, maior será o risco e, portanto, o seu peso.

Figura 2.2.3.d – Atribuição de notas para o FMEA.

NOTAS PARA A OCORRÊNCIA (qual é a probabilidade de parar o sistema) qto > a probabilidade. < a nota		NOTAS PARA DETECÇÃO (qual o potencial de detectarmos a falha ANTES que ela aconteça) qto > a ocorrência > é a nota		NOTAS PARA SEVERIDADE (qual é a gravidade do efeito da falha) qto > a gravidade > a nota	
1	Improvável	1	Alta	1	Pequeno
2	Pequena	2	Moderada	2	Moderado
3	Moderada	3	Pequena	3	Grave
4	Alta	4	Remota	4	Muito grave

- Atribuir pesos ou notas para “severidade”, “ocorrência” e “detecção”, multiplicando-as uma pelas outras (produto das três notas) para se obter o **NPR** (Nível de Prioridade e Risco).

Esta atribuição de nota ou peso deverá ser de cunho individual, lançada em uma planilha onde todos os participantes do grupo possam observar a opinião individual de cada um e para que sejam discutidas em grupo. Ao contrário de um simples processo de votação, a nota final atribuída à “severidade”, “ocorrência” e “detecção”, baseado no critério estabelecido pela própria metodologia **FMEA**, não poderá ser uma média de todas as notas, ou seja, deverá ser fruto de um consenso de todo o grupo.

Portanto, para obter-se resultado com a aplicação desta metodologia, deve-se agir sempre a partir do consenso do grupo, e por esta razão, o desenvolvimento de um estudo com o **FMEA** poderá durar um tempo superior ao inicialmente estimado pelo grupo; nestas situações, faz-se necessária a presença do líder com experiência na condução de equipes de **FMEA**.

Também é importante entender que a ferramenta possibilita ao grupo observar itens ou ações faltantes no processo estudado; um bom exemplo é a classificação de **detecção** (possibilidade de detecção de uma causa antes de sua ocorrência) para um determinado modo de falha, onde a simples ausência de uma rotina periódica de vistoria, através da qual se poderia antecipar à falha, deixaria claro ao grupo o “**baixo potencial de detecção da causa de falha**”, ou seja, a aplicação de uma maior nota ou peso para esta classificação, alterando o resultado do produto entre as três classificações e influenciando a ordem final de prioridades (**NPR**).

4. Interpretar e selecionar os modos de falha potenciais:

Nesta etapa, após o cálculo final do **NPR** para cada uma das possibilidades avaliadas:

- Discutiu-se (o grupo) e aferiram-se os resultados obtidos, retomando a discussão sobre pesos ou notas quando necessário;
- Enumerou-se em ordem decrescente os diferentes **NPRs** a fim de que os itens considerados como de maior prioridade possam ser facilmente conhecidos;
- Estabeleceu-se uma linha de corte sobre os itens menos prioritários (o grupo decidiu onde passará a linha de corte), separando os principais itens (maior **NPR**) a serem estudados / atacados;
- Estabeleceram-se ações, responsáveis e prazos para solução (principais itens a serem atacados).

5. Acompanhamento do trabalho:

O acompanhamento do trabalho ocorre em duas etapas em um processo de **FMEA**, sendo elas:

- Coleta do resultado das ações tomadas;
- Realimentação da planilha / ferramenta **FMEA** em sua próxima revisão.

É importante salientar que ao tratarmos de modos de falha que influenciem em características dimensionais (quantitativas) ou qualitativas de um determinado produto, deveremos contar com acompanhamentos prévios utilizando-se métodos estatísticos, a fim de que possamos extrair reais benefícios da ferramenta **FMEA**.

2.2.3.a – PROCEDIMENTOS PARA A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO FMEA

Um dos erros mais comuns na implementação do **FMEA** é a falta de planejamento. Com certa frequência, equipes de trabalho decidem por elaborar o formulário **FMEA** imediatamente, listando a função mais óbvia, os modos de falhas e os subseqüentes efeitos, tentando passar diretamente às ações recomendadas. É muito provável que os que possuem experiência prática nas aplicações do **FMEA** sejam capazes de identificar, em primeira mão, alguns dos problemas atribuídos ao desenvolvimento de **FMEAs** sem planejá-las. Muitos desses problemas surgem sob a forma de perguntas ou estimulam discussões prolongadas como, por exemplo:

- Como definir o responsável / coordenador do **FMEA**?
O responsável deve, além de conhecer a ferramenta, ter experiência na condução de trabalhos com equipes, visando obter resultados.
- Como selecionar e convidar os participantes?
Os integrantes do grupo de “**especialistas**” devem conhecer o problema (produto, processo ou projeto) a ser estudado.
- Deve-se avaliar o sistema, o subsistema ou os componentes individuais (de cima para baixo ou de baixo para cima)?
O desenvolvimento do **FMEA** no formato “top-down” (de cima para baixo), ou seja, partindo do estudo do sistema como um todo (macro), passando então ao nível de seus subsistemas e componentes, acabam por registrar uma maior

concentração da análise sobre componentes e não sobre o sistema, produto ou processo como um todo. Este é um cuidado que precisa ser tomado. A abordagem “bottom-up” (de baixo para cima), como sugere o termo, começa no desenvolvimento de **FMEAs** no nível de componentes individuais, que acabam servindo como “inputs” para os **FMEAs** no nível de subsistema, juntando-se posteriormente para auxiliar o desenvolvimento do **FMEA** do sistema. Esta é uma decisão que precisa ser tomada ainda na fase de planejamento, considerando o objetivo que se deseja atingir.

- Quando se deve começar um **FMEA**?
Como pudemos observar com os diferentes tipos de **FMEA**, a sua aplicação é bastante abrangente e justificada apenas pela identificação de uma necessidade.
- Deve-se classificar a ocorrência e a detecção do modo de falha ou devemos classificar a ocorrência e detecção da causa?
A equipe de “**especialistas**” deverá decidir e concordar em relação a abordagem para classificação, uma vez que ambas conduzem ao mesmo resultado. Os **FMEAs** desenvolvidos mais recentemente nos mostram que a classificação da ocorrência e detecção das causas é mais objetiva, sendo esta tendência refletida nos formulários atuais.
- Que classificação se deve atribuir às escalas?
O ajuste das escalas de classificação e a elaboração de definições bastante específicas para cada um dos valores das escalas antes do desenvolvimento do **FMEA** economizará tempo de desenvolvimento, aumentando a precisão das classificações dadas por cada membro do grupo. O grupo de “**especialistas**” deverá elaborar ou aferir as escalas a serem utilizadas no desenvolvimento; não existe nenhuma regra rígida quanto a não elaboração de uma tabela específica para o seu desenvolvimento, embora a prática mais comum em algumas organizações seja a transferência das diretrizes de escalas existentes ou de escalas genéricas dos manuais da empresa diretamente para os procedimentos internos do **FMEA**.
- Como se podem atribuir valores com eficiência e precisão quando a equipe não chega a um acordo?
Como observamos anteriormente (figura 2.2.3.f), recomenda-se o consenso do grupo ao redor de uma determinada avaliação, permitindo-se que os extremos observados tenham as suas justificativas repassadas à todo o grupo. Embora não se recomende a adoção de uma nota média quando da existência de extremos, esta situação ainda é encontrada quando não se atinge o consenso do grupo.
- Deve-se elaborar o **FMEA** avaliando cada modo de falha da esquerda para a direita ou há alguma vantagem em construir inteiramente cada coluna antes de passar à coluna seguinte?
Uma importante regra básica do **FMEA** é o desenvolvimento do trabalho de forma independente, coluna por coluna.
- Como saber se a equipe está no caminho certo?

Esta pergunta deverá ser repedita ao longo do desenvolvimento do trabalho, permitindo a reflexão periódica do grupo.

Para desenvolvimento do FMEA, é recomendável a utilização de um formulário para o registro das informações coletadas durante as diversas etapas do FMEA. Este formulário deverá registrar algumas informações básicas, que ajudarão num melhor gerenciamento de atividades futuras.

- **FMEA Nº:** Número seqüencial do FMEA
- **DATA DA ELABORAÇÃO:** Indicar a data do início da elaboração do FMEA
- **DESCRIÇÃO DO PRODUTO/PROCESSO:** Descrição do produto ou processo que está sendo analisado.
- **CÓDIGO DO PRODUTO:** Indicar o código do produto.
- **APLICAÇÃO/CLIENTE:** Indicar o código do conjunto final, nome do produto e cliente.
- **FUNÇÃO DO PRODUTO/PROCESSO:** Descrever de forma resumida a função do produto ou processo.
- **COORDENADOR/PATICIPANTES (Nome e Área):** Indicar o nome e a área do FMEA.
- **DATA DA REVISÃO:** Indicar as datas em que foram efetuadas revisões do FMEA. Esta informação é muito importante para a construção de um histórico de todo o trabalho.
- **RESPONSÁVEL:** Indicar o responsável pela revisão do FMEA.
- **DESCRIÇÃO DO PROCESSO:** Descrição resumida do processo que se esta analisando.

Uma vez desenvolvida a ferramenta conforme descrito no item 3.2.1 deste trabalho, o grupo de “**especialistas**” avaliará o índice de risco (**$R = S \times O \times D$**), que é o produto dos índices de “Severidade”, “Ocorrência” e “Detecção”. Seu objetivo é somente indicar prioridades às ações recomendadas.

Para se verificar a necessidade ou não de ações corretivas, devem ser analisados conjuntamente os índices de “Severidade”, “Ocorrência” e “Detecção”. A simples análise ou comparação do risco não é suficiente para esta decisão. Como exemplo, pode-se rever a situação envolvendo a análise de elevadores de param em desnível com os pavimentos para um edifício comercial onde exista uma ronda diária e matinal facilitando a detecção do problema e para um segundo edifício comercial onde não se tenha nenhuma ação preventiva, além da visita mensal da mantenedora.

- Situação 1: Edifício comercial onde se execute uma ronda matinal e diária para a identificação da **parada em desnível** do elevador (em relação ao pavimento):
Do anexo D – Item 2.2 – Proporciona viagem com falta de segurança :
Ocorrência: 2
Detecção (ronda diária além do contrato de manutenção): 2
Severidade: 4
SxOxD = 16

- Situação 2: O mesmo edifício com as mesmas características mas, sem nenhuma ronda preventiva:
Do anexo D – Item 2.2 – Proporciona viagem com falta de segurança :
Ocorrência: 2
Deteção (sem ronda diária; somente o contrato de manutenção): 3
Severidade: 4
SxOxD = 24

Neste caso, o grupo deverá analisar os pesos que influenciaram os **NPR**, identificando a importância de se melhorar o potencial de detecção na situação 2 estudada acima e definindo como ação a implantação de uma ronda ou check list diário a ser executado pela equipe local de operação.

Ou seja, é fundamental que o grupo de **FMEA** analise criteriosamente os resultados obtidos.

Por fim, se recomenda a atribuição de responsabilidades para as ações corretivas identificadas pelo grupo de trabalho e o posterior acompanhamento.

2.2.3.b – DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTOS PARA A UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE FALHAS NO PROCESSO DE INSPEÇÃO PREDIAL

A escolha do tema, ou seja, pelo desenvolvimento de um instrumento construído a partir de uma ferramenta de confiabilidade conhecida mundialmente, se deu em função de também sentirmos, como inspetores prediais, a falta de um maior direcionamento quando da atribuição de índices de criticidade ou prioridade, às anomalias observadas em campo.

Conforme brilhante estudo elaborado e apresentado pelo Professor e Engenheiro TITO LÍVIO FERREIRA GOMIDE, já se sente a falta de sistemas de classificação de riscos e prioridades que complementem a própria Norma de Inspeção Predial elaborada pelo **IBAPE-SP (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias)**. A adaptação do sistema GUT de Kepner e Tregoe apresentada a seguir requer que o Inspetor Predial, após a vistoria e coleta de dados da edificação a ser inspecionada, analise cada anomalia encontrada a fim de classificá-la em nível CRÍTICO, nível REGULAR ou nível MÍNIMO.

Para que esta classificação seja efetuada, o inspetor deverá basear-se e extrair os três pesos que serão multiplicados, a partir das seguintes tabelas:

a) Criticidade

GRAU	CRITICIDADE	PESO
Total	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou da própria edificação	10
Alta	Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou à edificação	8
Média	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou da edificação	6
Baixa	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	3
Nenhuma		1

b) Urgência / Ocorrência do evento

GRAU	URGÊNCIA	PESO
Total	Evento em ocorrência	10
Alta	Evento prestes a ocorrer	8
Média	Evento prognosticado para breve	6
Baixa	Evento prognosticado para adiante	3
Nenhuma	Evento imprevisto / pode não ocorrer	1

c) Tendência

GRAU	CRITICIDADE	PESO
Total	Evolução imediata	10
Alta	Evolução em curto prazo	8
Média	Evolução em médio prazo	6
Baixa	Evolução em longo prazo	3
Nenhuma	Não vai evoluir	1

Fonte: Artigo apresentado pelo Eng.o Tito Lívio F. Gomide

A partir deste ponto, a classificação do estado de conservação se dará segundo o seguinte conceito definido em norma:

- **CRÍTICO:** quando o empreendimento contém anomalias classificadas com grau de urgência crítico, ou seja, sem condições de uso;
- **REGULAR:** quando o empreendimento contém anomalias classificadas com grau de urgência regular, ou seja, sujeito a reparos;
- **SATISFATÓRIO:** quando o empreendimento não contém anomalias significativas, ou seja, encontra-se em situação normal.

Podemos afirmar que, dependendo do grau de experiência e conhecimento do Inspetor Predial envolvido em um determinado trabalho de campo, poderemos contar com diferentes classificações de criticidade, urgência e tendência para um mesmo elemento ou anomalia avaliada.

Sendo assim, visando contribuir para a atual Norma de Inspeção Predial e para o estudo e adaptação do sistema GUT, este grupo de trabalho selecionou um sistema predial comumente instalado em edifícios comerciais e residenciais, para o qual aplicou os conceitos de confiabilidade (**FMEA**), definindo pesos para as diferentes causas de falha e efeitos de falha, com base em um estudo que contou com a participação de especialistas que constroem edifícios, mantêm estes sistemas, os auditam, assim como, os utilizam.

2.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Baseado no que foi descrito pode-se concluir que a padronização de formulários para a Inspeção Predial, assim como, a definição de pesos para os diferentes tipos de anomalias encontradas (modos de falha, causas de falha e efeitos de falha), obtidos a partir do envolvimento de especialistas sobre o assunto,

será uma importante contribuição para a melhoria da qualidade e do nível de “confiabilidade” em nossas inspeções.

O conjunto de diretrizes aqui abordadas para o sistema em estudo auxiliará aos demais colegas, não especialistas em sistemas de transporte vertical, à avaliar estes sistemas com uma maior precisão e confiabilidade.

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE INSPEÇÃO EM ELEVADORES

3.1 – DESENVOLVIMENTO DO FMEA PARA ELEVADORES

A escolha do sistema de transporte vertical, mais especificamente elevadores de passageiros, foi uma decisão unânime do grupo, embasada na carência de profissionais no mercado que conhecessem este equipamento e na necessidade de construirmos um guia de inspeção em elevadores para os Inspetores Prediais.

Em nosso planejamento inicial, a seqüência estabelecida para o desenvolvimento do trabalho era:

- Aprendizado sobre a ferramenta **FMEA**;
- Escolha do sistema a ser estudado;
- Desenvolvimento da ferramenta com o auxílio de um consultor;
- Elaboração de um “check list” para a inspeção em campo;
- Definição do tamanho e tipo de amostra para a pesquisa exploratória;
- Realização de pesquisa exploratória;
- Análise dos dados obtidos (pesquisa);
- Aferição da ferramenta quanto a sua classificação de prioridade / risco inicial e revisão do “check list” adotado;
- Elaboração de conclusões.

Para que déssemos início ao desenvolvimento deste trabalho, um membro do grupo participou de um treinamento de quarenta horas, oferecido por um grande desenvolvedor de soluções em **FMEA**, transferindo posteriormente este “know-how” para os demais integrantes. A partir deste ponto, estruturamos o formulário do **FMEA** e iniciamos o trabalho em grupo. Foram exatamente cinco reuniões até que tivéssemos o primeiro esboço de um **FMEA** para elevadores e mais duas reuniões para que definíssemos os pesos para cada classificação e para que a efetuássemos pela primeira vez.

Figura 3.1.1 – Primeira versão do FMEA elaborado pelo grupo.

OBJETO DE ESTUDO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA DISFUNÇÃO	CAUSAS DA FALHA – DETECÇÃO (Pq falha?) OCORRÊNCIA	EFEITO DA FALHA (conseqüência DA FALHA). SEVERIDADE
ELEVADORES	Transportar passageiro com segurança e conforto	1. Não funciona	1) Elevador parado (quebrado/manutenção) 2) Queda de energia 3) Desarme por sistema de segurança 4) Botões não funcionam 5) Falha de projeto	1) Inoperância do sistema
		2. 2.1- Viagem desconfortável-) 2.2 -com falta de segurança	1) Solavancos no deslocamento 2) Parada brusca 3) Ruídos no poço de deslocamento 4) Parada em desnível 5) Abertura das portas antes da parada final 6) Falta de sensores e/ou barras mecânicas nas portas impedindo o fechamento 7) Falta de ventilação 8) Iluminação inadequada	1) Desconforto na viagem (D) 2) Risco de lesão (R)
		3. Elevadores sem equipamentos essenciais de segurança	1) Aita de interfone e/ou campainha 2) Falta de iluminação de emergência 3) Braile	1) Desconforto (D) 2) Risco de pessoas passarem mal (R)

Iniciou-se com a definição das principais **funções** do sistema elevador e de suas respectivas **disfunções**. A partir deste ponto, iniciou-se a exploração das

possíveis causas para cada uma das disfunções citadas, inicialmente em um sistema de “brain storming”, agrupando-as posteriormente através do princípio da similaridade. Na seqüência, o grupo elencou os **efeitos** gerados por cada uma das falhas e partiu para o estabelecimento de uma tabela padrão de pesos para a classificação. Apesar de encontrar diversos sistemas de FMEA com classificações de 1 a 10, o grupo preferiu trabalhar com uma menor amplitude (de 1 a 4), considerando uma menor probabilidade de erro no julgamento e classificação de um determinado item.

Imediatamente após a definição desta amplitude, o grupo converteu a tabela inicialmente desenvolvida em uma tabela mais clara e de fácil entendimento, acompanhada da definição de pequeno, moderado, grave e muito grave. Esta definição baseou-se em outras classificações FMEA adotadas para a QS-9000 (Indústria Automobilística), adaptando-as para a um sistema em operação, ao invés de peças de fabricação seriada. Nesta adaptação, o grupo primou por estabelecer classificações mais baixas (menores pesos) para falta de desempenho do sistema ou desconforto causados aos seus usuários, assim como, classificações mais rigorosas (maiores pesos), a medida em que danos físicos fossem causados aos seus usuários.

Figura 3.1.2 – Sistema de classificação.

NOTA	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
1	PEQUENO	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca pequena redução da performance • Pode gerar perda gradual de eficiência • O usuário percebe a falha • O usuário não ficará significativamente insatisfeito
2	MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca progressiva degradação • Provoca ineficiência • O usuário ficará insatisfeito • O usuário reclamara do ocorrido
3	GRAVE	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema não desempenha a sua função • Aumenta a insatisfação do usuário
4	MUITO GRAVE (risco de catástrofe)	<ul style="list-style-type: none"> • Afeta a segurança • Não cumpre as disposições legais • Torna o sistema indisponível

NOTAS PARA A OCORRÊNCIA (qual é a probabilidade de parar o sistema) qto > a probabilidade. < a nota		NOTAS PARA DETECÇÃO (qual o potencial de detectarmos a falha ANTES que ela aconteça) qto > a ocorrência > é a nota		NOTAS PARA SEVERIDADE (qual é a gravidade do efeito da falha) qto > a gravidade > a nota	
1	Improvável	1	Alta	1	Pequeno
2	Pequena	2	Moderada	2	Moderado
3	Moderada	3	Pequena	3	Grave
4	Alta	4	Remota	4	Muito grave

Foram exatamente cinco reuniões até que o grupo tivesse o primeiro esboço de um **FMEA** para elevadores e mais duas reuniões para que definíssemos os pesos

para cada classificação e para que a efetuássemos pela primeira vez. Uma vez elaborado o primeiro **FMEA**, envolvemos um especialista em elevadores e passamos a discutir o modelo de “check list” a ser empregado em campo. Este “check list” em sua versão inicial, foi aplicado na pesquisa exploratória e avaliado posteriormente quanto a sua clareza, facilidade no preenchimento e conteúdo compatível com a necessidade de informações para uma adequada classificação.

SISTEMA MECÂNICO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA DISFUNÇÃO		CAUSAS DA FALHA – DETECÇÃO (Pq falha?)		EFEITO DA FALHA (consequência da FALHA).		NOTA FINAL	OBS.		
		OCORRÊNCIA	NOTA	DETECÇÃO	NOTA	SEVERIDADE	NOTA				
ELEVADORES	Transportar passageiro com segurança e conforto	1. Não funciona	2	1- Elevador parado (quebrado/manutenção)	2	1) Inoperância do sistema	3	12			
				2- Queda de energia	4			24			
				3- Desarme por sistema de segurança	2			12			
				4-Botoeiras não funcionam	3			18			
				5-Falha de projeto	4			24			
		2. 2.1- Viagem desconfortável- (D)	3	1) Solavancos no deslocamento (R)	4	1)Desconforto na viagem (D)	2	32			
				2)Parada brusca (R)	3			24			
				3)Ruídos no poço de deslocamento (D)	4			24			
				4)Parada em desnível (R)	2			16			
				5)Abertura das portas antes da parada final (R)	2			16			
		2.2 –viagem com falta de segurança (R)	2	6)Falha de sensores e/ou barras mecânicas nas portas impedindo o fechamento (R)	4	2)Risco de lesão (R)	4	32			
				7)Falta de ventilação/falha no projeto (D)	3			18			
				8)Iluminação inadequada (D)	4			24			
				1)Alta de interfone e/ou campainha	1			1)Desconforto (D)	3	06	
				2)Falta de iluminação de emergência	1					06	
	3)Braile	1	06								

Figura 3.1.3 – Segunda versão (revisada) do FMEA elaborada pelo grupo.

É importante observar e entender que os resultados parciais obtidos através da aplicação da ferramenta **FMEA** precisaram ser avaliados e interpretados, pois, por estabelecer o nível de prioridade (**NPR**) a partir do produto entre as classificações de “severidade”, “ocorrência” e “detecção”, esta “responsabilidade” pela elevação ou queda do **NPR** de uma determinada causa de falha chamou-nos a atenção.

Como exemplo, podemos citar a maior prioridade da falha causada pela falta de energia em relação a infiltração sobre equipamentos na casa de máquinas; esta situação está correta perante o desenvolvimento da ferramenta, pois, a possibilidade de detecção de uma falta de energia é praticamente nula, elevando em muito o seu fator de classificação, embora, tivéssemos que ponderá-la no diagnóstico final.

Este tipo de cuidado ao aplicarmos e interpretarmos a ferramenta **FMEA** deve ser tomado, pois, esta ferramenta de confiabilidade nos auxilia e conduz à uma análise de maiores riscos com base a sua severidade (importância da falha perante o processo), potencial ou não de detecção (antes de sua ocorrência) e o efeito final, caso venha a ocorrer.

3.2 – MODELAGEM DO CHECK-LIST DE INSPEÇÃO

O modelo inicial de “check list” foi desenhado a partir dos primeiros resultados obtidos da ferramenta de confiabilidade, visando definir o conjunto de itens ou anomalias observadas / verificadas pelo inspetor em campo. Objetivávamos um “check list” enxuto e claro, facilitando a sua aplicação em campo.

Para fins de relatório, inserimos um cabeçalho onde seriam registrados dados como:

- Nome do edifício;
- Tipo de aplicação (residencial ou comercial);
- Padrão construtivo da edificação (IBAPE-SP);
- Localização;
- Número do elevador fornecido pelo cliente (quando fizer parte de um grupo de elevadores);
- Número de registro na Prefeitura Municipal de São Paulo;
- Fabricante;
- Capacidade;
- Número de pavimentos atendidos;
- Idade aproximada do equipamento;
- Data de quando ocorreu a última modernização ou embelezamento do equipamento;
- Tipo de contrato (manutenção ou conservação);
- Mantenedora (próprio fabricante ou outra empresa do mercado);
- Condição do equipamento no ato da inspeção (em operação, parado ou em manutenção).

CHECK LIST - SISTEMA DE ELEVADORES

DADOS DA EDIFICAÇÃO

Nome do Edifício: _____

Classe (tipo de aplicação): _____

Padrão construtivo / ac da Edificação: _____

Endereço: _____

() Condomínio Comercial () Condomínio Residencial
() Alto () Médio () Baixo

DADOS DO EQUIPAMENTO / SISTEMA

Elevador No. (denominação do cliente): _____

Registro PMSP: _____

Fabricante: _____

Capacidade: _____

_____ Toneladas

_____ Passageiros

_____ Pavimentos

_____ Anos

Número de Pavimentos Atendidos: _____

Idade do equipto: _____

Data da última modernização / embelezamento: _____ / _____ / _____

(Quando tiver ocorrido)

Contrato de: _____

() Manutenção com Peças

() Conservação

() Próprio Fabricante () Outra empresa / Nome: _____

Empresa de Manutenção: _____

Condição do equipamento _____

() Em operação

() Parado / quebrado

() Em manutenção preventiva

ITEM INSPECIONADO		CONFORME	NÃO CONFORME	NÃO SE APLICA	PAVIMENTOS IRREGULARES
1.0 Casa de Máquinas					
1.1 Ambiente					
	Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado				
	Limpeza / Organização:				
	Ventilação				
	Iluminação				
	Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)				
	Conservação				
	Existência de infiltrações				
	Estado do Revestimento				
	Estado do Piso				
	Estado da Pintura				
	Existência de Ficha de Registro da Manutenção				
1.2 Equipamentos					
	Fixação de máquinas				
	Passagem de cabos / canaletas				
	Limpeza				
	Retentores e Juntas (Vazamentos)				
	Ruídos				
	Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)				
	Cabos (sem oxidação excessiva)				
1.2.1 Quadro elétrico de comando					
	Limpeza				
	Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando				
	Estado geral dos gabinetes				
	Condição de Segurança / Fechamento do quadro				
	Estado dos relés (não modernizado)				
2.0 Poço					
	Iluminação				
	Equipamentos no poço				
	Limpeza				
	Estado de conservação				
	Controle de acesso ao poço				
	Existência de porta de emergência (superior)				
3.0 Cabina					
3.1 Equipamentos de Operação					
	Acabamento de painel e botões				
	Funcionamento / chamado interno				
	Funcionamento/Indicador Pavimento				
	Sinalização em Braille				
	Funcionamento Alarme				
	Funcionamento Interfone				
	Iluminação				
	Existência de Iluminação Emergência				
	Ventilação				
	Limpeza da cabina				
	Existência de saída de emergência				
3.1.1					
	Sensor de porta				
	Óptico (lâmbda)				
	Mecânico				
3.2 Sinalizações					
	Placa identificação PREFEITURA				
	Placa limite de peso / passageiros				
	Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência				
3.3 Acabamento interno					
	Portas				
	Piso				
	Forro / teto				
	Painéis laterais				
4.0 Pavimentos					
	Funcionamento chamados externos				
	RIA atualizada / na validade				
	Sinalização de direção (visual)				
	Sinalização de direção (sonora)				
	Fixação de batentes e soleiras				
	Fixação de Placas Obrigatórias (Leis / Decretos)				
5.0 Viagem					
	Partida e parada confortável (sem solavancos)				
	Parada em nível com os pavimentos				
	Deslocamento sem ruídos				
	Deslocamento sem balanço / trepidações				
	Abertura de porta após parada do carro (nivelado)				

DATA DA INSPEÇÃO: _____ / _____ / _____

RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO: _____

TEMPO DE INSPEÇÃO: _____

Figura 3.2.1 – Primeira versão de check list.

Através desta avaliação no formato sim ou não, conforme ou não conforme, também acreditávamos ser possível reduzir a subjetividade no processo de avaliação. O campo “Não se Aplica” foi inserido no formulário para evitar que leis ou decretos não vigentes sobre uma determinada localidade ou componentes do sistema não existentes em uma instalação específica, pudessem interferir no peso global (classificação de riscos) durante o processo de inspeção, elevando indevidamente o Nível de Prioridade e Risco da causa ou efeito de falha.

3.3 – DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE INSPEÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO

Com todas as ferramentas prontas (FMEA e Check List), realizamos duas visitas a um grande prédio comercial em São Paulo com a finalidade de padronizarmos o formato de inspeção sobre os equipamentos, entre todos os membros do grupo. Também foi definida pelo grupo a realização das inspeções em um tamanho grande de amostras, abrangendo edifícios comerciais e residenciais na cidade de São Paulo e na região litorânea (neste caso, apenas edifícios residenciais) do estado.

A aplicação do modelo de inspeção / check list foi executada por todos os oito integrantes do grupo, entre os quais apenas dois membros possuíam algum conhecimento sobre o sistema.

Os objetivos estabelecidos para a avaliação dos inspetores foram:

- Facilidade na interpretação do “check list” e na realização da inspeção por um não especialista em elevadores;
- Registrar com precisão / detalhes as situações onde existissem dúvidas para um posterior esclarecimento pelo grupo;
- Registrar todas as dificuldades encontradas no manuseio da ferramenta;
- Registrar o tempo real para cada inspeção realizada.

3.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Após nos aprofundarmos mais nos procedimentos que orientam quanto ao uso da ferramenta **FMEA**, constatamos a relativa facilidade na sua execução quando há a participação efetiva de um grupo de especialistas, e neste caso, referimo-nos a construtores, auditores de qualidade, peritos e usuários.

Durante o desenvolvimento da ferramenta para o sistema de elevadores, ocorreram algumas dúvidas em relação ao resultado final da classificação (**NPR**), uma vez que algumas outras situações menos prioritárias segundo o **FMEA**, eram consideradas como de alto risco pelos integrantes do grupo. Estes poucos impasses foram esclarecidos quando nos voltamos ao estudo sobre a parte conceitual da ferramenta, passando a entender que o seu grande objetivo é de orientar os especialistas quanto a que direções tomar em busca da redução de falhas e do aumento da confiabilidade. Neste sentido, reforçamos mais uma vez que resultados aparentemente absurdos podem nos mostrar situações óbvias bem a frente de nossos olhos; situações como a falta de procedimentos de inspeção periódica ou de manutenção preventiva podem elevar o **NPR** por dificultarem a identificação de causas e efeitos preventivamente.

Como exemplo, pode-se citar a importância da ronda periódica executada pela equipe local de operação, aumentando o potencial de detecção sobre as

causas de falha abaixo relacionadas e reduzindo a probabilidade de riscos aos usuários do equipamento.

Figura 3.5.1 – Exemplo de análise FMEA.

MODOS DE FALHA DISFUNÇÃO		CAUSAS DE FALHA DETECÇÃO		EFEITO DE FALHA CONSEQUÊNCIA		SOD	NPR
OCORRÊNCIA	NOTA	DETECÇÃO	NOTA	SEVERIDADE	NOTA		
1. Não Funciona	2	1. Elevador parado (Falha de componente - Quadro Elétrico ou Máquina de tração / gerador)	2	1. Inoperância do Sistema	3	12	6
		2. Queda de energia	4			24	3
		3. Desarmado / desligado por atuação de sistema de segurança	2			12	6
2.1 Proporciona uma viagem desconfortável	2	4. Ruídos no poço durante deslocamento	2	2. Desconforto na viagem	2	8	7
		5. Falta de ventilação (falha no projeto ou falta de manutenção)	2			8	7
		6. Solavancos durante o deslocamento	2			8	7
		7. Botoeiras ou Indicador interno de pavimentos não funcionam adequadamente	2			8	7
2.2 Proporciona viagem com falta de segurança (acidentes durante o uso)	2	8. Iluminação de Cabina Inadequada	1	3. Riscos de lesão aos seus passageiros	4	4	9
		9. Partida ou Parada brusca	2			16	5
		10. Parada em desnível	3			24	3
		11. Abertura das portas antes da parada final	3			24	3
		12. Falta ou falha de sensores e/ou barras mecânicas nas portas, não impedindo o seu fechamento durante a passagem de usuários	3			24	3

CAPÍTULO 4 – PESQUISA EXPLORATÓRIA

4.1 – DEFINIÇÃO DO UNIVERSO AMOSTRAL A SER INSPECIONADO

Para que pudéssemos efetivamente testar a ferramenta, definimos que o tamanho de amostra não poderia ser inferior a 40 elevadores para edifícios comerciais, assim como, para edifícios residenciais. Como tínhamos um membro do grupo que reside na região litorânea do estado, optamos por dividir a amostra de edifícios residenciais entre capital e litoral, a fim de avaliarmos características específicas e tendências regionais.

LOCALIDADES	EDIF. COMERCIAIS	EDIF. RESIDENCIAIS
SÃO PAULO CAPITAL	≥ 40	≥ 20
SÃO PAULO LITORAL	0	≥ 20

Figura 4.1.1 – Tamanho original das amostras.

4.2 – APLICAÇÃO DA FERRAMENTA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS

A partir deste momento, estávamos prontos para levar a campo o nosso modelo de “check list” e coletar as informações sobre a qualidade da manutenção e operação dos elevadores em cada um dos espaços amostrais, avaliando também o **NPR** das causas e efeitos de falhas observados. Havíamos conseguido definir para cada tipo de falha abordada, cuja correspondência foi mantida em relação ao “check list” aplicado no trabalho de campo (tópicos de inspeção correspondentes), um peso ou pontuação definida, resultado da análise efetuada pelo FMEA (produto entre as classificações de “severidade”, “ocorrência” e “detecção”). Ao avaliar a existência de uma determinada anomalia durante a inspeção em campo, o inspetor verificaria que esta irregularidade já carregava a sua “pontuação” que, comparada às demais (outras anomalias), lhe permitiria estabelecer a seqüência de prioridades mais confiável e menos subjetiva.

Um detalhe importante, observado durante a elaboração do “check list”, relativo ao agrupamento de algumas causas (similares) em um único item (exemplo: problemas de manutenção em geral), também seria avaliado quando da atribuição de pesos e análise de coerência entre os diferentes **NPRs**.

A decisão de agrupar várias causas em um único item avaliado tinha como objetivo facilitar a atividade do inspetor, apesar do temor quanto a coerência na atribuição de pesos e da classificação dos níveis de prioridade.

Mesmo considerando este modelo preliminar, para cada “causa de falha” existiu um questionamento correspondente no formulário proposto, uma classificação e um **Nível de Prioridade e Risco** definidos pelo **FMEA**. Também foi estabelecida pelo grupo a condição de inspeção dos elevadores, sejam em edifícios residenciais ou comerciais, sejam dentro ou fora do Município de São Paulo, conforme padrões de segurança especificados em normas nacionais e internacionais, apesar dos precedentes e omissões existentes em nossa legislação, permitindo a dupla interpretação sobre a obrigatoriedade de alguns componentes.

A **NM 207/99** coloca em dúvida a obrigatoriedade, por exemplo, da instalação de saídas de emergência em cabinas, apesar de prefeituras como a do Município do Rio de Janeiro já exigirem em projeto.

SISTEMA MECÂNICO	FUNÇÃO	MODO DE FALHA DISFUNÇÃO		CAUSAS DA FALHA – DETECÇÃO (Pq falha?)		EFEITO DA FALHA (conseqüência da FALHA).		NOTA FINAL	OBS.
		OCORRÊNCIA	NOTA	DETECÇÃO	NOTA	SEVERIDADE	NOTA		
ELEVADORES	Transportar passageiro com segurança e conforto	1. Não funciona	2	1- Elevador parado (quebrado/manutenção)	2	1) Inoperância do sistema	3	12	
				2- Queda de energia	4			24	
				3- Desarme por sistema de segurança	2			12	
				4-Botoeiras não funcionam	3			18	
				5-Falha de projeto	4			24	
	2. Viagem desconfortável- (D)	3	1) Solavancos no deslocamento (R)	4	1)Desconforto na viagem (D)	2	32		
			2)Parada brusca (R)	3			24		
			3)Ruídos no poço de deslocamento (D)	4			24		
			4)Parada em desnível (R)	2			16		
		2.2 –viagem com falta de segurança (R)	2	5)Abertura das portas antes da parada final (R)	2	2)Risco de lesão (R)	4	16	
				6)Falha de sensores e/ou barras mecânicas nas portas impedindo o fechamento (R)	4			32	
				7)Falta de ventilação/falha no projeto (D)	3			18	
				8)Iluminação inadequada (D)	4			24	
	3. Elevadores sem equipamentos essenciais de segurança	2	1)Alta de interfone e/ou campainha	1	1)Desconforto (D)	3	06		
			2)Falta de iluminação de emergência	1	2)Risco de pessoas passarem mal (R)		06		
3)Braile			1	06					

4.0	Pavimentos				
	Funcionamento chamados externos				
	RIA atualizada / na validade				
	Sinalização de direção (visual)				
	Sinalização de direção (sonora)				
	Fixação de batentes e soleiras				
	Fixação de Placas Obrigatórias (LEIS / Decretos)				
5.0	Viagem				
	Partida e parada confortável (sem solavancos)				
	Parada em nível com os pavimentos				
	Deslocamento sem ruídos				
	Deslocamento sem balanço / trepidações				
	Abertura de porta após parada do carro (nivelado)				

Figura 4.2.1 – Exemplo de correlação entre FMEA e Check list.

No exemplo acima (figura 4.2.1), o inspetor ao observar que a abertura de porta não ocorre somente após a total parada do carro (inicia a abertura antes da parada), saberá que o **NPR** será **16**; da mesma forma, se um sensor de porta (lâmbda) falhar, o seu **NPR** será **32** devido ao seu maior risco de acidentes.

Os dois exemplos citados possuem um maior **NPR** do que a ausência de comunicação em “braile” para deficientes visuais por apresentarem um risco muito baixo aos seus usuários, apesar de ser um item obrigatório. Este é o conceito do **FMEA**. O trabalho de campo transcorreu adequadamente, envolvendo todo o grupo e atingindo um número de elevadores inspecionados superior a meta inicial estabelecida.

LOCALIDADES	EDIF. COMERCIAIS	EDIF. RESIDENCIAIS
SÃO PAULO CAPITAL	43	29
SÃO PAULO LITORAL	0	20

Figura 4.2.2 – Quantidade de unidades inspecionadas (Real).

A quantidade e riqueza de informações obtidas em campo nos permitiram rever a relação de classificação adotada inicialmente (**FMEA**), assim como, o formato final do check list.

Outra importante informação foi a ausência de dificuldades por parte dos inspetores prediais, a não ser pela natural resistência dos responsáveis pelas instalações inspecionadas para que acessássemos ao poço dos elevadores. Esta falta de grandes dificuldades nos mostrou também a rapidez e otimização do tempo na aplicação da ferramenta, conforme observaremos nos resultados obtidos.

4.3 – ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Para auxiliar-nos na análise dos resultados, compilamos todas as inspeções realizadas em três tipos de tabelas (Anexo 1), sendo que cada uma delas se destinava a uma das regiões ou tipo de empreendimento inspecionado. A análise dos resultados obtidos em cada uma das regiões nos mostrou:

Edifícios Comerciais – São Paulo Capital:

- Em grandes condomínios comerciais, gerenciados por empresas de grande porte (facility managers), foi apontado um melhor resultado quanto ao respeito às normas e leis em vigor, assim como, em relação a qualidade e segurança no aspecto viagem. Isto é resultado de uma maior presença da mantenedora dentro destes condomínios, utilizados muitas vezes como bases de apoio para as suas equipes de manutenção. Existe, no entanto, uma constante falha na conservação civil dos ambientes técnicos e na execução da manutenção preventiva rotineira em quadros elétricos e equipamentos. Observou-se também a total falta de manutenção em itens como interfone e alarme, cuja responsabilidade é do condomínio (não fazem parte do escopo contratual das mantenedoras), onde registramos conjuntos de baterias sem condições de uso e falhas ao testarmos estes equipamentos essenciais.
- Em pequenos edifícios comerciais, destinados às pequenas empresas que ocupam conjuntos comerciais de 50 a 200 metros quadrados, percebeu-se um maior problema de manutenção preventiva, associado a falta de cumprimento das leis vigentes e às más condições de viagem e segurança para seus passageiros. Ainda que executadas pelos próprios fabricantes, as manutenções possuem um menor acompanhamento por parte de seus responsáveis locais, incorrendo na baixa qualidade observada.

Também identificamos um menor conhecimento de leis em vigor, se comparados aos grandes complexos comerciais.

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA		57181	45506	45507	45508	45509	45510	45511	57182	45513	45514	45515	45516	45517	45518	45519	45520
Padrão Construtivo		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Fabricante		TK															
Capacidade Toneladas		1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Capacidade Passageiros		19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Número de paradas		11	11	11	11	14	14	5	5	11	11	11	11	14	14	5	5
Idade do Equipamento		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Modernizado recentemente																	
Contrato de Manutenção ou Conservação		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Manutenção pelo fabricante		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ITEM INSPECIONADO		57181	45506	45507	45508	45509	45510	45511	57182	45513	45514	45515	45516	45517	45518	45519	45520
1.0	Casa de Máquinas																
1.1	Ambiente																
	Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado																
	Manutenção / Limpeza																
	Ventilação																
	Iluminação																
	Estado da Alvenaria (sem infiltrações)									18	18	18	18	18	18	18	18
	Estado do Revestimento / Pintura	18	18	18	18	18	18			18	18	18	18	18	18	18	18
	Estado do Piso							18	18								
	Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)																
1.2	Equipamentos																
1.2.1	Manutenção / Limpeza em equipamentos																
	Fixação de máquinas																
	Passagem de cabos / canaletas																
	Limpeza dos equipamentos																
	Retentores e Juntas (Vazamentos)		18	18	18		18	18		18	18		18		18	18	18
	Existência de ruídos																
	Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)					24					24				24		
	Cabos (sem oxidação excessiva)																
1.2.2	Quadro Elétrico / Comando																
	Limpeza / Estado de Manutenção	36	36	36	36	36	36	36	36							36	36
	Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando	18	18	18	18	18	18	18	18							18	18
	Estado geral dos gabinetes																
	Condição de Segurança / Fechamento do quadro							36	36								
	Estado dos relés (não modernizado)	NA															
2.0	Poço																
	Iluminação																
	Equipamentos no poço																
	Limpeza																
	Estado de conservação																
	Controle de acesso ao poço																
	Existência de porta de emergência (superior)																
3.0	Cabina																
3.1	Equipamentos de Operação																
	Funcionamento / chamado interno																
	Funcionamento/Indicador Pavimento																
	Sinalização em Braile																
	Funcionamento Alarme																
	Funcionamento Interfone																
	Iluminação																
	Existência de Iluminação Emergência																
	Ventilação																
	Existência de saída de emergência																
3.2	Conservação & Limpeza da Cabina																
	Acabamento de painel e botões																
	Acabamento de Portas, Piso, Forro/teto e painéis laterais																
	Limpeza da cabina																
3.1.1	Sensor de porta																
	Óptico (lâmbda)																
	Mecânico	NA															
3.2	Sinalizações																
	Placa identificação PREFEITURA																
	Placa limite de peso / passageiros																
	Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência																
4.0	Pavimentos																
	Funcionamento chamados externos																
	RIA atualizada / na validade																
	Sinalização de direção (visual)																
	Sinalização de direção (sonora)																
	Fixação de batentes e soleiras																
5.0	Viagem																
	Partida e parada confortável (sem solavancos)																
	Parada em nível com os pavimentos																
	Deslocamento sem ruídos																
	Deslocamento sem balanço / trepidações																
	Abertura de porta após parada do carro (nivelado)																
	TEMPO DE INSPEÇÃO EQUIP / SL. MAQ / POÇO (Min)																

Figura 4.3.1.a – Resultados obtidos para os grandes complexos comerciais.

**PESQUISA EXPLORATÓRIA - SÃO PAULO CAPITAL
EDIFÍCIOS COMERCIAIS**

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA		48818	S/N	16587	22007	23064	23065	S/N	S/N	1407	1408
Padrão Construtivo	M	B	B	B	M	M	B	B	B	B	B
Fabricante	AS	WA	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS
Capacidade Toneladas	0,7	0,56	0,63	0,63	1,26	1,26	0,84	0,84	0,63	0,63	0,63
Capacidade Passageiros	10	8	9	9	18	18	12	12	9	9	9
Número de paradas	15	4	12	12	6	6	11	11	10	10	10
Idade do Equipamento	8	7	30	30	15	15	25	25	30	30	30
Modernizado recentemente											
Contrato de Manutenção ou Conservação	C	C	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Manutenção pelo fabricante	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ITEM INSPECIONADO	48818	S/N	16587	22007	23064	23065	S/N	S/N	1407	1408	
1.0 Casa de Máquinas											
1.1 Ambiente											
Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado											
Manutenção / Limpeza	12	12	12	12							
Ventilação		12									
Iluminação		12									
Estado da Alvenaria (sem infiltrações)			18	18			18	18			
Estado do Revestimento / Pintura		18	18	18	18	18	18	18			
Estado do Piso											
Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)		8									
1.2 Equipamentos											
1.2.1 Manutenção / Limpeza em equipamentos											
Fixação de máquinas											
Passagem de cabos / canaletas											
Limpeza dos equipamentos	12	12					12	12			
Retentores e Juntas (Vazamentos)		18			18	18					
Existência de ruídos											
Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cabos (sem oxidação excessiva)		NA									
1.2.2 Quadro Elétrico / Comando											
Limpeza / Estado de Manutenção	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando	18	18	18	18	18	18	18	18			
Estado geral dos gabinetes											
Condição de Segurança / Fechamento do quadro		36									
Estado dos relés (não modernizado)	NA	24									
2.0 Poço											
Iluminação			8	8	8	8	8	8			
Equipamentos no poço		16									
Limpeza	12	12	12	12			12	12	12	12	12
Estado de conservação		12	12	12	12	12	12	12			
Controle de acesso ao poço			16	16						16	16
Existência de porta de emergência (superior)	24	NA	24	24	24	24	24	24	24	24	24
3.0 Cabina											
3.1 Equipamentos de Operação											
Funcionamento / chamado interno											
Funcionamento/Indicador Pavimento											
Sinalização em Braille		6			6	6		6			
Funcionamento Alarme					27	27					
Funcionamento Interfone											
Iluminação											
Existência de Iluminação Emergência	18	18									
Ventilação											
Existência de saída de emergência	27						27	27			
3.2 Conservação & Limpeza da Cabina											
Acabamento de painel e botões				6							
Acabamento de Portas, Piso, Forro/teto e painéis laterais											
Limpeza da cabina		6									
3.1.1 Sensor de porta											
Óptico (lâmbda)											
Mecânico	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3.2 Sinalizações											
Placa identificação PREFEITURA		4	4				4	4	4	4	4
Placa limite de peso / passageiros		4									
Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência		4									
4.0 Pavimentos											
Funcionamento chamados externos		8									
RIA atualizada / na validade		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Sinalização de direção (visual)											
Sinalização de direção (sonora)			8	8							
Fixação de batentes e soleiras											
5.0 Viagem											
Partida e parada confortável (sem solavancos)							16	16			
Parada em nível com os pavimentos				24					24	24	
Deslocamento sem ruídos		8									
Deslocamento sem balanço / trepidações			8	8			8	8			
Abertura de porta após parada do carro (nivelado)		24									
TEMPO DE INSPEÇÃO EQUIP / SL. MAQ / POÇO (Min)											

Figura 4.3.1.b – Resultados obtidos para os grandes complexos comerciais.

Edifícios Residenciais – São Paulo Capital:

- Neste caso, observou-se a diferença de comportamento entre edifícios com mais de seis anos de idade e edifícios erguidos recentemente.

Em edifícios mais antigos, também se percebeu um maior problema de manutenção preventiva, associado a falta de cumprimento das leis vigentes e às más condições de viagem e segurança para seus passageiros.

Embora também executadas pelos próprios fabricantes, as manutenções não possuem um acompanhamento por parte de seus responsáveis locais, incorrendo na baixa qualidade observada. O conhecimento de leis em vigor também é quase nulo por parte de síndicos e zeladores.

Edifícios Residenciais – Litoral do Estado de São Paulo (Ubatuba):

- Ao contrário do que se esperava, os resultados obtidos quanto à manutenção executada e condições de operação dos equipamentos foi plenamente satisfatória em função da pouca idade dos equipamentos e edificações e de sua baixa utilização.

Observou-se um grande desrespeito às normas e leis em vigor, apesar de serem equipamentos novos. Este fato nos trouxe uma séria dúvida quanto a devida orientação do fabricante ao seu comprador no ato da venda do equipamento, pois, embora as leis ainda gerem dupla interpretação, existem Normas Brasileiras como a **NBR 13994** de maio de 2000 que obrigam aos fabricantes, a instalação de itens de segurança nos elevadores.

As tabelas completas com os resultados das pesquisas e as classificações **FMEA** encontram-se no anexo 1, bem como, a relação de endereços vistoriados.

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA		55076	55077	55078	55073	55074	55072	338850	338834	338842	55071	55070	55069	55068
Padrão Construtivo		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fabricante		SUR	SUR	SUR	SUR	SUR	SUR	SUR						
Capacidade Toneladas		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Capacidade Passageiros		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Número de paradas		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Idade do Equipamento		6	6	6	6	6	6	10	10	10	6	6	6	6
Modernizado recentemente														
Contrato de Manutenção ou Conservação		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Manutenção pelo fabricante		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
ITEM INSPECIONADO		55076	55077	55078	55073	55074	55072	338850	338834	338842	55071	55070	55069	55068
1.0 Casa de Máquinas														
1.1 Ambiente														
Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado														
Manutenção / Limpeza														
Ventilação														
Iluminação														
Estado da Alvenaria (sem infiltrações)														
Estado do Revestimento / Pintura		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Estado do Piso		18	18	18				18	18	18	18	18	18	18
Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)														
1.2 Equipamentos														
1.2.1 Manutenção / Limpeza em equipamentos														
Fixação de máquinas														
Passagem de cabos / canaletas														
Limpeza dos equipamentos								18	18	18				
Retentores e Juntas (Vazamentos)														
Existência de ruídos														
Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)														
Cabos (sem oxidação excessiva)														
1.2.2 Quadro Elétrico / Comando														
Limpeza														
Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Estado geral dos gabinetes								36	36	36				
Condição de Segurança / Fechamento do quadro								NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Estado dos relés (não modernizado)		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
2.0 Poço														
Iluminação		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Equipamentos no poço														
Limpeza		12	12	12				12	12	12			12	12
Estado de conservação														
Controle de acesso ao poço														
Existência de porta de emergência (superior)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
3.0 Cabina														
3.1 Equipamentos de Operação														
Funcionamento / chamado interno			8	8		8		8	8	8		8		8
Funcionamento/Indicador Pavimento														
Sinalização em Braille								6	6					
Funcionamento Alarme														
Funcionamento Interfone											27	27	27	27
Iluminação														
Existência de Iluminação Emergência		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Ventilação														
Existência de saída de emergência		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
3.2 Conservação & Limpeza da Cabina														
Acabamento de painel e botões														
Acabamento de Portas, Piso, Forro/teto e painéis laterais			6	6	6		6	6	6	6	6			
Limpeza da cabina		6	6	6				6	6	6				
3.1.1 Sensor de porta														
Óptico (lâmbda)								NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Mecânico		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
3.2 Sinalizações														
Placa identificação PREFEITURA														
Placa limite de peso / passageiros														
Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência														
4.0 Pavimentos														
Funcionamento chamados externos						8		8						
RIA atualizada / na validade														
Sinalização de direção (visual)														
Sinalização de direção (sonora)		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Fixação de batentes e soleiras														
5.0 Viagem														
Partida e parada confortável (sem solavancos)								16	16	16				
Parada em nível com os pavimentos								24				24	24	
Deslocamento sem ruídos		8		8		8	8	8	8	8		8		8
Deslocamento sem balanço / trepidações														
Abertura de porta após parada do carro (nivelado)			24											
TEMPO DE INSPEÇÃO EQUIP / SL. MAQ / POÇO														

Figura 4.3.1.c – Resultados obtidos para os edifícios residenciais com mais de 5 anos, na capital paulista.

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA		7589784	7589649	5896969	5896936	5967158	5967159	2278828	2278826	2278186	2278185	2278179	2278178	227857	227856	59341	59342
Padrão Construtivo		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fabricante		AS	AS	AS	AS	AS											
Capacidade Toneladas		0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,63	0,63
Capacidade Passageiros		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Número de paradas		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17
Idade do Equipamento		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
Modernizado recentemente																	
Contrato de Manutenção ou Conservação		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Manutenção pelo fabricante		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ITEM INSPECIONADO		7589784	7589649	5896969	5896936	5967158	5967159	2278828	2278826	2278186	2278185	2278179	2278178	227857	227856	59341	59342
1.0 Casa de Máquinas																	
1.1 Ambiente																	
Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado																	
Manutenção / Limpeza				12	12	12	12			12	12			12	12		
Ventilação																	
Iluminação																	
Estado da Alvenaria (sem infiltrações)							18	18									
Estado do Revestimento / Pintura		18	18											18	18		
Estado do Piso												18	18				
Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)																	
1.2 Equipamentos																	
1.2.1 Manutenção / Limpeza em equipamentos																	
Fixação de máquinas																	
Passagem de cabos / canaletas																	
Limpeza dos equipamentos		12	12						12								
Retentores e Juntas (Vazamentos)																	
Existência de ruídos		24	24										24		24		
Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)		NA	NA	NA	NA	NA											
Cabos (sem oxidação excessiva)																	
1.2.2 Quadro Elétrico / Comando																	
Limpeza		36	36														
Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando						18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Estado geral dos gabinetes																	
Condição de Segurança / Fechamento do quadro																	
Estado dos relés (não modernizado)																	
2.0 Poço																	
Iluminação																	
Equipamentos no poço																	
Limpeza						12	12									12	12
Estado de conservação																	
Controle de acesso ao poço										16	16	16	16	12	12	16	16
Existência de porta de emergência (superior)																24	24
3.0 Cabina																	
3.1 Equipamentos de Operação																	
Funcionamento / chamado interno																	
Funcionamento/Indicador Pavimento																	
Sinalização em Braille																	
Funcionamento Alarme																	
Funcionamento Interfone		27	27													27	27
Iluminação																	
Existência de Iluminação Emergência																18	18
Ventilação																	
Existência de saída de emergência																27	27
3.2 Conservação & Limpeza da Cabina																	
Acabamento de painel e botões																	
Acabamento de Portas, Piso, Forro/teto e painéis laterais		6	6	6	6												
Limpeza da cabina						6											
3.1.1 Sensor de porta																	
Óptico (lâmbda)																	
Mecânico		NA	NA	NA	NA	NA											
3.2 Sinalizações																	
Placa Identificação PREFEITURA		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Placa limite de peso / passageiros																	
Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência																	
4.0 Pavimentos																	
Funcionamento chamados externos																	
RIA atualizada / na validade																	
Sinalização de direção (visual)																	
Sinalização de direção (sonora)																8	8
Fixação de baterias e soleiras																	
5.0 Viagem																	
Partida e parada confortável (sem solavancos)						16	16				16	16	16	16	16		
Parada em nível com os pavimentos																	
Deslocamento sem ruídos		8						8	8								
Deslocamento sem balanço / trepidações										8							
Abertura de porta após parada do carro (nivelado)					24									24	24		
TEMPO DE INSPEÇÃO EQUIP / SL. MAQ / POÇO																	

Figura 4.3.1.d – Resultados obtidos para os edifícios residenciais com menos de 5 anos, na capital paulista.

Outra importante observação extraída da análise de resultados foi a necessidade de retomarmos a ferramenta **FMEA** e abrirmos os itens anteriormente agrupados, em suas diversas subdivisões. Esta necessidade se deveu ao fato de avaliarmos inicialmente a manutenção como um peso muito alto, quando existem características e pesos diferentes para itens de manutenção, tais como, infiltração direta sobre equipamentos e limpeza de máquinas e quadros elétricos. Ambas são importantes, mas incorrem em graus de riscos diferentes.

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Padrão Construtivo		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fabricante		OTIS	OTIS	OTIS	OTIS	AS	AS	AS	OTIS	AS	KONE	OTIS	OTIS	OTIS	AS	KONE	AS	AS	AS	AS	OTIS
Capacidade Toneladas		0,45	0,63	0,42	0,42	0,45	0,45	0,45	0,42	0,56	0,45	0,63	0,56	0,42	0,45	0,45	0,42	0,45	0,45	0,56	0,42
Capacidade Passageiros		6	8	6	6	6	6	6	6	8	6	8	8	6	6	6	8	6	6	8	6
Número de paradas		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
Idade do Equipamento		1	1	10	7	5	3	1	6	6	2	4	5	8	11	15	10	2	4	14	6
Modernizado recentemente																					
Contrato de Manutenção ou Conservação		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Manutenção pelo fabricante		S	S	S	N	S	S	S	N	N	S	S	N	S	N	S	N	S	S	N	S
ITEM INSPECIONADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.0 Casa de Máquinas																					
1.1 Ambiente																					
Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado																					16
Manutenção / Limpeza																					12
Ventilação																					
Iluminação																					
Estado da Alvenaria (sem infiltrações)				18																	
Estado do Revestimento / Pintura																					
Estado do Piso																					
Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)								8	8												
1.2 Equipamentos																					
1.2.1 Manutenção / Limpeza em equipamentos																					
Fixação de máquinas																					
Passagem de cabos / canaletas																					
Limpeza dos equipamentos																					
Retentores e Juntas (Vazamentos)																					
Existência de ruídos																					
Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)																					
Cabos (sem oxidação excessiva)																					
1.2.2 Quadro Elétrico / Comando																					
Limpeza																					
Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando				18																	
Estado geral dos gabinetes																					
Condição de Segurança / Fechamento do quadro																					
Estado dos relés (não modernizado)																					
2.0 Poço																					
Iluminação				16																	
Equipamentos no poço																					
Limpeza																					
Estado de conservação																					
Controle de acesso ao poço																					
Existência de porta de emergência (superior)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
3.0 Cabina																					
3.1 Equipamentos de Operação																					
Funcionamento / chamado interno																					
Funcionamento/Indicador Pavimento																					
Sinalização em Braille				6	6	6			6	6	6	6	6	6	6	6					6
Funcionamento Alarme				27																	
Funcionamento Interfone		27	27		27			27	27	27	27	27	27	27		27					27
Iluminação																					
Existência de Iluminação Emergência			18	18	18	18				18						18					18
Ventilação																					
Existência de saída de emergência		27	27	27	27	27	27			27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
3.2 Conservação & Limpeza da Cabina																					
Acabamento de painel e botões																					
Acabamento de Portas, Piso, Forro/teito e painéis laterais																					
Limpeza da cabina																					
3.1.1 Sensor de porta																					
Óptico (lâmbda)				NA	NA	NA	NA			NA											
Mecânico		NA	NA					NA													
3.2 Sinalizações																					
Placa identificação PREFEITURA																					
Placa limite de peso / passageiros																					
Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência																					
4.0 Pavimentos																					
Funcionamento chamados externos																					
RIA atualizada / na validade																					
Sinalização de direção (visual)		8	8					8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			8	8
Sinalização de direção (sonora)		8	8	8	8			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			8	8
Fixação de batentes e soleiras																					
5.0 Viagem																					
Partida e parada confortável (sem solavancos)															16						
Parada em nível com os pavimentos																					
Deslocamento sem ruídos																					
Deslocamento sem balanço / trepidações																8					
Abertura de porta após parada do carro (nivelado)																					
TEMPO DE INSPEÇÃO EQUIP / SL. MAQ / POÇO																					

Figura 4.3.1.e – Resultados obtidos para os edifícios residenciais no litoral do Estado de SP.

Efetuamos uma revisão na ferramenta, desagrupando itens e classificando-os conforme procedimento estabelecido inicialmente, obtendo um novo e mais completo modelo de **FMEA**, adequado a realidade encontrada na pesquisa exploratória. Também levamos em consideração ao atribuímos os novos pesos, a incidência de causas no espaço amostral avaliado, adotando-se a condição de que a grande maioria de condomínios comerciais de médio e pequeno porte, assim como, os residenciais, não possuem a assessoria técnica de um grande edifício comercial.

SISTEMA MECÂNICO	FUNÇÃO	MODOS DE FALHA		CAUSAS DE FALHA		EFEITO DE FALHA		SOD	NPR		
		DISFUNÇÃO		DETECÇÃO		CONSEQUÊNCIA					
		OCORRÊNCIA	NOTA	DETECÇÃO	NOTA	SEVERIDADE	NOTA				
FMEA ELEVADORES	Transportar passageiros com segurança e conforto, respeitando as leis vigentes, dotado de equipamentos e sistemas de segurança e de uma adequada manutenção	1. Não Funciona	2	1. Elevador parado (Falha de componente - Quadro Elétrico ou Máquina de tração / gerador)	2	1. Inoperância do Sistema	3	12	6		
				2. Queda de energia	4			24	3		
				3. Desarmado / desligado por atuação de sistema de segurança	2			12	6		
		2.1 Proporciona uma viagem desconfortável	2	4. Ruídos no poço durante deslocamento	2	2. Desconforto na viagem	2	8	7		
				5. Falta de ventilação (falha no projeto ou falta de manutenção)	2			8	7		
				6. Solavancos durante o deslocamento	2			8	7		
				7. Botoeiras ou Indicador interno de pavimentos não funcionam adequadamente	2			8	7		
		2.2 Proporciona viagem com falta de segurança (acidentes durante o uso)	2	8. Iluminação de Cabina Inadequada	1	3. Riscos de lesão aos seus passageiros	4	4	9		
				9. Partida ou Parada brusca	2			16	5		
				10. Parada em desnível	3			24	3		
				11. Abertura das portas antes da parada final	3			24	3		
		3.1 Elevadores sem equipamentos essenciais e obrigatórios de segurança	3	12. Falta ou falha de sensores e/ou barras mecânicas nas portas, não impedindo o seu fechamento durante a passagem de usuários	3	4. Desconforto aos usuários	2	18	4		
				13. Falta ou falha de interfone e/ou campainha	1			6	8		
				14. Ausência / deficiência na sinalização em Braille	1			18	4		
				15. Falta de iluminação de emergência	3	5. Risco de pessoas passarem mal / prejudica a ação de bombeiros	3	27	2		
				16. Falta ou falha de interfone e/ou campainha	3			27	2		
				17. Falta de saída de emergência (cabina)	3						
		3.2 Salas de máquinas e poço sem sistemas de segurança obrigatórios	2	18. Falta de controle de acesso aos ambientes técnicos (Sala de Máquinas e Poço)	2	6. Riscos de acidentes	4	16	5		
				19. Falta ou falha em equipamentos de segurança (parachoques / molas) no poço	2			16	5		
				20. Falta de iluminação / iluminação inadequada no poço	2			7. Prejudicada a ação da manutenção	2	8	7
				21. Inexistência de porta de emergência para acesso ao poço pela parte superior	3	8. Prejudicada a ação de bombeiros em caso de incêndio - Risco para vidas humanas	4	24	3		
				22. Falta de Extintores / Extintores vencidos nas salas de máquinas	1			9. Riscos de incêndio	4	8	7
				23. Má fixação de máquinas / equipamentos	2			10. Riscos de paralisação de componentes essenciais, do equipamento principal ou de ocorrência de acidentes	4	18	4
				24. Existência de ruídos anormais	2	18	4				
				25. Ocorrência de vazamentos (Maq. Tração)	2	24	3				
				26. Sistema de baterias (luz de emergência e interfonos) sem condições de funcionamento (baterias estufadas, presença de zinabre)	3	36	1				
				27. Falta de manutenção em quadros elétricos (sem limpeza, necessitando de reaperto, existência de aquecimento)	3	36	1				
				28. Estado geral ruim dos gabinetes dos quadros elétricos, sem condição adequada de fechamento ou sem proteção que evite contato c/ partes vivas	3	36	1				
				29. Reles (equipamento não modernizado) com jumpers e sem manutenção	2	24	3				
				30. Escovas de geradores apresentando centelhamento (escovas gastas ou mal reguladas)	2	24	3				
				31. Cabos de tração excessivamente oxidados e sem lubrificação	2	24	3				
				32. Existência de infiltrações sobre equipamentos (teto da sala de máquinas)	3	36	1				
				33. Cabos elétricos lançados inadequadamente no piso / canaletas abertas	2	24	3				
				34. Existência de lâmina d'água no poço do elevador	2	24	3				
				35. Iluminação e/ou ventilação insuficiente	2	11. Prejudicado o trabalho da manutenção	2			12	6
				36. Inexistência de diagramas elétricos / de comando nos quadros elétricos	3	18	4				
				37. Existência de infiltrações sobre equipamentos	3	12. Depreciação do bem	2	18	4		
				38. Trincas e/ou fissuras em alvenaria	3			18	4		
				39. Piso com falta de manutenção / danificados	3			18	4		
				40. Revestimentos e acabamentos sem manutenção / danificados	3			18	4		
				41. Falta de limpeza e conservação no poço	2			12	6		
				42. Falta de limpeza equipamentos / Sl. Maq.	2			12	6		
				43. Falta de manutenção, conservação e limpeza na cabina(acabamentos,painéis,portas,pisos,teto)	1			6	8		
				44. Má fixação de batentes e soleiras (pavimentos / paradas)	2			13. Depreciação do bem / riscos de acidentes	3	12	6
				45. Ausência do número de registro na PMSP	1	14. Autuações	2	4	9		
				46. Ausência dos dados da mantenedora (Nome e telefone para contato)	1			4	9		
				47. Ausência das informações sobre a capacidade do elevador (número máximo de pessoas e tara)	1			4	9		
				48. Inexistência da RIA (Relatório de Inspeção Anual)/existência do documento c/validade vencida	3			12	6		
				49. Ausência das sinalizações obrigatórias (Lei 12.722 de 4/9/1998 - Decreto 37.956 de 10/5/1999 e Lei 11.995 - Decreto 36.434 de 4/10/1996)	1			4	9		
				50. Falha ou inexistência de sinalização sonora de direção e abertura de portas (gongos) para deficientes visuais	2			8	7		
				51. Falha ou inexistência de sinalização visual de direção (viagem) para deficientes auditivos	2			8	7		
				52. Falha ou inexistência de sinalização em Braille (cabina e lateral da porta nos pavimentos) para deficientes visuais	1			4	9		
				53. Falha ou inexistência de sinalização sonora de direção e abertura de portas (gongos) para deficientes visuais	2			8	7		
				54. Falha ou inexistência de sinalização visual de direção (viagem) para deficientes auditivos	2			8	7		
				55. Falha ou inexistência de sinalização em Braille (cabina e lateral da porta nos pavimentos) para deficientes visuais	1			4	9		

Figura 4.3.1.f – FMEA revisado – Versão Final.

CHECK LIST - SISTEMA DE ELEVADORES

DADOS DA EDIFICAÇÃO

Nome do Edifício: _____
 Classe (tipo de aplicação): Condomínio Comercial Condomínio Residencial
 Padrão construtivo / ac da Edificação: Alto Médio Baixo
 Endereço: _____

DADOS DO EQUIPAMENTO / SISTEMA

Elevador No. (denominação do cliente): _____
 Registro PMSF: _____
 Fabricante: _____
 Capacidade: _____ Toneladas
 _____ Passageiros
 _____ Pavimentos
 _____ Anos
 Número de Pavimentos Atendidos: _____
 Idade do equípto: _____
 Data da última modernização / embelezamento: ____/____/____ (Quando tiver ocorrido)
 Contrato de : Manutenção com Peças
 Conservação
 Próprio Fabricante Outra empresa / Nome: _____
 Empresa de Manutenção: _____
 Condição do equipamento Em operação
 Parado / quebrado
 Em manutenção preventiva

ITEM INSPECIONADO		CONFORME	NÃO CONFORME	NÃO SE APLICA	PAVIMENTOS IRREGULARES
1.0 Casa de Máquinas					
1.1 Ambiente					
	Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado				
	Limpeza / Organização:				
	Ventilação				
	Iluminação				
	Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)				
	Conservação				
	Existência de infiltrações				
	Estado do Revestimento				
	Estado do Piso				
	Estado da Pintura				
	Existência de Ficha de Registro da Manutenção				
1.2 Equipamentos					
	Fixação de máquinas				
	Passagem de cabos / canaletas				
	Limpeza				
	Retentores e Juntas (Vazamentos)				
	Ruídos				
	Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)				
	Sistema de baterias de emergência (interfones)				
	Cabos (sem oxidação excessiva)				
1.2.1 Quadro elétrico de comando					
	Limpeza				
	Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando				
	Estado geral dos gabinetes				
	Condição de Segurança / Fechamento do quadro				
	Estado dos relés (não modernizado)				
2.0 Caixa & Poço					
	Iluminação				
	Equipamentos no poço				
	Limpeza				
	Estado de conservação (infiltrações, trilhos, etc...)				
	Controle de acesso ao poço				
	Existência de porta de emergência (superior)				
3.0 Cabina					
3.1 Equipamentos de Operação					
	Acabamento de painel e botões				
	Funcionamento / chamado interno				
	Funcionamento/Indicador Pavimento				
	Sinalização em Braille				
	Funcionamento Alarme				
	Funcionamento Interfone				
	Iluminação				
	Existência de Iluminação Emergência				
	Ventilação				
	Limpeza da cabina				
	Existência de saída de emergência				
3.1.1 Sensor de porta					
	Óptico (lâmbda)				
	Mecânico				
3.2 Sinalizações					
	Placa identificação PREFEITURA				
	Placa limite de peso / passageiros				
	Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência				
3.3 Acabamento interno					
	Portas				
	Piso				
	Forro / teto				
	Painéis laterais				
4.0 Pavimentos					
	Funcionamento chamados externos				
	RIA atualizada / na validade				
	Sinalização de direção (visual)				
	Sinalização de direção (sonora)				
	Fixação de batentes e soleiras				
	Fixação de Placas Obrigatórias (Leis / Decretos)				
5.0 Viagem					
	Partida e parada confortável (sem solavancos)				
	Parada em nível com os pavimentos				
	Deslocamento sem ruídos				
	Deslocamento sem balanço / trepidações				
	Abertura de porta após parada do carro (nivelado)				

DATA DA INSPEÇÃO: ____/____/____ TEMPO DE INSPEÇÃO: ____:____

RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO: _____

Figura 4.3.1.g – Check list revisado – Versão Final.

Por fim, realizou-se uma comparação entre os métodos GUT e FMEA para observarmos as possíveis diferenças, separando uma pequena amostra que foi inspecionada novamente pelo engenheiro mecânico que integrou o grupo.

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA	45511					54394					48818					S/N					
Padrão Construtivo	A					A					M					B					
Fabricante	TK					TK					AS					WA					
Capacidade Toneladas	1,33					1,68					0,7					0,56					
Capacidade Passageiros	19					24					10					8					
Número de paradas	5					14					15					4					
Idade do Equipamento	9					5					8					7					
Modernizado recentemente																					
Contrato de Manutenção ou Conservação	M					M					C					C					
Manutenção pelo fabricante	S					S					S					S					
ITEM INSPECIONADO	IP	GC	GU	GT	TOTAL	IP	GC	GU	GT	TOTAL	IP	GC	GU	GT	TOTAL	IP	GC	GU	GT	TOTAL	
1.0 Casa de Máquinas																					
1.1 Ambiente																					
Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado					0					0					0						0
Manutenção / Limpeza					0					0	12	3	10	3	90	12	3	10	1	1	30
Ventilação					0					0					0	12	3	10	1	1	30
Iluminação					0					0					0	12	3	10	1	1	30
Estado da Alvenaria (sem infiltrações)					0					0					0						0
Estado do Revestimento / Pintura					0					0					0	18	6	10	3	3	180
Estado do Piso	18	6	10	3	180					0					0						0
Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)					0					0					0	8	8	10	1	1	80
1.2 Equipamentos																					
1.2.1 Manutenção / Limpeza em equipamentos																					
Fixação de máquinas					0					0					0						0
Passagem de cabos / canaletas					0					0					0						0
Limpeza dos equipamentos					0					0	12	3	10	3	90	12	3	10	3	3	90
Retentores e Juntas (Vazamentos)	18	8	10	8	640	18	8	10	8	640					0	18	8	10	8	8	640
Existência de ruídos					0					0					0						0
Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)					0					0					0	NA					0
Cabos (sem oxidação excessiva)					0					0					0	NA					0
1.2.2 Quadro Elétrico / Comando																					
Limpeza / Estado de Manutenção	36	8	10	6	480					0	36	3	10	3	90	36	3	10	3	3	90
Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando	18	3	10	1	30	18	3	10	1	30	18				0	18	3	10	1	1	30
Estado geral dos gabinetes					0					0					0						0
Condição de Segurança / Fechamento do quadro	36	8	10	1	80					0					0	36	8	10	1	1	80
Estado dos relés (não modernizado)	NA				0	NA				0	NA				0	24	6	10	6	6	360
2.0 Poço																					
Iluminação					0					0					0						0
Equipamentos no poço					0					0					0	16					0
Limpeza					0					0	12	6	10	3	180	12	6	10	3	3	180
Estado de conservação					0					0					0	12	6	10	3	3	180
Controle de acesso ao poço					0					0					0						0
Existência de porta de emergência (superior)					0					0	24	10	10	1	100	NA					0
3.0 Cabina																					
3.1 Equipamentos de Operação																					
Funcionamento / chamado interno					0					0					0						0
Funcionamento/Indicador Pavimento					0					0					0						0
Sinalização em Braille					0					0					0	6	6	10	1	1	60
Funcionamento Alarme					0	27	8	10	1	80					0						0
Funcionamento Interfone					0	27	8	10	1	80					0						0
Iluminação					0					0					0						0
Existência de Iluminação Emergência					0					0	18	6	10	1	60	18	6	10	1	1	60
Ventilação					0					0					0						0
Existência de saída de emergência					0					0	27	10	10	1	100						0
3.2 Conservação & Limpeza da Cabina																					
Acabamento de painéis e botões					0					0					0						0
Acabamento de Portas, Piso, Forro/teto e painéis laterais					0	6	3	10	3	90					0						0
Limpeza da cabina					0					0					0	6	1	10	3	3	30
3.1.1 Sensor de porta																					
Óptico (lâmbda)					0	24	8	10	1	80					0						0
Mecânico	NA				0					0	NA				0	NA					0
3.2 Sinalizações																					
Placa identificação PREFEITURA					0					0					0	4	3	10	1	1	30
Placa limite de peso / passageiros					0					0					0	4	1	10	1	1	10
Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência					0					0					0	4	1	10	1	1	10
4.0 Pavimentos																					
Funcionamento chamados externos					0					0					0	8	6	10	1	1	60
RIA atualizada / na validade					0					0					0	12	3	10	1	1	30
Sinalização de direção (visual)					0					0					0						0
Sinalização de direção (sonora)					0					0					0						0
Fixação de batentes e soleiras					0					0					0						0
5.0 Viagem																					
Partida e parada confortável (sem solavancos)					0	16	6	10	6	360					0						0
Parada em nível com os pavimentos					0					0					0						0
Deslocamento sem ruídos					0					0					0	8	6	10	6	6	360
Deslocamento sem balanço / trepidações					0	8	6	10	6	360					0						0
Abertura de porta após parada do carro (nivelado)					0					0					0	24	8	10	6	6	480

Figura 4.3.1.h – Comparativo FMEA x GUT – Elevadores comerciais SP.

Observa-se na coluna denominada IP o conjunto de valores extraídos da ferramenta FMEA e na coluna denominada como Total, o produto entre as classificações de criticidade, urgência e tendência (Sistema GUT).

REGISTRO NA PREFEITURA / No. AMOSTRA		59341					59342				
Padrão Construtivo		M					M				
Fabricante		OTIS					OTIS				
Capacidade Toneladas		0,63					0,63				
Capacidade Passageiros		8					8				
Número de paradas		17					17				
Idade do Equipamento		4					4				
Modernizado recentemente											
Contrato de Manutenção ou Conservação		M					M				
Manutenção pelo fabricante		S					S				
ITEM INSPECIONADO		IP	GC	GU	GT	TOTAL	IP	GC	GU	GT	TOTAL
1.0 Casa de Máquinas											
1.1 Ambiente											
Controle de acesso (segurança) - Aberto / Fechado						0					0
Manutenção / Limpeza						0					0
Ventilação						0					0
Iluminação						0					0
Estado da Alvenaria (sem infiltrações)						0					0
Estado do Revestimento / Pintura						0					0
Estado do Piso						0					0
Extintor (Existe / Adequado / Validade da Carga)						0					0
1.2 Equipamentos											
1.2.1 Manutenção / Limpeza em equipamentos						0					0
Fixação de máquinas						0					0
Passagem de cabos / canaletas						0					0
Limpeza dos equipamentos						0					0
Retentores e Juntas (Vazamentos)						0					0
Existência de ruídos						0					0
Escovas Gerador/Máq. Tração (sem centelhamento)		NA				0	NA				0
Cabos (sem oxidação excessiva)						0					0
1.2.2 Quadro Elétrico / Comando						0					0
Limpeza						0					0
Existência de desenhos/diagramas elétr./Comando		18	3	1	1	3	18	3	1	1	3
Estado geral dos gabinetes						0					0
Condição de Segurança / Fechamento do quadro						0					0
Estado dos relés (não modernizado)						0					0
2.0 Poço											
Iluminação						0					0
Equipamentos no poço						0					0
Limpeza		12	6	10	3	180	12	6	10	3	180
Estado de conservação						0					0
Controle de acesso ao poço						0					0
Existência de porta de emergência (superior)		24	10	1	1	10	24	10	1	1	10
3.0 Cabina											
3.1 Equipamentos de Operação											
Funcionamento / chamado interno						0					0
Funcionamento/Indicador Pavimento						0					0
Sinalização em Braile						0					0
Funcionamento Alarme						0					0
Funcionamento Interfone		27	6	10	1	60	27	6	10	1	60
Iluminação						0					0
Existência de Iluminação Emergência		18	6	10	1	60	18	6	10	1	60
Ventilação						0					0
Existência de saída de emergência		27	10	1	1	10	27	10	1	1	10
3.2 Conservação & Limpeza da Cabina						0					0
Acabamento de painel e botões						0					0
Acabamento de Portas, Piso, Forro/teto e painéis laterais						0					0
Limpeza da cabina						0					0
3.1.1 Sensor de porta											
Óptico (lâmbda)						0					0
Mecânico		NA				0	NA				0
3.2 Sinalizações											
Placa identificação PREFEITURA						0					0
Placa limite de peso / passageiros						0					0
Placa da Empresa de Manutenção/Fone emergência						0					0
4.0 Pavimentos											
Funcionamento chamados externos						0					0
RIA atualizada / na validade						0					0
Sinalização de direção (visual)						0					0
Sinalização de direção (sonora)		8	3	10	1	30	8	3	10	1	30
Fixação de batentes e soleiras						0					0
5.0 Viagem											
Partida e parada confortável (sem solavancos)						0					0
Parada em nível com os pavimentos						0					0
Deslocamento sem ruídos						0					0
Deslocamento sem balanço / trepidações						0					0
Abertura de porta após parada do carro (nivelado)						0					0

Figura 4.3.1.i – Comparativo FMEA x GUT – Elevadores residenciais SP.

Apesar de realizadas pelo mesmo inspetor, a classificação através do sistema GUT, cujo princípio é similar ao utilizado no FMEA, reflete um diferente nível de prioridades, pois, permite classificar a anomalia através da opção de cinco conceitos (nenhuma, baixa média, alta e total) pelo estado observado e não relacionado a disfunção, tratada sobre o conceito de confiabilidade de forma mais abrangente.

Ambos os métodos são bons, mas observa-se a complementação do sistema GUT pela aplicação da ferramenta de confiabilidade, em função da análise prévia das disfunções do sistema estudado, as suas causas e conseqüências, efetuada por um grupo de especialistas segundo a metodologia de análise das falhas. Este estudo prévio, resultando na identificação dos níveis de prioridade para cada uma das causas e efeitos sobre o sistema, produto ou projeto avaliado, elimina o fator “subjetividade” ou mesmo, a falta de experiência do Inspetor Predial sobre a infraestrutura avaliada.

Quanto ao tempo de aplicação da ferramenta, a média obtida para a realização das inspeções em elevadores instalados em edificações comerciais em São Paulo foi de aproximadamente 45 minutos, enquanto a média para a inspeção em elevadores instalados em edifícios residenciais (São Paulo e Litoral) foi de aproximadamente 40 minutos.

CONCLUSÕES

Encerrando este estudo, apresenta-se as conclusões sobre os três enfoques que se objetivou a analisar:

OBJETIVOS ALCANÇADOS

METODOLOGIA / MELHORIA DO PROCESSO DE INSPEÇÃO

A necessidade de se minimizar a subjetividade a qual está sujeita o inspetor predial quando avalia um item como conforme ou não conforme, se envolvem riscos ou não aos seus ocupantes e usuários, se está ocorrendo (evento) e se tende a evoluir, já proporcionou o surgimento do sistema GUT, o qual, dentro de uma filosofia similar a do FMEA, pretende guiar os inspetores prediais em suas avaliações. No entanto, pôde-se observar a importância do estudo e da metodologia aplicada ao FMEA, possibilitando a definição prévia de classificações (níveis de prioridade) segundo a aplicação de conceitos de confiabilidade sobre o conhecimento dos técnicos que compõem o grupo de estudo.

Os resultados obtidos neste trabalho nos confirmaram a importância de se complementar os dispositivos de análise e inspeção existentes e da elaboração de guias para o inspetor predial, a exemplo do modelo desenvolvido para elevadores. Esta ferramenta não elimina a figura do especialista, o qual deverá ser sempre consultado a partir do momento em que esta necessidade for identificada na inspeção predial.

APLICABILIDADE DO FMEA NA INSPEÇÃO PREDIAL

As diferenças registradas na aplicação dos dois métodos existentes nos mostraram a importância do embasamento técnico atrás de cada classificação atribuída, respaldando a análise adotada.

Se bem estruturado e desenvolvido, o FMEA retratará a realidade em seus níveis de prioridade, ressaltando em primeiro plano as causas e efeitos de falhas que incorrerem em maior risco aos seus usuários e ocupantes; da mesma forma, deixará em outros planos itens que mesmo incorrendo em perdas financeiras, não ofereçam riscos aos seres humanos ou à edificação (equipamentos).

A qualidade dos resultados e a maior facilidade em justificá-los tecnicamente confirma a total aplicabilidade de ferramentas de confiabilidade na inspeção predial.

EFICÁCIA DO MODELO E APLICAÇÃO EM CAMPO

A existência de um guia para o inspetor predial, auxiliando-o em seu trabalho de campo, garantindo um tempo reduzido de inspeção (média de 45 minutos por equipamento) com maior qualidade, também foi validada por este trabalho, apesar da possibilidade de melhorarmos o tempo de inspeção com o treinamento e a formação de inspetores para o uso da ferramenta.

TEMAS PARA PESQUISAS FUTURAS

No início do desenvolvimento deste trabalho, vislumbrou-se a aplicação desta ferramenta em inspeções elétricas e de civil, necessitando para tal, a reunião de especialistas e o estudo aprofundado segundo o procedimento **FMEA**.

Como temas para pesquisas futuras, sugerimos a análise de sistemas de cobertura, fachadas, entrada e distribuição elétrica, além dos demais sistemas prediais existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR NM 207** – Elevadores Elétricos de Passageiros – Requisitos de Segurança para Construção e Instalação. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 13994** – Elevadores de Passageiros – Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência. Rio de Janeiro, 2000.

BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. - **Sistemas de gestão da qualidade em empresas de projeto: aplicação ao caso das empresas de arquitetura**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Paulo, 1998. Anais. São Paulo, EPUSP, 1998, v.2, p.469-476.

CARDOSO, F. F. - **Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França**. Parte 2: Do estratégico ao tático. Estudos econômicos da Construção, São Paulo, 1997, p.119-160.

CERQUEIRA, J. P. - **ISO 9000, no Ambiente da Qualidade Total**, Rio de Janeiro, Imagem Ed., 1994.

FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M.; LANTELME, E. M.; SOIBELMAN, L. – **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle**. Técnica, n. 23, p. 30-33, jul. / ago. 1996.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. - **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto**. São Paulo, EPUSP, 1994 (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT / PCC / 94).

FREITAS, M. A.; COLOSIMO, E. A. - **Confiabilidade: análise de tempo de falha e testes de vida acelerados**. Belo Horizonte. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1997, 309p.

GUS, M. - **Método para a Concepção de Sistemas de Gerenciamento da Etapa de Projetos da Construção Civil: um estudo de caso em empresa de incorporação e construção de edifícios em Porto Alegre**. Porto Alegre, 1996. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 150p.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. - **Análise de Falhas – aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995, 156p.

JUNQUEIRA, G. B. - **Da engenharia tradicional à engenharia simultânea no setor industrial nacional**. São Paulo, 1994. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 119p.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. - **Controle da qualidade – Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade**, 4ª ed., São Paulo, Makron / McGraw – Hill, 1991a, v. 1, 377p.

MELHADO, S. B. - **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, 1993. Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações: anais. São Paulo, EPUSP / ANTAC, 1993, v. 2, p.703 – 704.

MELHADO, S. B. - **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 295p.

NOVAES, C. C. - **Diretrizes para a garantia da qualidade do projeto na produção de edificações**, São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 389p.

O'CONNOR, J. T.; DAVIS, V. S. **Constructability improvement during field operations**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 114, n. 4, p.548-564, dec./1988.

PICCHI, F. A. - **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo 1993. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 461p.

TAVARES, LOURIVAL AUGUSTO – **Excelência na Manutenção** – Casa da Qualidade Editora Ltda - 2ª Edição - 1977

TAVARES, LOURIVAL AUGUSTO – **Administração Moderna da Manutenção** – e-book ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção – 2001.

TZORTZOPOULOS, P. - **Contribuições para o Desenvolvimento de um Modelo do Processo de Projeto de Edificações em Empresas Construtoras Incorporadoras de Pequeno Porte**. Porto Alegre, 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 150p.

WEBGRAFIA

ALGUNS ARTIGOS SOBRE CONFIABILIDADE NA MANUTENÇÃO. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em 08/11/2005.

DIVERSAS INFORMAÇÕES SOBRE ELEVADORES PARA TRANSPORTE DE PASSAGEIROS. Disponível em:< <http://www.otis.com> >. Acesso em 12/11/2005.

DIVERSAS INFORMAÇÕES SOBRE ELEVADORES PARA TRANSPORTE DE PASSAGEIROS. Disponível em:< <http://www.atlas.schindler.com> >. Acesso em 12/11/2005.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 5674** – Manutenção de Edificações. Rio de Janeiro, 1999.

ALAN KARDEC & JÚLIO NASCIF - **Manutenção – Função Estratégica** – Qualitymark Editora / RJ – 2ª. Edição / 2003.

ALAN KARDEC, ROGÉRIO ARCURI, NELSON CABRAL, JOÃO RICARDO LAFRAIA, MILTON GALVÃO ZEN, TÁRCIO BARONI, JÚLIO NASCIF, JOUBERT FLORES, CLÁUDIO CARVALHO, EDUARDO SEIXAS E HAROLDO RIBEIRO – **Coleção Manutenção** – Qualitymark Editora / RJ – 1ª. Edição / 2001.

CARLOS DE SOUZA ALMEIDA - **Gestão da Manutenção Predial** – Gestalent Editora / RJ – 1ª. Edição / 2001.

CHAROUX, OFÉLIA MARIA GUAZZELLI - **Manual de Metodologia**. - São Paulo: FAAP, 1998.

PALADY, E. PAUL - **FMEA Análise dos Modos de Falha e Efeito** – IMAM / SP - 3ª. Edição / 2004.

SEIXAS, EDUARDO DE SANTANA - **Confiabilidade Aplicada Na Manutenção** – E-BOOK (CD-Rom) comercializado pela ABRAMAN.