



Proposta de gerenciamento de manutenção preventiva para instalações de águas pluviais utilizando o FMEA

CRUZ; George Bruno Oliveira da.

Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de obras Civas, NPPG/POLI – UFRJ

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 03 Jun 2019

Revisão: 22 Jun 2019

Aprovação: 09 Jul 2019

Palavras-chave:

Manutenção preventiva,
redução de custos,
FMEA

Resumo:

A realização da manutenção preventiva em edificações tem-se tornado a cada dia mais essencial e indispensável para equipes e gestores de grandes edificações, sejam elas em relação ao não impacto de uma operação diária que compreende a utilização do prédio pelos seus usuários para um determinado objetivo ao qual o mesmo foi construído, ou até mesmo na redução de custos não previstos. A necessidade de manutenção em edificações ocorre principalmente por: irregularidades ocorridas por desgastes de uso, manter a funcionalidade e aspectos originais das edificações, garantir a segurança do seu usuário e equipamentos de alto custo e evitar gastos com manutenções não planejadas. O objetivo desse artigo é propor um plano de manutenção preventiva em instalações de águas pluviais de estruturas prediais, tendo como metodologia a utilização da ferramenta FMEA, visando a proteção de equipamentos e itens que estejam contidos no local em questão. Esse artigo aborda a utilização da ferramenta FMEA em um sistema de águas pluviais, de forma a determinar falhas de grandes potenciais, com o objetivo de determinar um plano de tratativas a serem realizadas, sejam elas ações planejadas e, avaliando-se a necessidade, a realização de atuações corretivas. Com a utilização do FMEA, é possível obter a satisfação do cliente interno e externo não afetando em sua operação diária que se resume no atendimento a pacientes em realização de exames. Além disso, foi possível reduzir custos não planejados através da redução do número de intercorrências e seus respectivos impactos à edificação.

1. Introdução

Villanueva [1] afirma que a manutenção preventiva é uma ação prevista que tem como base de atuação um conjunto de falhas já ocorridas em equipamentos ou sistemas em funcionamentos. Essas atuações planejadas tem como objetivo diminuir ou chegar o mais próximo de extinguir a chance de falha ou redução do processo de funcionamento.

A manutenção tem como função principal conceder confiabilidade e a continuidade de um processo de funcionamento de um equipamento. Quando tem-se a falta de manutenção, a demanda de serviços que deveria ter um baixo índice, aumentam a falta de confiabilidade a qual o equipamento ou sistema encontra-se.

Quando uma operação é afetada por um planejamento mal executado, referente a

manutenção de um equipamento, os prejuízos são diversos, podendo seus impactos ter grandes dimensões, e até mesmo ser irreparáveis em alguns casos. E nesses casos, a redução ou perda total de receita é algo que nenhuma instituição planeja acontecer.

De acordo com Kardec e Nascif [2] O FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* ou Análises de modo e efeito de falha) é uma ferramenta que fornece ao seu usuário, a determinação e dimensão de uma irregularidade potencial que podem ocorrer em sistemas, processos e equipamentos. Essa abordagem atua com foco em três vertentes: Projeto, processo e sistema. Dentre os três focos de atuação, o mais usual para uma equipe de manutenção será o processo, levando em consideração que o item a ser analisado está em utilização.

Para a obtenção dos resultados desejados utilizando o FMEA, tem-se como base a utilização de alguns fatores qualitativos e uma sequência de questionamentos, que concederão ao usuário uma visão apurada da falha que está sendo analisada. A partir desses resultados, é possível realizar um plano de medidas preventivas e corretivas a serem adotadas.

A proposta de gerenciamento de manutenção preventiva deve-se a uma problemática que foi originada por uma falha em uma unidade laboratorial, localizada no Estado do Rio de Janeiro, onde a mesma gerou sérios danos para a receita diária, levando em consideração os custos não previstos gerados no elevador da unidade, que é um equipamento de suma importância, impactando diretamente não utilização de setores específicos.

Mediante o ocorrido, a unidade laboratorial Labs a+ Recreio, que realiza exames de imagens e diagnóstico, teve grande perda de receita, tendo em vista que muitos clientes não conseguiram realizar seus exames marcados, pois precisavam utilizar o elevador para possibilitar o acesso à sala de exames em andares superiores.

2. Fundamentação teórica

2.1 Aspectos da manutenção predial

A ABNT [3], em sua NBR 5674, no seu item 3.5, compreende de forma técnica que o termo manutenção é uma série de ações que tem como objetivo manter ou até mesmo reabilitar o funcionamento do sistema, ao qual está sendo submetido as tratativas, garantindo assim sua utilização e seguridade por parte dos seus usuários. Já na NBR 5462 [4], no seu item 2.8.1, tem-se uma definição mais abrangente onde diz que a manutenção é formada por intervenções, sejam elas administrativas e técnicas, incluindo supervisionamento, que garantirão a condição ideal de funcionalidade do edifício ou sistema.

Noble apud Ferreira [5] nos afirma que diferente da definição exposta pela NBR, o termo manutenção pode ser definido também com foco no benefício a ser adquirido gerado pelas intervenções das irregularidade, tendo em vista que há uma vantagem considerável na realização de um conjunto de ações para prevenção da estrutura da edificação, ao invés de obter um custo não previstos para uma manutenção.

Kardec e Nascif [2], definem que objetivo principal da manutenção é, restaurar as características originais de um sistema ou edificação, de forma a assegurar aos seus usuário o atendimento ideal as demandas ao qual o mesmo foi implantado de forma segura, tendo em vista garantir os impactos preestabelecidos com relação ao meio ambiente e custos.

Segundo Gomide *et al.* apud Villanueva [6] a manutenção é determinada como um grupo de medidas e investimentos de forma a certificar a plena atuação de um edifício ou sistema, de forma a atender às demandas ao qual o mesmo foi providenciado.

O Termo manutenção está presente na literatura técnica referente a manutenção predial e, segundo Jesus apud Cardoso [7], manutenção pode ser definida como sendo um conjunto de ações periódicas que visam a

recuperação das propriedades originais da edificação.

2.2 Tipos de manutenção

No âmbito da manutenção, tem-se diversos tipos de intervenções que são adotadas em edificações ou sistemas, tendo suas variações de acordo com cada caso específico.

Segundo Gomide *et al.* apud Villanueva [6] a manutenção, tem como possível definição de tipologia a metodologia a ser adotada e sua finalidade principal.

Já Alan Kardec e Nascif [2] compreende que a forma a qual as ações são realizadas em um determinado conjunto, determina os aspectos determinantes dos inúmeros modelos de manutenção, sendo assim necessário uma determinação objetiva das particularidades das ações necessárias a serem adotadas de forma a estar enquadrada em um dos tipos de manutenção listados pelo mesmo. Dentre as diversas manutenções existentes, destaca-se 5 delas. São elas:

- Manutenção corretiva não planejada
- Manutenção corretiva planejada
- Manutenção preventiva
- Manutenção preditiva
- Manutenção detectiva (p.37) [2]

2.2.1 Manutenção corretiva não planejada

De acordo com Kardec e Nascif [2], manutenção corretiva não planejada é determinada por ações reparadoras de um erro em um momento não esperado ou funcionamento fora dos padrões iniciais. O mesmo reforça que essa atuação, é realizada em casos onde o sistema ou equipamento tem um comportamento não esperado de forma repentina.

Segundo Otani e Machado apud Costa [8], esse tipo de manutenção caracteriza-se como um conjunto de ações que são realizadas quando há uma falha de forma

repentina em um equipamento. Esse tipo de manutenção envolverá altas despesas, tendo em vista que esses tipos de irregularidades são de maiores danos, onde o equipamento encontra-se no desgaste máximo, já que o mesmo não foi submetido a ações de prevenções prévias, afim de evitar esse conjunto de correções imediatas. Além do custo de manutenção, considera-se também o custo de produtividade, já que esse fato impossibilita a continuidade do processo.

Como exemplo da realização da manutenção preventiva, Kardec e Nascif [2] aponta as lâmpadas que são elementos que estão propensas a irregularidades aleatórias, podendo manter um funcionamento padrão ao decorrer de sua utilização. Outro exemplo que o autor relata, é referente a linhas de produções em industriais, mencionando que o fato desses elementos estarem sendo submetidos a altas pressões e temperaturas, colaboram para que haja uma diminuição do desempenho ao decorrer do tempo e assim, sendo necessário uma atuação corretiva de forma não planejada.

2.2.2 Manutenção corretiva planejada

A Manutenção corretiva planejada, segundo Kardec e Nascif [2], caracteriza-se por intervenções corretivas com bases em análises feitas que concluem que o item em questão não está operando como deveria. O autor também enfatiza que, essas atuações serão mais efetivas e terão um custo mais adequado, quando comparado a uma atuação de forma aleatória.

Otani e Machado apud Costa [8], afirma que a manutenção corretiva planejada são atuações onde há um supervisionamento prévio, onde o mesmo determina qual o momento será necessário atuar no equipamento de forma corretiva, prevendo assim o tempo de atividade e o valor necessário para que o equipamento venha a ser reestabelecido com seus requisitos mínimos de atuação em processos.

Monteiro et al [9] expõe como exemplo de manutenção corretiva planejada, a troca de uma correia de uma fresadora. O mesmo

ressalta, que para esse caso fica mais viável e com menor desperdício financeiro a programação da troca desse item quando o mesmo sofrer o colapso total, caso o equipamento a qual possui essa correia, caso o mesmo não venha impactar na operação.

2.2.3 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva, segundo NBR 5462[5], são ações realizadas em períodos definidos, ou tomando como diretriz análises realizadas previamente, onde reforça a necessidade de intervenção afim de evitar futuras ocorrências de irregularidades na atuação de um sistema.

Segundo Slack apud Netto [10], esse tipo de manutenção é determinada por um conjunto de operações que antecedem uma possível ocorrência de irregularidade e fracionamento de peças de sistemas ou equipamentos. Tem como objetivo sanar ou restringir, através de ações preventivas, a possibilidade de ocorrências imprevistas que afetam negativamente o funcionamento de um determinado sistema ou equipamento.

2.2.4 Manutenção preditiva

Já a manutenção preditiva, segundo a NBR 5462 [4], são atuações realizadas, tendo como objetivo garantir o funcionamento ideal de um elemento definido, mediante uma análise por meio de equipamentos de monitoramentos, possibilitando dessa forma limitar o quantitativo de intervenções de manutenções preventivas e corretivas.

Segundo Nepomuceno apud Lucatelli [11] a marinha e aeronáutica americana utilizaram a manutenção preditiva nos anos de 1939 à 1946, afim de obter confiabilidade no ramo da aviação. Nesse período, esse modelo de manutenção foi essencial, tendo em vista o processo de reposição de peças para a realização de manutenção de uma parte específica do avião. Por meio das intervenções preventivas realizadas, foi possível observar que o processo de substituição de determinadas peças, que estavam sendo realizadas, não eram necessárias. A partir dessa verificação, a Aeronáutica e a Marinha Americana, puderam observar que o era mais

rentável investir em ensaios preventivos, afim de evitar desperdícios com troca de peças desnecessárias.

2.2.5 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva, segundo Villanueva [1], é consideravelmente recente, tendo em vista que a mesma começou a ser aplicada na década de 90, sendo assim pouco atuante no Brasil. As atuações são realizadas por equipamentos de monitoramentos, onde sendo observada a falha, há o planejamento da intervenção corretiva no sistema ou equipamento ao qual está sendo submetido.

Segundo Souza apud Costa [8], a manutenção detectiva caracteriza-se por um conjunto de ações que irão fornecer ao seu usuário identificar irregularidades que são imperceptíveis para a equipe que supervisiona um determinado sistema, funcionando como proteção para o mesmo. Um exemplo que o autor destaca, refere-se a um circuito de gerador de um hospital. Em caso do mesmo não está operando normalmente e houver a ausência de energia, o mesmo não irá operar, afetando diretamente na entrada do gerador. Nesse caso, a manutenção detectiva será essencial, realizando testes e acionamentos periódicos, garantindo o funcionamento desse circuito.

2.2.6 Aspectos Gerais do FMEA

Segundo Kardec e Nascif [2], FMEA é uma ferramenta que auxilia o seu usuário a detectar e determinar a importância de uma irregularidade específica que venha a ocorrer em um sistema, de forma a definir as ações corretivas e preventivas a serem realizadas.

Segundo Kardec e Nascif [2] a ferramenta FMEA concede o suporte necessário para identificações das intervenções afim de corrigir ou reduzir o efeito de um comportamento de um sistema fora de seu processo normal. Complementando, Puent apud Ross et al [12] afirma que o FMEA atua seguindo dois procedimentos padrões. O primeiro deles é determinar irregularidades e respectivas origens que ocorram em um determinado sistema. Em segundo lugar, o foco será

fornecer qual a real criticidade das irregularidades determinadas, afim de determinar o plano de ação, seja ele com atuações corretivas ou preventivas, considerando os pontos de maior potencial para os de menores potenciais. O mesmo ainda acrescenta que esses dados de criticidade são concebidos a partir de três índices, que são classificados de 1 a 10, onde os mesmos multiplicados resultarão no Risk Priority Number (RPN).

3. Problemática e metodologia

O problema a ser tratado neste artigo refere-se ao fato ocorrido em uma clínica laboratorial, que possui uma rotina diária de atendimento aos clientes, que realizam diversos exames de acordo com uma necessidade específica. Esses exames são elaborados por equipamentos de alto custo. Além desses equipamentos, a clínica dispõe de outros diversos equipamentos de suporte, sejam eles visando facilitar o dia a dia do cliente ou até mesmo do colaborador. Como exemplo, podemos citar o elevador da unidade, que é essencial para o deslocamento de clientes que possui dificuldades para se locomover por escadas, e o não funcionamento do mesmo, impossibilitaria a realização de alguns exames por parte dos clientes. Logo, é de extrema importância que a toda infraestrutura e instalações que compõem a edificação da clínica, a qual esses equipamentos estão locados, garantam o perfeito funcionamento e integridade, de forma a não transmitir impactos para a operação e prejuízos na não realização dos exames, acarretando assim na má prestação de serviços e prejuízos irreparáveis.

O fato ocorrido foi o não funcionamento de um sistema de águas pluviais, que quando submetido a chuvas de intensidade fraca a moderada, tinha seu perfeito funcionamento, fazendo com que a laje a qual o sistema atendia, não sofresse inundações. Porém, no dia 08 de Abril de 2019, uma chuva de intensidade fora dos índices normais a qual o sistema de águas pluviais não estava habituado, fez com que a laje do último andar sofresse uma inundação, onde parte da água

ao extrapolar o desnível da laje, adentrou por uma veneziana de ventilação do poço do elevador, gerando em danos no sistema do elevador, e conseqüentemente, a parada de imediata do mesmo. Essa irregularidade teve como principal fator a insuficiência de itens, que garantissem o escoamento ideal da laje em questão. Para normalização da operação do elevador mencionado, foi necessário um custo de R\$ 23.000,00 para a troca de peças que estavam danificadas.

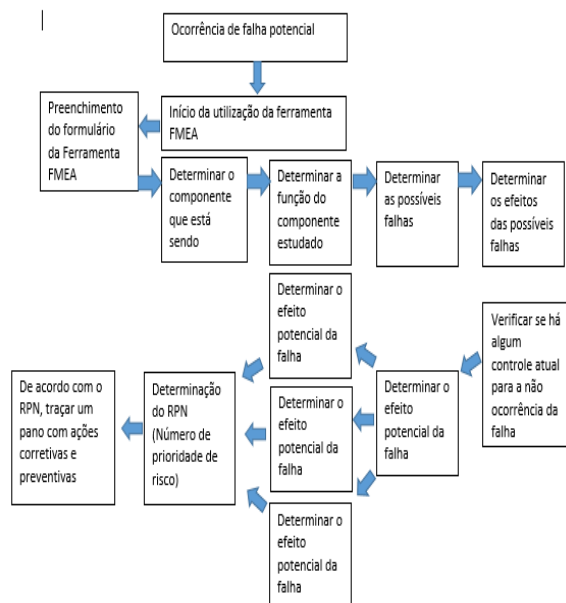
A utilização do FMEA garante um funcionamento adequado do sistema de águas pluviais, e além disso, colabora efetivamente na prevenção de falhas de grandes dimensões, onde as mesmas podem impactar diretamente na operação diária da clínica laboratorial.

A aplicação do FMEA foi realizada a partir do método do processo, onde o foco principal foi a avaliação do sistema já em funcionamento, sendo assim analisado nesse caso uma falha potencial que já havia ocorrido, sendo providenciadas as devidas ações corretivas e preventivas para que a irregularidade não voltasse a ocorrer.

A ferramenta FMEA, foi utilizada com base em um preenchimento de um formulário com dados qualitativos e quantitativos, por meio de investigações no ponto específico onde houve a ocorrência da irregularidade. A obtenção desses dados foi obtida através de uma série de etapas padrões do FMEA. Ao todo, são 7 etapas, dentre elas 6 foram sobre a falha ocorrida e 1 referente ação que deveria ser tomada para restringir novas ocorrências. A primeira etapa tratou de determinar através de um estudo, o sistema de instalações pluviais onde ocorreu a falha, buscando informações desde função do sistema, até possíveis falhas que podem ocorrer. A segunda etapa resume-se em identificar o efeito ocasionado pela falha no sistema de instalações de águas pluviais. Já na terceira, quarta e quinta etapas, foram determinados índices (respectivamente grau de gravidade da falha, frequência da ocorrência da falha e detectabilidade), de acordo com a falha ocorrida, afim determinar na sexta etapa o

NPR (número de prioridade de risco) que é a multiplicação dos três índices obtidos.

Figura 1– Fluxograma aplicado através do FMEA



Fonte: Kardec, 2009[1]

Através dessa etapa, foi possível determinar uma priorização da falha em questão, de forma a planejar ações corretivas e planejadas, na sétima etapa, provendo assim uma maior confiabilidade do sistema específico. Para exemplificar melhor a metodologia, temos na figura 1 o fluxograma das ações necessárias que foram realizadas:

4. Discussões dos resultados

A utilização da ferramenta no processo diário da clínica, contou com a participação de três funcionários, sendo um supervisor e um técnico da empresa terceira mantenedora e um supervisor de manutenção responsável pela clínica laboratorial.

O tempo para utilização da ferramenta FMEA e as análises necessárias levaram em torno de 2 semanas. O preenchimento do formulário da ferramenta FMEA concedeu os resultados conforme demonstrado abaixo:

- a) Isolar e descrever o modo potencial da falha

I. Componente:

Sistema de águas pluviais

II. Função do componente:

Prover o escoamento devido para a laje do último pavimento da edificação;

III. Falhas possíveis:

Desconexão ou rompimento de itens do sistema pluviais e entupimento das tubulações que compõem o sistema em questão;

IV. Efeitos:

Inundação de laje a qual o sistema de águas pluviais atende, infiltração devido a inundação da laje, corrosão de armaduras de lajes e vigas devido a infiltração de água gerada por inundação da laje e entrada de água no poço do elevador;

V. Controles atuais

Nenhum

- b) Efeito potencial da falha

Parada de equipamentos devido aos danos gerados pelo contato da água;

Prejuízos:

Queima de peças dos equipamentos, custos não esperados para reparo dos equipamentos em questão e perda de receita.

- c) Grau de gravidade da falha: 8

- d) Frequência de ocorrência da falha: 4

- e) Detectabilidade: 8

- f) Número de prioridade de risco:

NPR = 256, Logo, Muito alto.

- g) Ação corretiva

Aumentar os itens de escoamento para a laje em questão, realizar verificações periódicas semanais, afim de verificar e as condições e aplicar as tratativas necessárias dos itens que compõem o sistema de águas pluviais, de modo a garantir seu estado de operação usual.

Através da utilização da ferramenta FMEA, foi possível averiguar que seria extremamente necessário realizar uma ação corretiva imediata, evitando assim novas

ocorrências com o mesmo potencial. Além disso, foi possível traçar um programa de verificação semanal, onde o técnico da empresa mantenedora responsabiliza-se em realizar uma verificação e realização de ações preventivas, afim de manter os requisitos necessários para que o sistema de águas pluviais continue operando corretamente.

5. Conclusão

A partir desse artigo, conclui-se que a ferramenta FMEA teve seu objetivo concluído ao conceder para a empresa uma forma de atuação diferenciada, incentivando uma mudança de cultura pela equipe, de forma a utilizar esse caso como exemplo para outras clínicas laboratoriais do grupo em questão.

A utilização no ponto de vista da empresa foi primordial, tendo em vista que, da mesma forma que houve um alto custo não planejado para reparo do elevador, as atuações realizadas de baixo custo, colaboram para a continuidade da operação da clínica, não gerando assim perda de receita, e também altos custos de manutenção.

Pode-se também citar que há um atingimento de satisfação com relação ao cliente interno, tendo em vista que o mesmo possui a expectativa que toda a estrutura predial venha permanecer intacta, de modo a atuar sem que haja algum tipo de interferência na operação diária.

Além de todos os fatores expostos anteriormente, pode-se dizer que houve um ganho de conhecimento com uma ferramenta que ainda não havia sido utilizada e possui um grande potencial de forma a beneficiar a operação de manutenção diária da empresa em questão, de forma a evitar desperdícios com custos não planejados e fazer com que os sistemas que compõem as edificações, venham atuar de forma previstas, sem interrupções não programadas.

6. Referências

- [1] VILLANUEVA, M.M. A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013451.pdf>>. Acesso em 03 de março de 2019.
- [2] KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: Função estratégica. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Qualitymark 2009
- [3] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: Manutenção de edifícios. Rio de Janeiro, 1999.
- [4] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- [5] FERREIRA, H.C. A manutenção predial em face a Norma NBR 5674/1999. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34370/FERREIRA%2c%20HELDER%20CALSAVARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>
- [6] GOMIDE, T. L. F. Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco. São Paulo: Editora PINI, 2006.
- [7] CARDOSO, M. R. Manutenção predial: verificação de indicadores de performance como instrumento de avaliação de empresa terceira. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78220/000896882.pdf?sequence=1>>
- [8] COSTA, M. A. Gestão estratégica da manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2012_3_Mariana.pdf>

- [9] MONTEIRO, C. I. e SOUZA, L. R. e ROSSI, P. H. L. Manutenção corretiva: Manutenção e Lubrificação de equipamentos. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2010. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_6.pdf>
- [10] CURY NETTO, W. A. A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/ep/files/2010/05/Wady-UFJF-Engenharia-Monografia.pdf>>
- [11] LUCATELLI, M. V. Estudo de procedimentos de manutenção preventiva de equipamentos eletrodomésticos. Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/77435/138267.pdf?sequence=1>>
- [12] ROSS, C., DIESEL, L., RIBAS, J. A. M., DA ROSA, L. C. Aplicação da ferramenta FMEA: Estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de passageiros. Tecno-Lógica, v.11. Santa Cruz do Sul: UNISC. 2007.