

## Desenvolvimento da ferramenta FMEA para auxiliar o processo de manutenção em um restaurante universitário

Yara Patrícia Ginane de Araújo, Luiza Lorena de Sousa Cavalcante, Samuel Gomes da Silva, Richardson Bruno Carlos Araújo, Luciana Torres Correia de Mello

**Resumo:** O presente trabalho relata de forma sucinta a importância da manutenção nas organizações, mais especificamente do setor alimentício, atrelando questões higiênico-sanitárias, planejamento e de eficiência produtiva. E apresenta como objetivo propor uma iniciativa de gestão da manutenção preventiva, através de *checklists* para o restaurante universitário, visto que o estabelecimento não apresenta nenhuma medida referente a manutenção de equipamentos, e apresenta máquinas com defeitos e outras sem funcionamento há meses, o que atinge drasticamente a qualidade dos serviços prestados aos universitários. A pesquisa se classifica como um estudo de caso, de natureza aplicada, com abordagem combinada e objetivo exploratório. O levantamento de dados foi realizado através de visitas e observações *in loco*, nas quais foram identificados os principais equipamentos utilizados, seguido da aplicação da ferramenta FMEA, que indicou a câmara fria como a máquina que pode causar maior impacto para empresa. Com este resultado, elaborou-se um *checklist* para monitoramento do equipamento, além de fomentar a gestão da manutenção na organização e contribuir para um futuro plano de manutenção.

**Palavras chave:** Gestão da Manutenção; Ferramenta FMEA; Restaurante Universitário.

### 1. Introdução

Os avanços tecnológicos, a globalização econômica e o aumento das exigências dos clientes geraram grandes desafios para as empresas que precisam reduzir seus custos e aumentar a qualidade para sobreviverem no mercado competitivo (SILVA NETO; LIMA, 2002). Neste contexto, a manutenção tem muito a colaborar. Mas, ao remeter-se a produção nas organizações, cujo foco principal são as operações, a manutenção é conceituada como custos, ao invés de investimento. Segundo Martins e Laugeni (2005), a manutenção deve ser praticada constantemente nas empresas, pois afeta diretamente a qualidade de seus produtos ou serviços, uma vez que interrupções ocasionam, em grande maioria, a queda da qualidade, além de gerar outros problemas como reclamações dos clientes, que não serão atendidos no prazo especificado, receitas que deixam de ser auferidas e custos de reparos.

A manutenção nas organizações do setor alimentício, como os restaurantes universitários, torna-se imprescindível, pois está diretamente relacionada com as condições higiênico-sanitárias dos alimentos, fator de grande relevância para a saúde pública, principalmente por serem serviços oferecidos a coletividade (MEZZARI; RIBEIRO, 2012). Além disso, garante eficiência dos processos produtivos, pois como trabalham com grandes volumes de produção um pequeno atraso ou defeito pode tomar grandes proporções. Na literatura existem vários tipos de manutenção, como corretiva, preventiva, preditiva e produtiva. Para os restaurantes universitários a mais indicada é a preventiva, pois torna a empresa preparada quanto a indisponibilidade física dos equipamentos relacionadas às paradas planejadas, não afetando assim no horário de funcionamento.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo propor uma iniciativa de gestão da manutenção preventiva, através de *checklists* para o restaurante universitário de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES), visto que o mesmo não apresenta nenhuma medida referente a

manutenção de equipamentos, a ponto de ter máquinas com defeitos e sem funcionamento há meses, o que atinge negativamente a qualidade dos serviços prestados aos universitários.

## 2. Gestão da manutenção

As atividades da manutenção são necessárias para prevenir danos às instalações e equipamentos que ocorrem devido ao uso contínuo e desgaste natural. Esses danos podem aparecer de diversas formas, desde a estética do equipamento até problemas de desempenho e falhas nas operações (XENOS, 1998). Segundo a norma NBR 5462:1994, a manutenção consiste no conjunto de ações técnicas e administrativas com o intuito de manter ou realocar um item às suas funções normais de fábrica. Com isso, a manutenção implica na ação de manter, sustentar, consertar ou conservar os equipamentos. Além disso, visa melhorar as condições de desempenho, operações e confiabilidade, de acordo com as modificações nas funções originais dos materiais. Para isso, são realizadas ações e técnicas específicas que tem como consequência alterações no princípio de funcionamento dos equipamentos (ZAIONS, 2003).

Para a realização correta da manutenção em uma organização são necessárias algumas atividades de apoio, segundo Xenos (1998):

- O tratamento de falhas dos equipamentos por meio de registro e histórico é possível identificar e remover as causas das falhas;
- Padronização da manutenção são os procedimentos técnicos retidos dos manuais de instrução do equipamento que serve de orientação para elaboração dos formulários de solicitação de reparos;
- Planejamento da manutenção são as ações de preparação dos serviços com materiais, mão de obra e ferramentas;
- Peças-reservas e almoxarifados servem para aquisição, armazenamento e controle das peças e materiais para manutenções preventiva, e assim auxiliar no tempo de reparo da máquina;
- Orçamento da manutenção é ter o controle e registro dos custos que são destinados para a manutenção de uma empresa;
- Educação e treinamento, é preparar o operador para executar atividades simples de manutenção, visando diminuir os custos com pessoal especializado para soluções pequenas nos equipamentos;

Contudo, essas atividades servem como dados que auxiliarão no planejamento não somente da manutenção, mas da organização de forma integrada, visto que envolve vários demais departamentos.

### 2.2. Manutenção e Confiabilidade: Ferramenta FMEA

Segundo Sellitto, Borchardt e Araújo (2002), a Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA) é um método de análise do produto ou processo com objetivo de identificar possíveis falhas e determinar os impactos sobre o desempenho do objeto. Algumas etapas podem ser seguidas para executar o FMEA, como por exemplo:

- 1) identificar os modos e efeitos potenciais de falhas;
- 2) identificar os respectivos efeitos de cada modo de falha, assim como a severidade associada;

- 3) identificar possíveis causas para cada modo de falha e mensurar sua probabilidade de ocorrência;
- 4) identificar possíveis formas de detecção do modo de falha a partir do cliente e mensurar sua probabilidade de detecção e
- 5) avaliar o potencial de risco através do Número de Prioridade de Risco (NPR), multiplicando-se os fatores severidade, probabilidade de acontecer a falha e detecção da mesma.

Quanto maior o NPR, maior os impactos da falha, portanto deve-se procurar métodos para eliminação ou redução dos efeitos da falha. Essas análises são quantificadas de (1, pouco provável, a 10, muito provável), conforme apresentado no Anexo A.

De acordo com Stamatis (2003) existem quatro tipos de FMEA:

- a) FMEA de sistema;
- b) FMEA de produto;
- c) FMEA de processo e
- d) FMEA de serviço.

O FMEA de sistema (ou conceito) concentra-se em analisar os modos de falhas causados por deficiências do sistema nas fases iniciais de conceituação e projeto. O FMEA de produto foca em analisar modos de falha do projeto associados ao produto antes do processo de manufatura e verifica a consonância do produto com os objetivos pré-definidos. O FMEA de processo é utilizado para analisar os modos de falhas durante os processos de fabricação e montagem e aponta as deficiências dos mesmos, auxiliando na construção de planos de ação. O FMEA de serviço analisa o serviço por completo e utiliza como base resultados provenientes dos FMEAs anteriores ou análises sucintas dos produtos e processos. A partir disso oferecem soluções a fim de que os modos potenciais de falhas não atinjam os clientes.

## 2. Método de Pesquisa

O presente artigo foi desenvolvido em um restaurante universitário de uma IFES, com a finalidade de analisar os equipamentos que necessitam de reparos e posteriormente adotar *checklists*, iniciando a gestão da manutenção preventiva. Assim esta pesquisa classifica-se como um estudo de caso, de natureza aplicada, com uma abordagem combinada e objetivo exploratório (TURRIONI; MELLO, 2012).

Para elaboração da pesquisa, algumas etapas foram discutidas e realizadas conforme ilustrado na Figura 1. Inicialmente, a equipe se reuniu para definir o local da pesquisa e disponibilidade. Com as visitas, foi possível identificar as principais máquinas e equipamentos utilizados, que necessitavam de reparos, ocasionados por falta do planejamento da manutenção e geravam atrasos indesejados na manufatura ou até mesmo perda total da matéria prima do restaurante universitário. Com o levantamento de dados e classificação das operações que poderiam ser melhoradas, elaborou-se um *checklist*, em consonância com aplicação da ferramenta FMEA, que avalia a severidade, ocorrência e detecção da falha, priorizando a falha que pode causar maior risco para empresa e cliente.



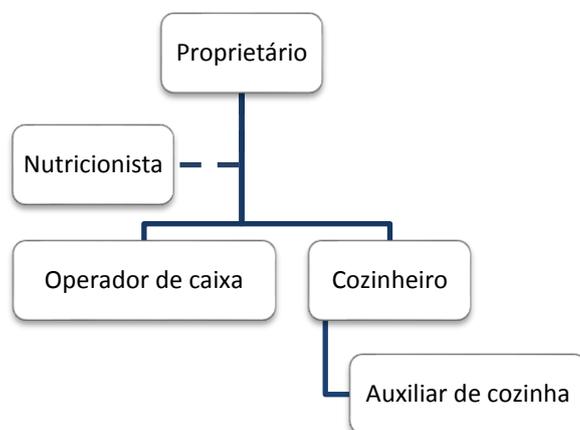
Figura 1 - Etapas da pesquisa

### 3. Estudo de caso

A empresa estudada possui o seguinte maquinário: máquina de lavar pratos, fogão industrial, forno elétrico, *pass-through*, quatro câmaras frias e cinco freezers. Atualmente, o processo de manutenção não acontece de maneira planejada e pode interromper o funcionamento das atividades a depender da máquina ou equipamento que apresente defeitos, como no caso do fogão industrial e forno elétrico. Portanto torna-se relevante a realização da manutenção de forma preventiva, em horários programados, para não atrapalhar a realização das operações e garantir o bom funcionamento do restaurante no horário de funcionamento.

#### 4.1. Caracterização da empresa

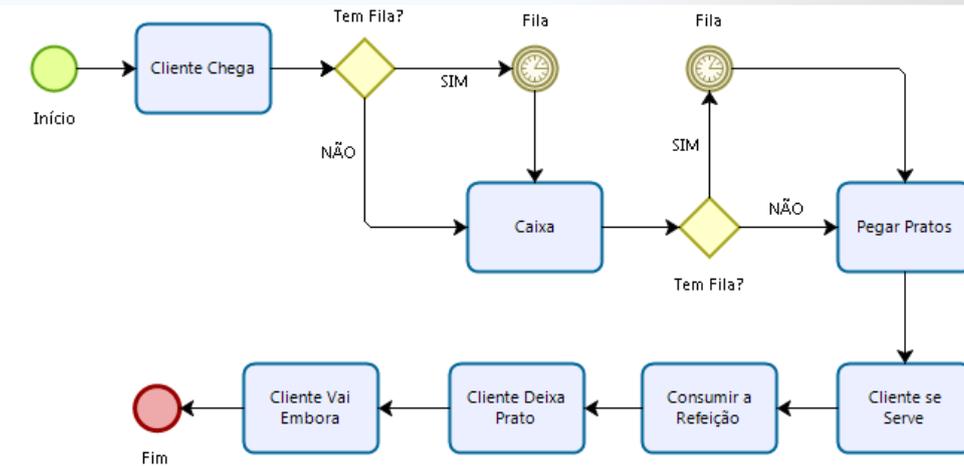
A empresa analisada é uma terceirizada que estabelece convênio com a IFES por meio de licitação. A pesquisa terá foco no restaurante universitário (RU) que possui 7 funcionários que são distribuídos nos departamentos como ilustrado na Figura 2.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 2 - Organograma da empresa

O Restaurante Universitário funciona de segunda a sexta-feira de 10h15 as 13h15 para almoço e de 17h15 as 19h15 para o jantar, aos sábados funciona apenas no horário de almoço. O público-alvo se resume ao corpo docente e discente da instituição. O serviço é ofertado como refeições do tipo *self service*. A Figura 3 ilustra o fluxograma das etapas do processo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 3 - Fluxograma do serviço

Conforme a Figura 3, o processo de atendimento é iniciado com a chegada do cliente ao RU, que aguarda ser atendido, no caso de fila, do contrário vai direto para o caixa. Após a compra da ficha, o cliente segue para outra fila para se servir. Em seguida ele vai para seu assento e realizará sua refeição. Quando o cliente finaliza sua refeição, ele recolhe seu prato e vai embora.

#### 4.2. Manutenção Atual

As manutenções realizadas atualmente na empresa são de caráter corretivo. De acordo com Costa et al. (2015) as manutenções corretivas são serviços que exigem intervenção imediata e não programadas a fim de permitir a continuidade do uso ou evitar prejuízos. Encontra-se nesse estado a máquina de lavar pratos e três câmaras frias. A lavagem de pratos acontece manualmente e não afeta significativamente o fluxo das operações. Com relação as câmaras frias, existe um impasse entre a empresa e a universidade, onde alegam-se problemas de projeto e não relacionado ao uso, justificando a permanência desde o início das atividades. Com isso a empresa faz uso apenas de freezers, pois é indispensável a presença de uma área de refrigeração para manter a qualidade dos produtos, já que a única câmara em funcionamento não consegue atingir as temperaturas recomendadas para a conservação dos alimentos.

#### 4. Discussão e proposta de melhorias

Com as visitas realizadas ao restaurante universitário, notou-se que muitos equipamentos necessitam de reparos. Então foi realizado um levantamento dos principais maquinários utilizados que poderiam comprometer a realização dos processos e causar desperdício de matéria-prima. Visto isso, aplicou-se a ferramenta de Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA) para identificar o equipamento que possui o maior impacto na confiabilidade dos serviços caso ocorra a falha, como explicita o Quadro 2.

FMEA - Restaurante Universitário							
Equipamento	Função do Equipamento	Modo de Falha	Efeito(s) Potencial(is) de Falha(s)	O	S	D	NPR
Câmara Fria	Resfriar os alimentos para conservação	Não resfriar corretamente	Perda dos alimentos	8	9	8	576
		A luz não acende	Acidente de trabalho	4	3	2	24
		Não funciona	Perda dos alimentos	4	9	8	288
Forno Elétrico	Cozimento dos alimentos (calor)	Não liga	Atraso das refeições	2	7	8	112
		Não esquentar	Alimento cru e atraso das refeições	3	8	8	192
Fogão	Cozimento dos alimentos por meio de calor	Não acende	Atraso das refeições	4	7	7	196
		Vaza gás	Acidente de trabalho	3	5	4	60
		Entupido	Atraso no preparo dos alimentos	5	6	4	120
Pass-Through	Conservar a temperatura dos alimentos prontos	Má calibração	Descontrole da temperatura ideal	5	5	3	75
		Não aquece/resfria	Estragar o alimento	2	7	8	112
		Não funciona	Contaminação dos alimentos	3	9	9	243
Máquina de lavar pratos	Higienização dos pratos	Problema na instalação elétrica	Não funcionamento	5	5	6	150
		Travas da porta com defeito	Não funcionamento	2	5	6	60
		Vazamento de água	Mau funcionamento	3	5	7	105
		A lava-louça não enche	Mau funcionamento	5	5	7	175

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Quadro 1 – FMEA do restaurante universitário

O Quadro 2 classifica os equipamentos quanto ocorrência (O) da falha, severidade (S) de atingir o cliente e do grau de detecção (D). A escala utilizada inicia em 1, para o menos provável, até 10, para o mais provável conforme mostra o Anexo A. Baseado no FMEA do Quadro 2, pode-se identificar que a câmara fria acarreta o maior dano na produção e insatisfação do cliente devido a possíveis perdas de alimento (atrasando a produção) ou utilizando-os em más condições. Com isso, elaborou-se um *checklist* de acordo com o manual do fabricante que guiasse o operador na manutenção preventiva do maquinário (MS, 2007). O Quadro 3 ilustra a proposta de checklist para o controle da câmara Fria.

<b>Checklist – Câmara Fria</b>		
Inspeccionado por: _____ Hora: _____ Data de inspeção: ___/___/___		
Para lembrar:		
1. Desligar a unidade condensadora no quadro de comando.		
2. Desligar a unidade condensadora principal ou reserva a ser verificada.		
3. Ligar a chave da unidade condensadora no quadro de comando		
4. Medir a tensão e a corrente do compressor.		
Verificação estrutural		
Itens	✘	✔
1. O isolamento térmico da estrutura está adequado?		
2. Possui trincas/fissuras/quebras?		
3. Possui acúmulo de detritos?		
4. As botoeiras e lâmpadas de sinalização estão funcionando?		
5. Checar os suportes da base metálica.		
6. O estado e pressão das maçanetas das portas está adequado?		
7. O deslizamento das portas ao fechar e abrir		
<b>Obs.:</b>		
Verificação dos equipamentos		
Itens	✘	✔
1. O evaporador está com vazamento de óleo?		
2. O sistema tem vazamento de óleo?		
3. Tem algum vazamento de gás no refrigerador do sistema?		
4. A operação da válvula de expansão está funcionando?		
5. Posição e o isolamento térmico do bulbo da válvula de expansão estão conforme as instruções do manual de fábrica?		
6. Os termostatos de controle estão funcionando?		
7. A central de alarme está funcionando?		
8. O visor de líquido possui alguma contaminação?		
9. Fiação, cabos de alimentação e fusíveis estão conforme as instruções do manual de fábrica?		
10. Os motores elétricos dos forçadores de ar do evaporador estão funcionando?		
11. Os terminais, conexões elétricas e de aterramento estão conforme as instruções do manual de fábrica?		
12. Molas e amortecedores do compressor estão conforme as instruções do manual de fábrica?		
13. O nível de vibração dos mancais estão conforme as instruções do manual de fábrica?		
14. O balanceamento da hélice do ventilador do condensador está adequado?		
15. As tubulações possuem algum ruído fora do comum?		
16. O pressostatos indica alta margem de óleo?		
17. O pressostatos indica baixa margem de óleo?		
<b>Obs.:</b>		
Data: ___/___/___	Versão: _____	

Fonte: Adaptado de Ministério da Saúde (2007)

Quadro 2 – Proposta de Checklist para controle da câmara fria

O fabricante sugere que o *checklist* seja aplicado mensalmente e que a inspeção ocorra no equipamento em pleno funcionamento, justificado pela possibilidade de surgirem dificuldades na remoção dos produtos armazenados. Desse modo, é preciso planejar as tarefas e também a forma de realização do monitoramento contínuo da temperatura, quando precisar desligar a câmara fria, para evitar que os produtos sejam danificados (MS, 2007). Para elaborar este *checklist*, além de utilizar os dados fornecidos pelo manual, foram coletadas informações sobre as necessidades do RU e como o problema poderia ser suprido de acordo com o planejamento.

## 5. Considerações Finais

Atualmente a gestão da manutenção tem sido fonte de confiabilidade dos produtos e serviços prestados, garantindo maior satisfação dos clientes e gerando vantagem competitiva através do melhor uso dos equipamentos e recursos. Com relação ao objetivo da pesquisa, a elaboração do *checklist* em consonância com o FMEA, traz para a empresa uma nova forma de gerir a manutenção, iniciando pelo equipamento de maior impacto na produtividade e confiabilidade e tornar-se filosofia para posteriormente incrementar todas as máquinas e equipamentos.

As limitações no desenvolvimento deste estudo restringem-se a fatores internos, como ausências de profissionais capacitados para fornecer informações dos maquinários e da gestão da organização. Como propostas para trabalhos futuro, o presente artigo pode servir como base para construção de um plano de manutenção preventivo e assim trabalhar de maneira efetiva a gestão da manutenção para conseguir atingir os resultados de forma planejada e coerente, evitando surpresas quanto a indisponibilidade física de equipamentos.

## Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 5462, de 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Brasil.

COSTA, D. C. et al. Ferramentas e métodos de manutenção: um estudo de caso em uma máquina de corte e solda em uma indústria de plásticos. **Anais...** In: Anais do XXII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2015.

SILVA NETO, J. C.; LIMA, A. M. de L. Implantação do Controle de Manutenção. **Revista Club de Manutenimento**, n. 10, 2002.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEZZARI, M. F.; RIBEIRO, A. B. Avaliação das condições higiênico-sanitárias da cozinha de uma escola municipal de Campo Mourão–Paraná. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 7, n. 3, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Manutenção de Equipamentos da Rede de Frio**. Brasília - Df: Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica, 2007.

Disponível em:

<[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_manutencao\\_equipamentos\\_rede\\_frio.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_manutencao_equipamentos_rede_frio.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2019.

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; ARAÚJO, D. Manutenção centrada em confiabilidade: aplicando uma abordagem quantitativa. **Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba: ABEPRO, 2002.

STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from theory to execution**. 2. ed. ASQC, Milwaukee: Quality Press, 2003.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Itajubá: 2012

XENOS, H. G. D. **Gerenciando a manutenção produtiva: o Caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte - Mg: Editora Dg, 1998. 302 p.

ZAIOS, R. D. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel**. 2003. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

Anexo A – Tabelas de Severidade, ocorrência e detecção

Severidade		
Índice	Severidade	Critério
1	Pequena	A falha não afetaria notavelmente o desempenho do sistema
2	Baixa	Falha pequena que causaria leve insatisfação nos clientes
3		
4	Moderada	Uma falha que causaria algum descontentamento, desconforto ou aborrecimento ou causaria deterioração notável no desempenho
5		
6		
7	Alta	Falha que causaria grande insatisfação nos clientes
8		
9	Muito alta	Uma falha que afetaria a segurança
10	Catastrófica	Uma falha que pode causar sérios danos e até mesmo morte

Fonte: Adaptado de Slack (2009)

Tabela 1 – Critérios de seleção do índice severidade

Ocorrência		
Índice	Ocorrência	Proporção
1	Mínima	0
2	Baixa	1:20.000
3		1:10.000
4	Moderada	1:2.000
5		1:1.000
6		1:200
7	Alta	1:100
8		1:20
9	Muito alta	1:10
10	Catastrófica	1:2

Fonte: Adaptado de Slack (2009)

Tabela 2 - Critérios de seleção do índice ocorrência

Detecção		
Índice	Detecção	Proporção
1	Mínima	0 a 15%
2	Baixa	6 a 15%
3		16 a 25%
4	Moderada	26 a 35%
5		36 a 45%
6		46 a 55%
7	Alta	56 a 65%
8		66 a 75%
9	Muito Alta	76 a 85%
10		86 a 100%

Fonte: Adaptado de Slack (2009)

Tabela 3 - Critérios de seleção do índice detecção