

Aplicação da metodologia FMEA na validação de processos administrativos e industriais na Flessak Eletro Industrial S/A**Application of the FMEA methodology in the validation of administrative and industrial processes at Flessak Eletro Industrial S/A**

Recebimento dos originais: 06/04/2018

Aceitação para publicação: 22/05/2018

Júlio Cesar Oidella

Bacharel em Administração

Instituição: Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus Francisco Beltrão

Endereço: Av. Júlio Assis Cavalheiro, 2000 - Centro, Francisco Beltrão – PR, Brasil

Email: oidella1@hotmail.com

Jairo Leonardi de Aguiar

Mestre em Administração

Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Campus Francisco Beltrão

Endereço: R. Maringá, 1200 - Vila Nova, Francisco Beltrão – PR, Brasil

Email: mobil.100@hotmail.com

Kellerman Augusto Lemes Godarth

Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional

Instituição: Instituto Federal do Paraná – IFPR, Campus Capanema

Endereço: Rua Cariris, s/n, Lote 52, Gleba 135, Capanema – PR, Brasil

Email: kgodarth@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho demonstra a aplicação da metodologia Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), como ferramenta de gerenciamento de riscos em processos industriais e administrativos da Flessak Eletro Industrial S/A. Foram aplicadas as sete etapas previstas no método aos processos de soldagem de carcaças de geradores elétricos e tecnologia de informações da empresa, buscando-se analisar possíveis falhas e causas potenciais, efeito e risco de cada tipo de falha potencial. Como resultados, a análise no setor de TI demonstrou alta concentração de causas potenciais de falhas na execução do “falha no ckeklist” e “servidor de backup cheio”. No setor de caldeiraria, os processos “soldador com pouca experiência”, “ausência de manutenção preventiva” e “superfície de solda contaminada” representam 88% do grau de severidade, ocorrência e detecção da falha. Finalmente, também ficaram demonstrados o baixo custo de aplicação da FMEA e a facilidade de adaptação às diversas áreas da empresa.

Palavras chave: Processos; FMEA; Qualidade; Gestão.

ABSTRACT

The present work demonstrates the application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methodology as a risk management tool in industrial and administrative processes of Flessak Eletro Industrial S/A. The seven steps provided in the method were applied to the welding process of electric generator housings and information technology of the company, seeking to analyze possible failures and potential causes, effect and risk of each type of potential failure. As a result, analysis in the IT industry demonstrated high concentration of potential failure causes in the execution of "failure on ckeklist" and "full backup server". In the boiler industry, the processes "welder with little experience", "absence of preventive maintenance" and "contaminated welding surface" represent 88% of the degree of severity, occurrence and detection of failure. Finally, the low cost of applying FMEA and the ease of adaptation to the different areas of the company were also demonstrated.

Key-words: Process; FMEA; Quality; Administration.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observa-se uma crescente preocupação das empresas nacionais na adoção de mecanismos auxiliares à melhoria da qualidade de produtos e processos chave, frente à necessidade de maior competitividade das operações. Essa situação decorre, dentre outras causas, à ampliação das relações de importação e exportação e à desconcentração em alguns setores, com grupos internacionais ingressando no país, muitos via aquisição de empresas brasileiras.

Outro aspecto importante atualmente refere-se ao empoderamento do mercado consumidor, mais exigente em termos de credibilidade e confiabilidade em produtos e serviços. Uma forma de atendimento a esses requisitos consiste em identificar falhas e riscos em processos administrativos e industriais, entregando qualidade adequada aos requisitos do mercado consumidor.

Nessa perspectiva, é crescente a busca e utilização de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão em questões que envolvam o sistema de gestão da qualidade (SGQ) em processos chave executados nas empresas. Para Heldman (2005), o gerenciamento de riscos ajuda na gestão de projetos de sucesso, em termos de desempenho, lucro, eficiência e presença de mercado.

O presente trabalho busca demonstrar a aplicação da metodologia Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), como uma ferramenta de gerenciamento de riscos em processos industriais e administrativos. A base para a aplicação da FMEA consiste em se estruturar um grupo de atividades para identificar possíveis falhas e avaliar os efeitos das mesmas no processo. A partir disso, ações são planejadas visando reduzir as possibilidades de repetição de erros na execução do processo.

Para a realização do trabalho buscou-se, através de pesquisa bibliográfica e descritiva, aplicar as sete etapas da implementação da FMEA aos processos industriais e administrativos da empresa Flessak Eletro Industrial S/A, uma empresa industrial e comercial com sede em Francisco

Beltrão/Pr. A empresa iniciou suas atividades em 1966, realizando instalações e manutenção elétrica industrial e posteriormente ampliou atuando comercialização de material elétrico e fabricação de equipamentos para geração de energia elétrica e montagem de pequenas usinas hidrelétricas. A empresa tem como foco a satisfação de seus clientes, fornecedores e colaboradores e vem constantemente buscando aperfeiçoar processos e produtos. Para tal, conta com o auxílio de uma política de gestão de qualidade para implementar ferramentas de gestão para a melhoria dos processos de trabalho nas diversas áreas de empresa. A FMEA foi aplicada aos processos de soldagem de carcaças de geradores elétricos (setor de caldeiraria) e de segurança das informações (setor de tecnologia da informação), setores sem ligação direta, a fim de se verificar a aplicabilidade da metodologia em áreas distintas da empresa.

2 GESTÃO E FERRAMENTAS DA QUALIDADE

A administração da produção possui um aspecto prático, de produção de um produto ou serviço. Ao visar e tratar dos problemas de uma forma real, envolve o pessoal da gerência funcional, que organizam e gerenciam os processos de produção e o fluxo de informações a fim de transformar bens e insumos em serviços e produtos acabados. Moreira (2002, p. 3) a define como o “campo de estudos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função de produção (empresa industriais) ou operações (empresas de serviços)”. Outro conceito define o termo como sendo as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção”. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2001, p.32). Contudo, ao transformar insumos, como matérias-primas, em produtos e/ou serviços, a área nem sempre consegue agregar valor ao produto final. Assim, torna-se importante desenvolver uma gestão eficaz para essas atividades, de maneira a executar com qualidade processos chave, o que envolve diretores, gerentes, supervisores e colaboradores da empresa. (MARTINS; LAUGENI, 2002).

Segundo Silva (2009 apud LOPES, 2014) a preocupação com a qualidade é antiga. Porém, os aspectos relacionados com a mesma estão evoluindo cada vez mais, como tem sido visto nas últimas décadas. Como resultado, as empresas vem implementando sistemas de gestão da qualidade (SGQ), com o objetivo de aplicar métodos e mecanismos de garantia da conformidade dos processos e produtos. Ao estabelecer processos com padrões de qualidade pré-estabelecidos, buscam demonstrar o compromisso da empresa em ofertar produtos e/ou serviços que satisfaçam necessidades dos clientes, agregando reforço de imagem institucional e acompanhamento constante da evolução dos mercados. (PROENÇA, 2011).

A partir de 1994, quando foi desenvolvida a norma NBR ISSO 8402: 1994, a gestão da qualidade passou a constituir um conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar a produção de um bem ou serviço, englobando o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade. (CARVALHO; PALADINI, 2005 apud MARTINELLI, 2009, p. 19). Para Silva (2009), qualidade deriva da palavra “qualitate”, sendo sinônimo da procura contínua de melhoria englobando a política e estratégia da organização, formulação de indicadores relevantes, passando pelos níveis de satisfação de todos os stakeholders. A norma ISSO-9001:2008 especifica os requisitos para um sistema de gestão da qualidade voltado para organizações que busquem demonstrar sua habilidade em fornecer produtos e serviços que satisfaçam os requisitos de seus clientes. Isso inclui a aplicação efetiva do sistema, incluindo processos para a sua melhoria contínua e para a garantia da conformidade com estes requisitos.

Já o conceito de Gestão da Qualidade refere-se ao conjunto de atividades correlacionadas consideradas imprescindíveis para assegurar que um produto ou serviço tenha a qualidade desejada. Essas atividades são divididas em três fases ou processos distintos: planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoria da qualidade. (MARTINELLI, 2009; JURAN, 1951). Contudo, Martins e Laugeni (2002) ressaltam que SGQs são apenas um conjunto de recursos e regramentos utilizados para orientar a execução no devido tempo e em harmonia, de tarefas direcionadas ao objetivo comum da empresa. Para o autor, a empresa busca ter qualidade com produtividade, entendendo-se como qualidade a satisfação dos clientes e produtividade fazer mais com cada vez menos recursos. Dada a sua importância, a gestão da qualidade é fundamental para os processos de uma organização, principalmente na área de produção da empresa.

2.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O termo ferramentas da qualidade pode ser descrito como uma série de técnicas usadas para auxiliar a análise, detecção e solução de problemas que interferem na eficiência dos processos de trabalho. Martinelli (2009) as define como um conjunto de ferramentas quantitativas e qualitativas de uso consagrado para a melhoria de produtos, serviços e processos. Formuladas com base nas técnicas e práticas já existentes, à partir da década de 50, as ferramentas da qualidade são, desde então, de grande valia nos sistemas de gestão da qualidade empresariais.

Segundo o PMI (2013) as ferramentas básicas de qualidade são usadas no contexto do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action), para solucionar problemas de qualidade em processos industriais ou administrativos. As principais e mais utilizadas ferramentas são as seguintes: diagrama de causa

e efeito, fluxogramas, folha de verificação e folha de resultados, diagrama de Pareto, histogramas, gráficos de controle e diagramas de dispersão.

2.2 METODOLOGIA FMEA

A metodologia Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), baseado no modelo proposto por Toledo e Amaral (2006), é uma ferramenta de gerenciamento de riscos em processos industriais e administrativos das empresas. A metodologia foi desenvolvida em 1949 por militares norte-americanos com o objetivo de reduzir a quantidade e a probabilidade de falhas em equipamentos militares que não poderiam ser consertados a posteriori, com a vantagem de antecipar ou identificar potenciais falhas, tanto no produto como no processo. Mais tarde, foi adotada e aprimorada pela indústria automobilística, com o objetivo de evitar que produtos com defeito de fabricação pudessem chegar ao mercado, colocando em risco a saúde e a segurança do condutor e/ou passageiros. Isso é possível na medida em que a técnica permite descrever, identificar e eliminar falhas, problemas e erros conhecidos e/ou potenciais em sistemas, projetos, processos e/ou serviços. (STAMATIS, 2013).

Fernandes e Rebeçato (2006) complementam o uso da técnica, com foco no mercado consumidor, pois seu uso permite avaliar a severidade de cada falha relativamente ao impacto que possa causar, a probabilidade de ocorrência e a detecção antes de os produtos chegarem às mãos dos clientes. Por fim, Toledo e Amaral (2011) destacam o uso da metodologia como ferramenta para detectar possíveis falhas ou problemas antes do produto acabado ou antes de o produto apresentar problemas, aumentando, assim o atendimento às demandas do público consumidor.

3 MÉTODOS

Este trabalho optou por uma abordagem qualitativa com o uso de pesquisa descritiva, como meio de analisar a contribuição da ferramenta indutiva FMEA na análise e gerência de riscos em processos administrativos e industriais da Flessak Eletro Industrial S/A. Gil (2002) salienta que esse tipo de pesquisa permite que os fatos sejam observados, registrados, analisados, classificados e interpretados sem existir a interferência do pesquisador. O trabalho também possui características de pesquisa exploratória, ao buscar uma visão geral de determinado fato, a fim de torná-lo mais explícito. (GIL, 2002).

A pesquisa foi operacionalizada através de pesquisa em documentos e manuais de processos da empresa, além da observação direta, através das técnicas de observação e entrevista. Na primeira

técnica, a coleta é realizada utilizando-se de sentidos e significados construídos pelo pesquisador em relação à determinados aspectos da realidade observada. (MARCONI; LAKATOS, 2012). Já a entrevista foi operacionalizada por meio de perguntas abertas, em uma conversa informal, com base no modelo de aplicação da FMEA (Anexo 1), proposto por Toledo e Amaral (2006).

De forma geral, a FMEA possibilita a análise de um determinado serviço ou produto através da análise sistematizada dos responsáveis pela aplicação da ferramenta. Inicialmente lista-se um tipo de falha potencial, identificando seu efeito e causa e os controles existentes. A próxima etapa identifica os modos de falha em itens de classificação das seguintes variáveis: a severidade do modo de falha, ou seja, o resultado que este modo de falha tem no projeto; a possibilidade de detectar o modo de falha e a periodicidade em que ela ocorre. A classificação das variáveis se dá em função da atribuição de pesos, que variam de 1 a 10. O produto destes três valores cria o Risk Priority Number (RPN), índice classificatório decrescente dos riscos, a fim de priorizar os processos mais críticos, com maior chance de incidentes e menor chance de detecção (STAMATIS, 2003). A análise dos dados torna possível sugerir ações de melhorias e determinar prazos de implantação. Na etapa final, após a implementação das ações corretivas, o modelo sugere uma nova avaliação da severidade, ocorrência e detecção, para verificar a eficácia das ações corretivas e recorrência ou novas falhas no processo analisado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada na Flessak Eletro Industrial S/A, empresa industrial e comercial com sede em Francisco Beltrão/PR, e que atua no comércio de material elétrico e fabricação de equipamentos para geração de energia elétrica e montagem de pequenas usinas hidrelétricas. A empresa busca realizar os processos de trabalho, seja na fábrica ou na rede lojas de varejo com foco na qualidade dos produtos e serviços. Para isso estabeleceu a política Flessak da Qualidade, ação estratégica que define diretrizes para promover a melhoria contínua das operações da empresa, condição para o desenvolvimento e manutenção dos negócios. A iniciativa objetiva demonstrar aos colaboradores e mercado de atuação a preocupação e os esforços permanentes da empresa no aperfeiçoamento dos processos e sistemas de gestão, o aumento da produtividade e a competitividade do negócio.

4.1 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA FMEA

A ferramenta FMEA foi aplicada nos setores de Tecnologia de Informação e de Caldeiraria, com participação efetiva das gerências e equipes alocadas nos setores. Conforme já demonstrado, a metodologia FMEA é uma ferramenta de gerenciamento de riscos em processos industriais e administrativos, que objetiva “avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas, causas, efeito e risco de cada tipo de falha potencial e implantação de ações para aumentar a confiabilidade dos processos de produto ou serviço”. (TOLEDO E AMARAL, 2011, p. 27). O processo de gerenciamento de riscos se inicia com a listagem dos tipos potenciais de falha, seus efeitos e possíveis causas. Identificadas as potenciais falhas, a equipe do projeto avalia o grau de severidade, periodicidade e a capacidade de detecção da falha potencial. Cada modo de falha é classificado, então, atribuindo-se valores numa escala de 1 a 10 em relação às três variáveis: severidade, periodicidade e detecção da falha. O produto destes três valores determina o grau RPN (Risk Priority Number), cuja finalidade é classificar em ordem decrescente os riscos, priorizando os mais críticos, com maior chance de incidência e com menor chance de detecção (STAMATIS, 2003).

4.2 FMEA APLICADA NO SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO (TI)

Dentre outras finalidades, o setor de TI é a área de competência responsável pelo tratamento e o armazenamento de informações da empresa, em conformidade com as políticas e normas que assegurem confidencialidade e integridade de tais informações. A análise FMEA classificou o grau NPR em relação às causas potenciais de falhas no setor, considerando-se as variáveis: severidade, ocorrência e detecção das falhas. Foram constatados seis modos de causas potenciais de falhas, ligados a seis processos distintos aos quais estão ligados.

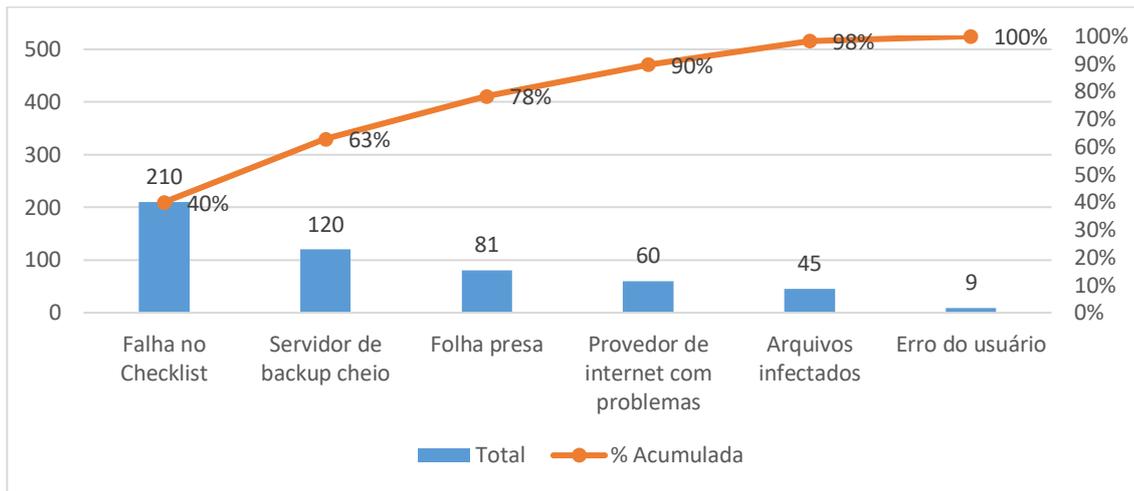


Gráfico 1 - Causas potenciais de falhas no setor de TI

Os modos de falhas, classificadas de acordo com o grau NPR, apontam para seis processos que fazem parte do escopo de aplicação da FMEA. A definição da finalidade de cada um dos processos e o seu detalhamento permite se identificar restrições e premissas que não fazem parte do processo, diminuindo dessa forma os riscos de falhas potenciais. (SILVA, 2009).

Processo 1: Testar alterações e customizações no sistema

O processo “Testar Alterações” consiste em verificar se as alterações ou customizações do sistema ERP foram realizadas conforme a especificação. O teste (checklist) geralmente é realizado pelos próprios demandantes das alterações ou customizações. Foram identificadas, como causas da falha, número insuficiente de testes (checklist) para se identificar problemas decorrentes das atualizações ou customizações no sistema e ausência de relato de erros encontrados ao se realizar o checklist. Dentre os erros não relatados, destacam-se: parâmetro do ERP com funcionamento incorreto; customizações erradas; formulários incompletos e erros de conexão.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Deteção
Falhas no checklist	210	7	6	5

Tabela 1 – Causas potenciais de falhas

Com um alto grau de NPR (210,) considerando-se severidade, ocorrência e detecção, esse modo de falha acarreta erros potenciais no funcionamento do sistema ERP da empresa. À variável severidade atribuiu-se peso 7, em função do potencial que esse modo de falha possui no funcionamento do todo o sistema computacional da empresa. Já a variável ocorrência recebeu peso 6, uma vez que a cada cinco testes, dois não são testados corretamente. Finalmente, em função de

que apenas 50% dos erros encontrados no checklist são relatados, conforme a especificação, a variável detecção da falha recebeu peso 5.

Processo 2: Backup de dados

O processo de backup de dados é realizado diariamente no setor de TI da empresa. O processo se constitui em realizar cópia automática de segurança entre os servidores, de arquivos e dados considerados importantes para a empresa. O efeito potencial da falha na realização da cópia de segurança é a impossibilidade de recuperação de arquivos e dados. A análise do processo identificou apenas um modo de falha (backup de dados realizado de forma incorreta), ligado a uma causa potencial, conforme tabela 2.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Detecção
Ausência de espaço virtual de armazenamento	120	8	3	5

Tabela 2 – Causa potencial da falha

O processo de backup de dados ocupa a segunda posição como potencial fonte de falhas no setor de TI (NPR=120). Em relação ao grau NPR, a variável severidade apresentou um alto peso (peso 8), uma vez que o backup de dados incorreto impossibilita qualquer tentativa posterior de recuperação de dados e informações relevantes da empresa. Em relação à variável ocorrência, que determina a periodicidade da falha, a análise atribuiu peso 3, uma vez que o processo de backup é realizado de forma automática, sendo incomum falhas no processo de cópia automática de segurança entre os servidores da empresa. Por fim, como o setor de TI não estabeleceu uma rotina de verificação e controle quanto aos registros gerados automaticamente pelo sistema, ao se realizar o backup, a variável controle de detecção da falha recebeu peso 5.

Processo 3: Impressão de projetos de engenharia

Este processo consiste na impressão de projetos desenvolvidos e, posteriormente, utilizados nos setores de engenharia de geradores e de engenharia elétrica da empresa. A análise do processo identificou apenas um modo de falha (falha na impressão de projetos). A causa potencial da falha está relacionada às condições técnicas do equipamento operado no setor de TI. A tabela 3 demonstra o grau NPR atribuído ao modo de falha, em relação às variáveis severidade, ocorrência e detecção da falha.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Deteccção
Condições técnicas do equipamento de impressão	81	3	3	9

Tabela 3 – Causa potencial da falha

A causa potencial de falhas no processo de impressão está relacionada diretamente às condições técnicas do equipamento de impressão. De acordo com a análise FMEA, condições impróprias de funcionamento no cabeçote de impressão obrigam o descarte tempestivo do material impresso. A implantação de um plano de manutenção preventiva contribuiria para eliminar ou reduzir as possibilidades de falhas no equipamento. Nesse aspecto, Slack (2002) afirma que ações rotineiras de manutenção preventiva (limpeza, lubrificação, substituição e verificação), feitas em intervalos regulares de tempo são importantes para se evitar interrupções ou falhas nos equipamentos. Com NPR=81, considerando-se severidade, ocorrência e deteção, a causa potencial de falha não apresentou alto grau de severidade. Apesar de causar desperdício de recursos (tinta, papel, retrabalho, tempo), a falha não implica em danos ao equipamento ou reclamações do cliente interno, dado que é detectada e corrigida rapidamente. Da mesma forma, com peso 3, a análise apontou o pequeno número de ocorrências, com média de cinco falhas a cada cinquenta impressões. Por fim, a análise quanto à variável deteção, com peso 9, evidencia a inexistência de controle de deteção da falha no setor.

Processo 4: Rede virtual privada (VPN)

A VPN é uma rede virtual de comunicação restrita e segura entre os servidores da empresa (matriz e filiais), interligando todos os sistemas computacionais da empresa. Classificado em quarto lugar (NPR=60 pontos), o modo de falha consiste na queda do link principal de comunicação com o provedor externo de Internet, ligado a uma causa de falha potencial, nesse caso externa, conforme a tabela 4.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Deteccção
Problemas no provedor de Internet	60	10	3	2

Tabela 4 – Causa potencial da falha

À variável severidade atribuiu-se peso 10, em função do potencial do modo de falha impedir ou causar lentidão na navegação de todo o sistema computacional da empresa. Já a variável ocorrência recebeu peso 3, uma vez que a o modo de falha ocorre aproximadamente uma vez a cada trimestre. Contudo, mesmo com um número pequeno de ocorrências, esse modo de falha tem o potencial de afetar o sistema ERP, paralisando quase todos os processos administrativos, inclusive a comercialização de produtos nas lojas de varejo. Por fim, a análise FMEA atribuiu peso 3 à variável

detecção, pois a ocorrência da falha é detectada e sinalizada através de um software específico que realiza o monitoramento do funcionamento da rede Internet.

Processo 5: Antivírus

Dadas as suas próprias características, o processo “Antivírus” consiste em um programa de proteção dos computadores que detecta e elimina os vírus (certos programas danosos) neles existentes, assim como impede sua instalação e propagação. Com NPR=45, o modo de falha consiste na infecção por vírus do sistema computacional da empresa, sendo ligado a uma causa de falha potencial, conforme a tabela 5.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Detecção
Instalação e manutenção de programas antivírus	45	9	5	1

Tabela 5 – Causa potencial da falha

De acordo com a análise NPR, à variável severidade atribuiu-se peso 9, em função do potencial que esse modo de falha tem de ocasionar graves problemas no sistema operacional da empresa. Com o processo antivírus se busca proteger os sistemas computacionais, evitando que ocorra a perda ou roubo de arquivos de dados e informações da empresa. Em relação à ocorrência da falha (peso 5), considera-se que a utilização e atualização de logs firewall e programas de antivírus contribua praticamente ocorrência da falha. Em relação à detecção da falha (peso 1), Da mesma forma, a variável de detecção (peso 1) é bastante alta, considerando-se os recursos tecnológicos e de sistema de detecção automática de vírus, instalados em todos os computadores da empresa.

Processo 6: Abertura de chamados

Este processo refere-se às solicitações de suporte técnico, via sistema helpdesk, para algum problema ou incidente relacionado ao uso dos processos informatizados da empresa. Com NPR=9, o modo de falha consiste em informações inconsistentes ou incoerentes para o apoio técnico, sendo ligado a uma causa de falha potencial, conforme a tabela 6.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Detecção
Detalhamento incorreto do problema	9	3	3	1

Tabela 6 – Causa potencial da falha

A causa potencial de falha no processo de chamado por suporte técnico está relacionada diretamente à qualidade das informações prestadas pela área demandante do apoio. Com NPR muito baixo (9), considerando-se severidade, ocorrência e detecção, a causa potencial de falha não apresentou alto grau em nenhuma das três variáveis. Como efeitos, esse modo de falha tende a gerar atrasos no atendimento à solução de problemas pontuais relacionados aos sistemas de informática da empresa. Contudo, o modo de falha é pontual e com baixo nível de recorrência (peso 3), além de ser facilmente detectável (peso 1).

4.3 FMEA APLICADA NO SETOR DE CALDEIRARIA

O setor de caldeiraria é a área de competência mecânica responsável pela fabricação e montagem de carcaças, peças que compõem os geradores hidroelétricos. A análise FMEA apontou a classificação do grau NPR em relação às causas potenciais de falhas no setor, considerando-se as variáveis: severidade, ocorrência e detecção das falhas.

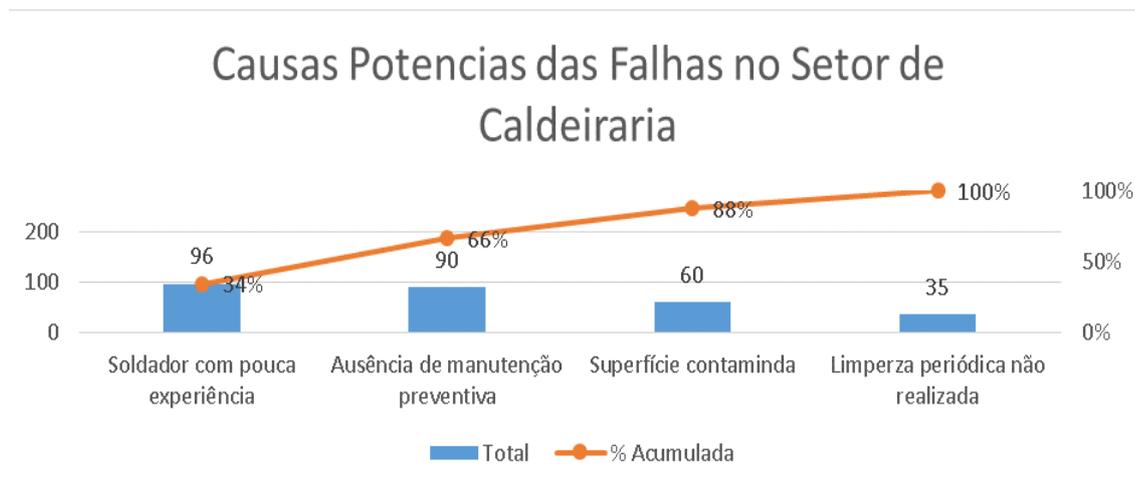


Gráfico 2 - Causas potenciais de falhas no setor de caldeiraria

A definição da finalidade de cada processo e o seu detalhamento, com vistas a identificar restrições e premissas que não fazem parte do processo são as etapas a serem seguidas na análise FMEA. (DINSMORE, 2009). Com a análise FMEA, a gerência e equipe de trabalho do setor de caldeiraria constatou três modos de falhas potenciais, ligados a dois processos distintos aos quais estão ligados: soldagem das carcaças e processo de oxicorte.

Processo 1: SOLDAGEM

A soldagem consiste na união das peças metálicas que irão constituir a carcaça que por sua vez servirá de revestimento para a turbina do gerador hidroelétrico. A análise do processo de soldagem identificou apenas um modo de falha (trincas e defeitos na solda), ligado a duas causas

potenciais, conforme tabela abaixo.

Causa potencial	NPR		Severidade	Ocorrência	Deteção
Inexperiência do soldador	96		8	2	6
Superfície contaminada	60		5	2	6

Tabela 7 – Causa potencial da falha

O modo de falha “trincas e defeitos na solda” tem causa potencial a execução do processo de soldagem por um soldador inexperiente ou sem treinamento adequado. Com NPR=96, considerando-se severidade, ocorrência e detecção, a soldagem imperfeita contribui para a redução da vida útil da peça ou mesmo sua inutilização. Outra importante causa potencial de falha no processo de soldagem, com NPR=60 é a contaminação da superfície da área de solda, uma situação que dificulta ou mesmo impede a soldagem eficiente da peça. Como possíveis ações corretivas de eliminação do modo de falha “trincas e defeitos na solda”, incluem-se a oferta de treinamentos e atualização técnica periódica dos soldadores e a preparação prévia das peças que receberão a soldagem.

Processo 2: Oxicorte

O processo de oxicorte, realizado no setor de caldeiraria, refere-se à combustão através de chama de gás alimentada por oxigênio ou outro combustível, utilizado para “cortar” peças que serão utilizadas na fabricação das carcaças dos geradores. A análise FMEA desse processo identificou dois modos de falhas: corte irregular da chapa de metal e manômetro com defeito, ligados a duas causas de falhas potenciais, conforme a tabela 8.

Causa potencial	NPR	Severidade	Ocorrência	Deteção
Maçarico com o “bico entupido”	35	5	7	1
Ausência de manutenção preventiva	90	5	9	9

Tabela 8 – Causa potencial da falha

Nesse processo, a chama de aquecimento do maçarico eleva a temperatura de ignição e em seguida, um jato de oxigênio com pelo menos 99,5% de pureza é injetado no local aquecido, oxidando o metal. Com o movimento dirigido da tocha do maçarico, uma abertura é delimitada, permitindo o “corte” da peça e a remoção do metal derretido. (SENAI, 2012). A qualidade do corte

depende da condição da superfície do material, velocidade e espessura do corte. De acordo com a análise FMEA, entupimentos do “bico” do maçarico (NPR=35) causam a combustão do gás (chama do maçarico) de forma não uniforme, gerando corte irregular da chapa de metal.

A outra causa importante de falha no processo oxicorte refere-se à ausência de manutenção preventiva do manômetro, que é um componente do maçarico. Trata-se de uma peça que mede a pressão nos cilindros e determina a vazão de gás que irá alimentar a chama do maçarico. Qualquer imperfeição na medição da vazão do gás do cilindro causa desperdício do combustível.

5 CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), nos setores de Tecnologia de Informação e de Caldeiraria da Flessak Eletro Industrial S/A. tornaram possível avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas, determinação da causa potencial, efeito e risco de cada tipo de falha potencialem processos administrativos e industriais da empresa.

Em relação ao setor de Tecnologia de Informação (TI), a análise FMEA apontou o processo “falha no ckeklist” como prioritário para receber ações corretivas ou preventivas. Ao se considerar o peso das variáveis severidade, ocorrência e detecção, esse processo representa 40% do total NPR de todos os processos realizados no setor. Ao se adicionar o processo seguinte, “servidor de backup cheio”, temos que 63% das causas potenciais de falhas no setor de TI concentram-se nesses dois processos. As análises decorrentes do trabalho sugerem a concentração de esforços gerenciais voltados à eliminação das potenciais causas identificadas como causadoras de modos de falhas nesses dois processos.

No setor de Caldeiraria, a análise apontou os processos “soldador com pouca experiência”, com NPR=96 e “ausência de manutenção preventiva”, (NPR=90), como prioritários no desenvolvimento de ações corretivas ou preventivas. Somados, os dois processos representam 66% de todo o NPR do setor. Ao se acrescentar o terceiro processo “superfície contaminada”, relacionado intrinsecamente ao processo de soldagem das peças metálicas para a formação da carcaça que servirá de revestimento para a turbina do gerador, temos um percentual acumulado de 88% do total NPR do setor de caldeiraria. Tal situação, identificada na análise FMEA, demanda ações gerenciais focadas prioritariamente nessas três causas potenciais de modos de falhas no setor de caldeiraria.

Considera-se que o trabalho atingiu o objetivo, que era demonstrar como, à partir da metodologia FMEA, poder-se-ia validar e prevenir a ocorrência de falhas em processos administrativos e industriais da empresa. Também é possível afirmara eficácia da metodologia FMEA em identificar modos de falhas em processos industriais e administrativos, mas sobretudo, como uma ferramenta de prevenção dessas falhas, facilitando a solução de problemas a um custo muito baixo e com participação integrada das equipes de trabalho.

Como sugestão, após a implementação das ações corretivas, sugere-se uma nova avaliação dos setores, com a abordagem FMEA, para verificar a eficácia das ações corretivas e o nível de recorrência ou novas falhas potenciais nos processos analisados.

REFERÊNCIAS

Certificação ISO, **O que é ISO 9001**. Disponível em: <<http://certificacaoiso.com.br/iso-9001/>>. Acesso dia 3 de junho de 2016.

GIL, Antônio Calos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HELDMAN, Kim. **Project Manager's Spotlight on Risk Management**. Alameda: Harbor Light Press, 2005.

JURAN, J. M., GRZYNA, Frank M, **Controle da Qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1991.

LOPES, Janice Correia da Costa. **Gestão da Qualidade: Decisão ou Constrangimento Estratégico. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado)** - Universidade Europeia, Lisboa, 2014.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MARTINELLI, Fernando Baracho. **Gestão da Qualidade Total**. Curitiba: IESDE BRASIL, 2009.

MARTINS, Petrônio G., LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thonson Learnig, 2002.

Proença, T. A. **O Processo de Certificação de um Sistema de Gestão de Qualidade e Ambiente - Hotel Tryp Coimbra (Relatório de Estágio Curricular, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal)**. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/17888?mode=full>>. Acesso dia 17 de abril de 2016.

PMI. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 3. ed. Pennsylvania: PMI, 2004.

SAKURAI, Michiaru. **Gerenciamento integrado de custos**. São Paulo: Atlas, 1997.

SILVA, M. Â. (2009). **Desenvolvimento e implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal)**. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10773/1715>>. Acesso dia 02 de marco de 2016.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stewart, JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2001.

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

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha**. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>, Acesso dia 26 de abril de 2016.

