ESTUDO DA METODOLOGIA DA MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA NA GESTÃO DE IMPRESSORAS A LASER

Lucas Ney Dias [1] (lucasneydias@gmail.com), Felipe Chagas Rodrigues de Souza[2] (felipechagas@ufu.br)
Marcus Vinicius Galdino da Silva [3] (marcus-galdino@hotmail.com), Paulo Sérgio Martins [1] (paulo.martins@prof.una.br)

[1] Centro Universitário UNA – BH; Engenharia Mecânica
[2] Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC)
[3] Faculdade Politécnica de Uberlândia (FPU); Engenharia Mecânica

RESUMO: *A Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) atua na melhoria contínua dos processos, no diagnóstico das causas das falhas funcionais, na seleção do tipo de tarefa de manutenção e na análise dos dados de falha e na revisão do plano de manutenção. Esta pesquisa de campo irá descrever como se dará a implantação da MCC voltada para a manutenção de impressoras a laser, em dois setores críticos de um hospital de grande porte de Belo Horizonte, MG. A habilidade de reconhecer as possíveis falhas de peças, equipamentos ou processos fazendo uso das ferramentas de análise de falhas, permite soluções preventivas. Assim, fazendo uso de ferramentas, como: Diagrama de Pareto, Brainstorming, Diagrama de Ishikawa e 5W1H, foram examinadas todas as falhas ocorridas nos setores de estudo, buscando todo o histórico de ocorrências a fim de se mapear as causas da falha em estudo neste trabalho. Com a obtenção dos resultados, foi possível constatar, testar e implementar melhorias na gestão dos equipamentos que levaram a um melhor desempenho técnico, o que auxiliou sobremaneira na implementação da metodologia da manutenção centrada na confiabilidade.*

PALAVRAS-CHAVE: *Manutenção, Análise de falhas, Ferramentas de gestão e Ferramentas de qualidade.*

STUDY OF THE MAINTENANCE METHODOLOGY CENTERED ON RELIABILITY APPLIED IN THE MANAGEMENT OF LASER PRINTERS

ABSTRACT: *Reliability Centered Maintenance (MCC) acts in the continuous improvement of processes, in diagnosing the causes of functional failures, in selecting the type of maintenance task and in analyzing failure data and reviewing the maintenance plan. This field research will describe how the implementation of the MCC focused on the maintenance of laser printers will take place in two critical sectors of a large hospital in Belo Horizonte, MG. The ability to recognize possible failures of parts, equipment or processes using failure analysis tools allows preventive solutions. Thus, using tools such as: Pareto Diagram, Brainstorming, Ishikawa Diagram and 5W1H, all failures in the study sectors were examined, seeking the entire history of occurrences in order to map the causes of the failure under study in this Work. With the results obtained, it was possible to verify, test and implement improvements in equipment management that led to better technical performance, which greatly helped in the implementation of the reliability-centered maintenance methodology.*

KEYWORDS: *Maintenance, Failure Analysis, Management Tools and Quality Tools.*

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de ampliar sua competitividade através de melhorias na gestão da manutenção de seus equipamentos, as empresas vêm buscando programas de manutenção como a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), que têm sido reconhecidos como um meio eficiente de elevar a disponibilidade de equipamentos, ao mesmo tempo que diminui custos associados a acidentes, defeitos, reparos e substituições (Mendes, 2011).

A MCC tem como principal objetivo elaborar rotinas estratégicas de manutenção, que garantam que os equipamentos irão exercer suas funções do modo mais econômico possível. Esse método é empregado principalmente a equipamentos críticos, visto que as falhas nestes equipamentos podem causar muito mais transtornos à empresa do que em equipamentos auxiliares ou redundantes (Diedrich e Sellitto, 2014).

A MCC divide-se em dois campos: qualitativo, que consiste na Análise de modos de Falha e Efeitos (FMEA), e quantitativo, que se apoia na modelagem de tempos entre falhas e tempos até o reparo. A finalidade de ambos é a mesma, ou seja, desenvolver um método de manutenção que amplie a disponibilidade dos equipamentos críticos e, ao mesmo tempo, diminuir a despesa de produção, por racionalização dos procedimentos de manutenção (Mendes e Ribeiro, 2014).

Diante do que foi exposto e partindo da hipótese de que as manutenções só ocorrem a partir da ocorrência de uma falha/defeito e levando-se em consideração as questões qualitativas, como as condições de acesso aos equipamentos, bem como as recomendações apresentadas em normas e regulamentos quanto às manutenções das impressoras em um hospital de grande porte de Belo Horizonte, o presente estudo busca responder à seguinte questão: A aplicação dos conceitos do programa de manutenção centrada na confiabilidade, voltada para a manutenção de impressoras a laser, irá proporcionar um planejamento de modo eficaz?

Dessa maneira busca-se uma maneira de aplicar os conceitos de manutenção centrada na confiabilidade, voltada para manutenção de impressoras a laser em dois setores críticos em um hospital de grande porte de Belo Horizonte. De maneira específica, os objetivos podem ser listado como:

a) Identificar o setor a ser trabalhado, levando em consideração o grau de importância da impressora no setor;

b) Elaborar uma planilha de defeitos ocorridos nas impressoras;

c) Identificar e classificar os modos de falhas da etapa de FMEA do programa de Manutenção Centrada na Confiabilidade;

d) Propor uma estratégia de manutenção e intervalos entre manutenções preventivas.

Tendo em vista a importância da funcionalidade do equipamento de impressão, para melhor fluidez e eficiência nos processos de um setor crítico, torna-se relevante o presente estudo, que visa com a implementação do programa de Manutenção Centrada na Confiabilidade, aumentar a disponibilidade das impressoras que são locadas por uma empresa terceirizada, evitando transtornos para todos os envolvidos e consequentemente reduzindo os custos de manutenção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O funcionamento de uma impressora a laser

O princípio de funcionamento de uma impressora a laser é a eletricidade estática. Uma carga elétrica positiva é empregada em toda a extensão do cilindro fotorreceptor, que é rotativo. Ele então começa a girar, enquanto o raio laser descarrega pontos específicos equivalentes à imagem ou texto. Desse modo, o laser cria um desenho eletrostático no cilindro a partir dos dados armazenados na memória da impressora, transmitidas pelo computador. Em sequência, o toner entra em funcionamento. Ele consiste em um pó fino, composto de carbono e polímero, que possui carga elétrica positiva. Em decorrência disso, ele fica depositado nas áreas descarregadas pelo laser, que possuem carga negativa, e é repelido pela área restante, de carga positiva (Freire, 2015).

Nesse momento o papel sai da bandeja, recebe uma carga negativa mais forte que a da imagem eletrostática e passa pelo cilindro. Ao entrar em contato com a peça, o papel atrai o pó e assim fica com a imagem fixada. O tambor cilíndrico é então descarregado para que o papel não fique fixo a ele. Logo, para que o toner seja fixado ao papel, ele necessita passar entre dois outros cilindros, que são os fusores. Os rolos são aquecidos, fazendo com que o toner se funda à folha ao passar por eles. Finalmente, a folha vai para a bandeja de saída. Neste ponto, o cilindro inicial é totalmente descarregado, ficando pronto para uma próxima impressão (Freire, 2015). A Figura 1, apresenta o esquema acima descrito, mostrando a performance das impressoras a laser monocromáticas, que só operam com preto e tons de cinza.

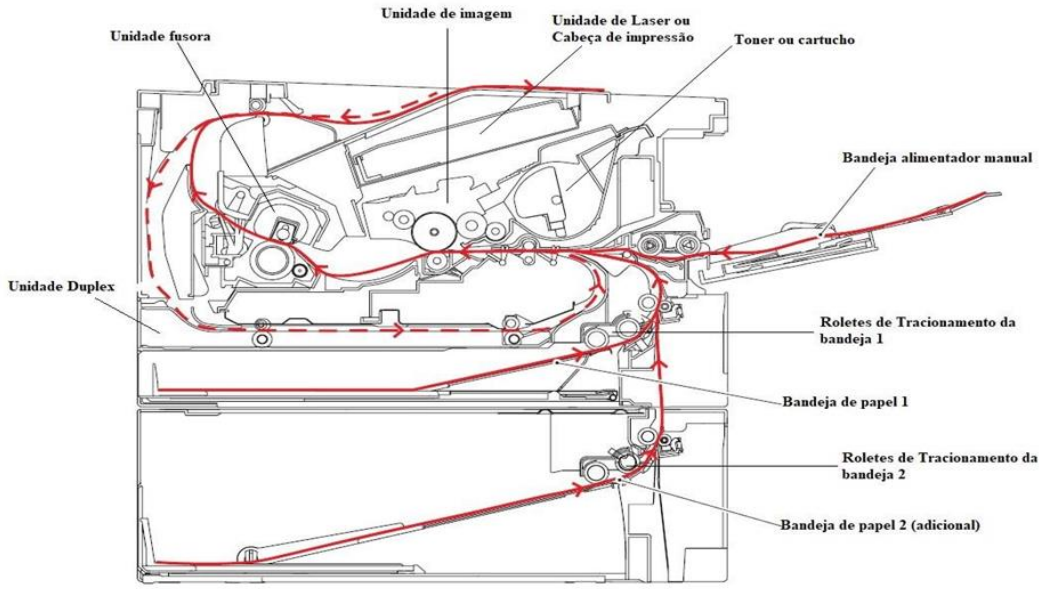


FIGURA 1. Esquema de uma impressora a laser monocromáticas. Fonte: Autor (2021).

2.2 Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC)

2.2.1 As etapas da MCC

De acordo com Souza (2014), a compreensão da manutenção vinculada ao contexto operacional do equipamento, é o alicerce da MCC. Logo, esse processo pode ser resumido em oito itens, que serão aplicados sobre o equipamento ou sistema. São eles:

1. Quais são as funções e padrões de desempenho do item no contexto operacional atual?
2. De que forma ele falha em cumprir suas funções?
3. O que causa cada falha operacional?
4. O que acontece quando ocorre cada falha?
5. De que forma cada falha tem importância?
6. O que pode ser feito para prevenir cada falha?
7. O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa preventiva?
8. Quais as frequências ideais das tarefas?

A habilidade de reconhecer as possíveis falhas de peças, equipamentos ou processos fazendo uso das ferramentas de análise de falhas, permite interferir no projeto com o intuito de fornecer soluções preventivas. Assim, fica estabelecida a própria mantenabilidade do equipamento, uma vez que se conhece os mecanismos que levaram às falhas e aos efeitos ocasionados. Em

decorrência dessa aplicação, ocorre uma melhora da confiabilidade, e por sua vez, da disponibilidade, requisito fundamental para o gerenciamento de qualquer processo produtivo (Imbuzeiro, 2018).

Desse modo, para o presente estudo, serão usadas ferramentas que irão auxiliar na análise das falhas. São elas: Diagrama de Pareto, Brainstorming, Diagrama de Ishikawa e 5W1H.

2.2.2 Análises dos Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA)

O estudo de Análise do Tipo e Efeito de falha, conhecido como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis), constitui-se como um instrumento que tem por finalidade evitar, fazendo uso de técnicas de análise das potenciais falhas e propor ações de melhoria, em decorrência das falhas no projeto do produto ou do processo. O intuito básico deste instrumento é diminuir a probabilidade do produto ou processo falhar no decorrer de sua operação, buscando elevar a confiabilidade, que se traduz na probabilidade de falha do produto ou processo (Souza, 2014).

O FMEA pode ser classificado em FMEA de Produto ou Projeto e FMEA de Processo, no qual o êxito de sua aplicação, está na identificação temporal em que os estudos foram executados, uma vez que devem ser feitos com antecedência ao evento e não posterior a sua ocorrência da falha (Fogliatto e Duarte, 2009). No FMEA de Produto ou Projeto, são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto e, por meio dele, tenciona-se evitar as falhas no produto ou processo decorrentes do projeto. Já o FMEA de Processo, são levadas em consideração as falhas no planejamento e efetuação do processo, evitando essas falhas tomando como base as não conformidades do produto, com as especificações do projeto (Toledo e Amaral, 2006).

O presente estudo, por já ter concluída a fase de projetos, terá sua atenção voltada para o FMEA de Processo. Para execução da análise FMEA em um certo produto/processo, forma-se um grupo de trabalho que irá estabelecer a função ou particularidade daquele produto/processo, associando todos os tipos de falhas que possam ocorrer, expor, para cada tipo de falha suas possíveis causas e efeitos, comparar as medidas de detecção e prevenção de falhas que estão sendo, ou já foram tomadas, e, para cada causa de falha, atribuir índices para classificar os riscos e, por meio destes riscos, argumentar medidas de melhoria (Toledo e Amaral, 2006). Para definição dos valores de severidade, ocorrência e detecção, deve-se recorrer aos índices para se classificar os riscos.

3. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os procedimentos desenvolvidos ao longo deste método experimental estão representados por meio de fluxograma de etapas:

Identificação dos locais trabalhados → Levantamento de dados de falha → Diagrama de Pareto → em caso de falha recorrente, análise dos dados encontrados → Brainstorming, Ishikawa, 5W1H FMEA → Diagrama de seleção de tarefas.

3.1 Identificação dos locais trabalhados

A escolha dos setores trabalhados foi determinada em conjunto com o gestor de TI e o técnico de empresa terceirizada responsável pela manutenção das impressoras, onde foi realizado a relação de todos os setores que dispunham de impressoras e a partir daí, acordaram qual setor apresentava maior criticidade. Logo, os setores escolhidos foram o Pronto Atendimento (PA) e as Unidades de Internação.

Em se tratando do local do estudo ser um hospital de grande porte de Belo Horizonte e levando em consideração que o PA e as Unidades de Internação são os setores que possuem maior rotatividade de pacientes, entende-se a carência de maior atenção, com a constante necessidade de que os equipamentos estejam sempre disponíveis e funcionantes.

Após a identificação do local a ser trabalhado, foram demarcados os equipamentos que compunham o setor (Figura 2). São eles: Brother HL-5452dn, Kyocera P2235dn , Ricoh SP5200x e Ricoh SP4510x.



FIGURA 2. Da Esquerda para a direita: Brother HL-5452dn, Kyocera P2235dn, Ricoh SP5200x e Ricoh SP4510x. Fonte: Autor (2021).

3.1 Levantamento das condições de falhas dos equipamentos

Fazendo uso das técnicas descritas no referencial, foram analisadas todas as falhas ocorridas nos setores de estudo, buscando todo o histórico de ocorrências a fim de se mapear as causas da falha em estudo neste trabalho.

A lubrificação incorreta do equipamento, acarretando em atolamento de papel (Figura 3), por exemplo, indica que provavelmente no momento do atolamento, a película da unidade de fusão não girou conforme o rolo de pressão, fazendo com que o papel não deslizasse de forma correta, criando um efeito de “patinação” da folha.



FIGURA 3. Unidade de fusão com papel atolado, visão anterior e lateral Respectivamente. Fonte: Fonte: Autor (2021).

Assim, toda falha ou situação anormal constatada nos setores foi registrada para uma posterior análise e apuração. Geralmente a própria falha já aponta para a equipe de manutenção a possível causa do problema.

Foi realizado levantamento de campo, através de coleta de dados do técnico de empresa terceirizada responsável pela manutenção das impressoras, onde por meio da aquisição e registro de dados foi possível apurar quais os problemas apresentados pelos equipamentos dos setores. No entanto, ao ser desempenhada a análise das ocorrências em certo período de tempo, observou-se que houve uma repetição das falhas.

Os dados apresentados na Tabela 1 foram coletados nos últimos seis meses e apresenta os modos de falha, apontando o referente número de ocorrências, o percentual de ocorrências e o percentual acumulado.

TABELA 1. Modos de falhas apresentado em coleta de dados.

MODOS DE FALHAS	*Nº de ocorrências*	*Percentual de ocorrências*	*Percentual acumulado*
Atolamento de papel	88	51%	51%
Impressão manchando	36	21%	72%
Papel incorreto / Documento incorreto	19	11%	83%
Reservatório de toner cheio	8	5%	88%
Atolamento de Papel + Impressão manchando	6	3%	91%
Erro de fusão	4	2%	94%
Impressora não liga	4	2%	96%
Não reconhece o toner	3	2%	98%
Erro de placa	2	1%	99%
Erro na cabeça de impressão	2	1%	100%
TOTAL	172	-	-

Fonte: Fonte: Autor (2021).

3.2 Aplicação do Diagrama de Pareto

Com os dados acima foi possível construir o diagrama de Pareto (Figura 4), evidenciando de modo mais claro o quanto o atolamento de papel contribui para indisponibilidade do equipamento nos setores, no período analisado.

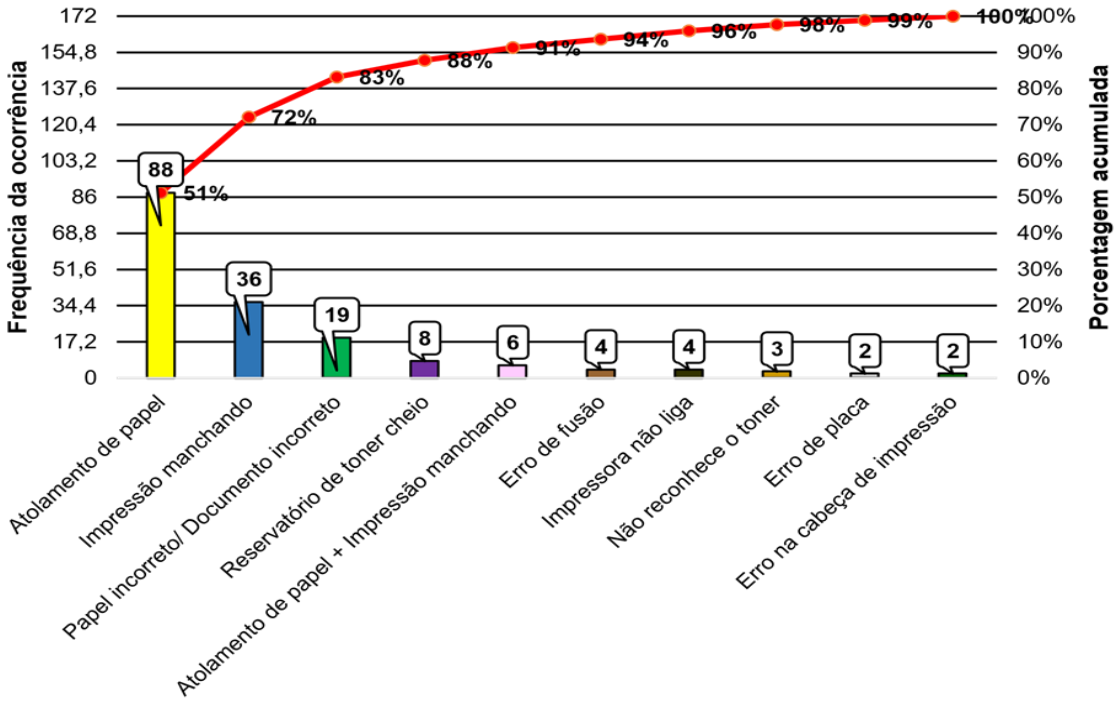


FIGURA 4. Diagrama de Pareto. Fonte: Autor (2021).

A partir dos dados levantados é possível observar a existência da concentração das falhas ocorridas nos equipamentos, no modo de falhas por atolamento de papel. Visto que as falhas provenientes por impressão manchando, é decorrente em sua maioria de suprimentos remanufaturados e levando em consideração que sua vida útil é baixa, fazendo que a sua substituição seja mais frequente e elevando o número de ocorrências, devido a isso, essa causa não entrou na análise do estudo.

3.3 Aplicação do Brainstorming

A princípio foi realizada a técnica de Brainstorming, como pode ser visualizado no Quadro 1, envolvendo o gerente técnico juntamente com uma parte da equipe técnica, da empresa terceirizada responsável pela manutenção das impressoras do local do estudo, a fim de enumerar todas as possíveis causas para o problema.

Quadro 1. Aplicação da técnica de Brainstorming.

BRAINSTORMING
Definição do problema: Atolamento / Obstrução de papel
Objetivo: Propor possíveis causas para os atolamentos / obstruções de papel no equipamento.
Geração de ideias: 1. Papel úmido ou de má qualidade. 2. Ambiente muito úmido. 3. Ambiente muito empoeirado. 4. Impressora alocada próximo ao ar-condicionado. 5. Falta de especificação de graxa / lubrificante. 6. Montagem incorreta do conjunto unidade fusora e tracionadora. 7. Falta de conhecimento do procedimento de montagem por parte do técnico. 8. Falta de conhecimento do manuseio da impressora por terceiros. 9. Fabricação sem controle de qualidade nas peças sobressalentes. 10. Falha de projetos das peças sobressalentes. 11. Lubrificação incorreta da película da unidade fusora. 12. Película / rolo de fusão desgastado. 13. Rolo de pressão desgastado. 14. Roletes de tracionamento desgastados. 15. Guias da fusão com borra de toner. 16. Guias da impressora quebradas ou fora de posição. 17. Excesso de pó de toner depositado nos roletes e no interior do equipamento.

Fonte: Autor (2021).

3.4 Aplicação do Diagrama de Ishikawa

Após o levantamento das causas pela aplicação da técnica de Brainstorming, foi possível agrupar e selecionar as sugestões com base no método do Diagrama de Ishikawa (Figura 5).

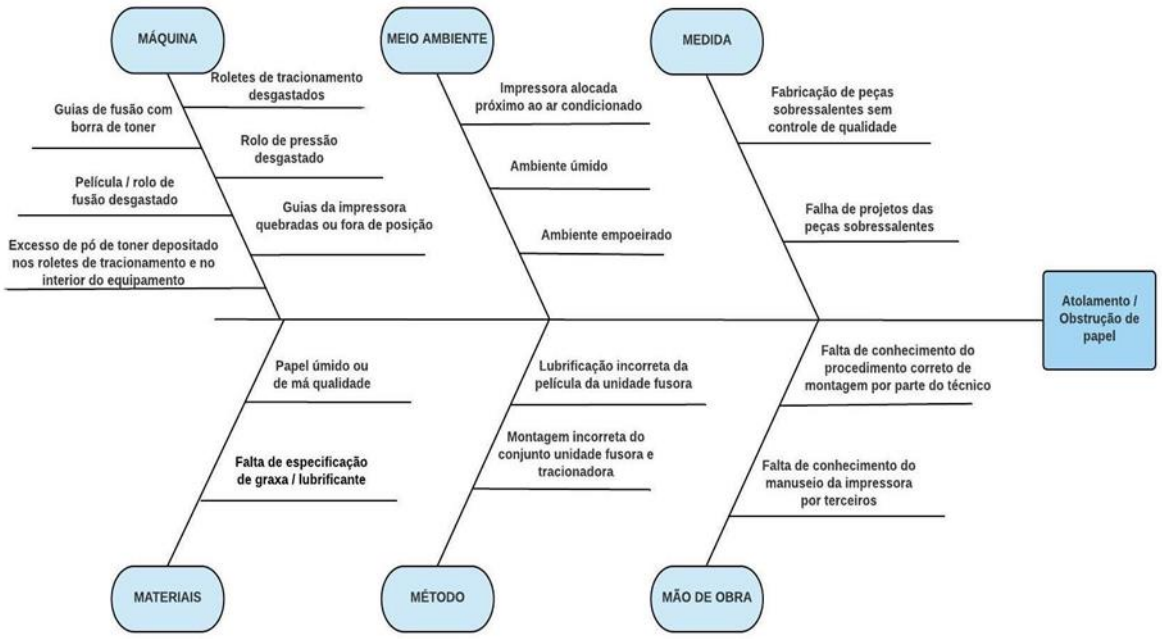


FIGURA 5. Diagrama de Ishikawa. Fonte: Autor (2021).

Após a realização do Diagrama de Ishikawa e consequente agrupamento das causas, foi realizada uma reunião com os integrantes que participaram da técnica de Brainstorming, a fim de eliminar as causas que não careciam de estudo mais aprofundado, por serem de fácil resolução e reunir as principais causas a serem trabalhadas com o próximo método investigativo, com o intuito de realizar uma estruturação dos elementos necessários para a implantação de possíveis resoluções do problema. Abaixo estão listadas as causas selecionadas a serem trabalhadas:

a. Película de fusão sem lubrificação ou lubrificação ineficiente (Apêndice A);
b. Vazamento de pó de toner no interior da impressora e nos roletes de tracionamento (Apêndice B);
c. Guias de fusão com borra de toner (Apêndice C);
d. Peças sobressalentes sem garantia de qualidade (Apêndice D);
e. Papel deformado (Apêndice E).

3.5 Aplicação do Método 5W1H

Após a seleção das causas a serem trabalhadas, foi aplicado o método 5W1H (Quadro 2), a fim de traçar uma metodologia que estruturasse os elementos necessários para uma possível resolução dos problemas.

Quadro 2. Aplicação do Método 5W1H.

a. Película de fusão sem lubrificação ou lubrificação ineficiente.	
What?	Verificar a graxa/óleo recomendado para lubrificar o componente.
Why?	Para garantir o funcionamento confiabilidade no tempo de vida útil da peça.
Where?	Com o fabricante do equipamento e as empresas especializadas.
How?	Seguindo as especificações do fabricante.
Who?	Equipe técnica / Engenheiros.
When?	Imediato.
b. Vazamento de pó de toner no interior da impressora e nos roletes de tracionamento.	
What?	Verificar a procedência do toner e utilizar o de menor ocorrência de defeitos.
Why?	Para preservar os componenter internos da contaminação do pó de toner.
Where?	No laboratório técnico.
How?	Realizar testes de qualidade e vedação do pó de toner.
Who?	Equipe técnica.
When?	Imediato.
c. Guias de fusão com borra de toner.	
What?	Programar a limpeza periódica do pó de toner no interior do equipamento.
Why?	Para não ocorrer a solidificação do pó de toner nas guias da fusão.
Where?	No interior do equipamento.
How?	Procedimento específico para a atividade.
Who?	Equipe técnica.
When?	Conforme parada programada.
d. Peças sobressalentes sem garantia de qualidade.	
What?	Realizar testes de funcionamento nas peças sobressalentes, definindo a vida útil.
Why?	Verificar a sua durabilidade e confiabilidade.
Where?	No laboratório técnico.
How?	Por meio de impressões sucessivas.
Who?	Equipe técnica.
When?	Imediato.
e. Papel deformado	
What?	Armazenar o papel em locais adequados ou utilização de um desumidificador
Why?	Para manter o papel livre de umidade e sem deformações.
Where?	No setor do equipamento.
How?	Procedimento específico para a atividade.
Who?	Os responsáveis pelo setor.
When?	Imediato.

Fonte: Autor (2021).

3.6 Aplicação da técnica FMEA

Após a realização das etapas de planejamento – identificação do problema e análise detalhada das causas foi elaborado um instrumento adaptado para aplicação da técnica FMEA (QUAD. 5), com o intuito de determinar os modos de falha, seus efeitos e proposição de controles traçando o plano de ação para atuar nas situações elencadas.

3.7 Aplicação do Diagrama de seleção de tarefas

O Diagrama de Decisão (DD) da MCC (Figura 6) faz uso de um grupo de questionamentos do tipo "sim ou não" para classificar as consequências dos modos de falha e, posteriormente, buscar tarefas de manutenção que sejam ajustáveis e eficazes na prevenção ou redução destas falhas (FLEMING; SILVA; FRANÇA, 1999).

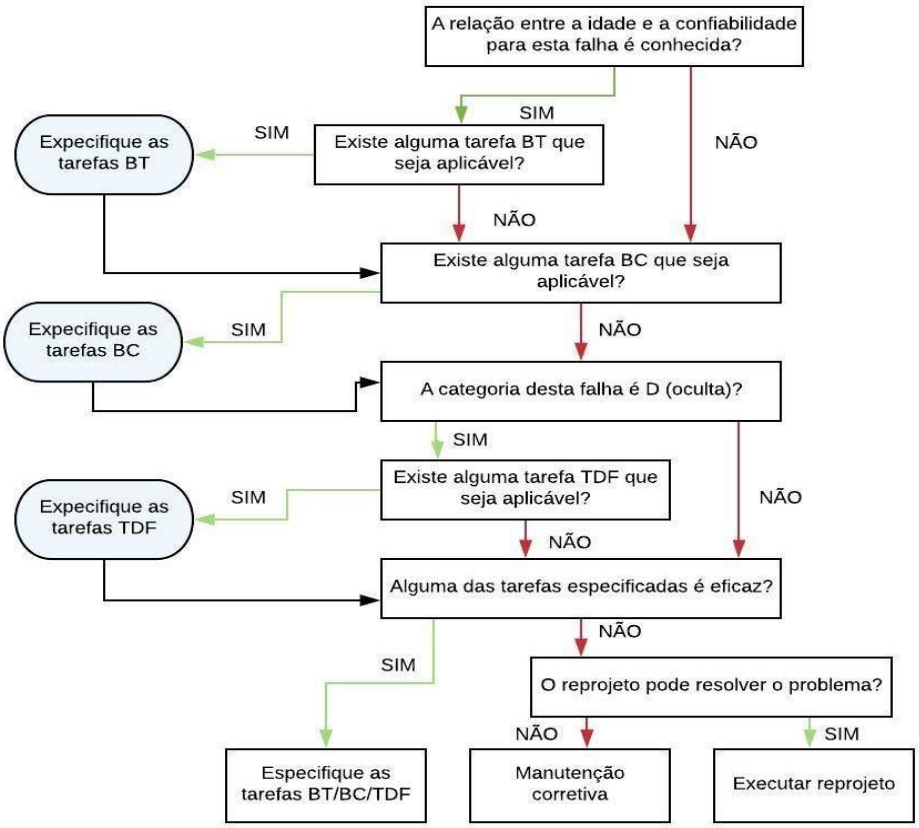


FIGURA 6. Diagrama de seleção de tarefas. Legenda: BT - Manutenção baseada no tempo / BC - Manutenção baseada na condição / TDF - Testes para descobrir falhas ocultas. Fonte: Autor (2021).

Para cada causa selecionada para ser trabalhada, aplicou-se o diagrama de seleção de tarefas com o intuito de poder categorizar as consequências decorrentes dos modos de falha e, com isso, estipular tarefas de manutenção que possam prevenir ou minimizar tais falhas.

4. RESULTADOS

Após a aplicação das ferramentas de qualidade para análise de falhas, foi possível perceber que tais instrumentos foram de grande valia para os resultados do presente estudo.

No Gráfico de Pareto foi possível identificar os maiores índices de ocorrências nos equipamentos, mostrando que 51% desses problemas é decorrente pelo atolamento de papel. A aplicação do Brainstorming foi fundamental para reunir as ideias da equipe técnica, acerca das possíveis falhas e defeitos ocasionados nos equipamentos. Com a utilização do Ishikawa, foi possível organizar de modo eficiente as causas do problema determinado, subdividindo essas causas nos 6M. A partir do método 5W1H, vislumbrou-se de modo inteligente cada causa e a partir dos questionamentos, surgiram possíveis soluções para cada problema.

Com o FMEA, observou-se os maiores potencializadores dos riscos provenientes de cada problema. Assim, construiu-se um diagrama de decisão para cada falha selecionada, com o intuito de criar um plano de manutenção eficiente.

Percebe-se que cada ferramenta contribuiu sobremaneira para a tomada de decisões e assim, foi possível dar seguimento na implementação da metodologia de manutenção centrada na confiabilidade.

4.1 Melhorias no gerenciamento das impressoras

É relevante ressaltar que o local de estudo dificultou o levantamento dos dados, devido a não haver um sistema obrigatório de gerenciamento da ordem de serviço (OS) de falhas provenientes das impressoras. Com isso, viu-se a necessidade de implementação de um programa eficiente para o monitoramento do status dos equipamentos.

Para isso, foi realizado a busca de um software gratuito que pudesse fornecer o status dos equipamentos em menor tempo possível, fazendo com que o atendimento técnico ocorresse sem a necessidade da intervenção do usuário. Após a busca, o software BRAdmin foi uma ferramenta que mostrou-se potencialmente eficaz para o gerenciamento dos equipamentos de modo simples. O software BRAdmin pode fornecer informações úteis, incluindo as contagens das páginas, a informação do número de série, bem como permitir mudar o tamanho do papel.

Há também a facilidade em dispor as impressoras em grupos específicos, como no caso do estudo, onde o pesquisador deu preferência a subdividir os equipamentos pelos determinados setores.

4.1.1 Benefícios do programa

Posteriormente, explorando os recursos adicionais do software, foi visto a possibilidade de notificação do status do equipamento via e-mail, com intervalo de atualização mínima de 1 minuto. Após pesquisas realizadas pelo autor do estudo acerca de tais recursos adicionais, foi feita a sua configuração no local do estudo, o que possibilitou o envio das notificações das falhas dos equipamentos chaves para o e-mail do técnico responsável.

Com a simples configuração do e-mail empresarial em um smartphone, foi possível realizar o seu monitoramento em qualquer local do estabelecimento. Após a resolução do problema, o equipamento emite uma nova notificação, informando sobre a resolução do problema. Vale ressaltar que essas notificações são eficientes apenas para os equipamentos da marca Brother.

Com isso, foi construído um gráfico com o intuito de apresentar a relação de custo por tempo de deslocamento do técnico (pelos elevadores), visto a grande dificuldade de acesso e utilização dos mesmos, levando em conta que são poucos disponíveis e sua lotação máxima é rapidamente atingida, aumentando assim, o tempo de espera. Foi subdividido o tempo em dois períodos, horário de pico e horário normal, onde o horário de pico é determinado pela visitação aos pacientes; e o horário normal, onde há apenas a locomoção dos funcionários e pacientes.

Para realizar o cálculo do custo, foi utilizado como parâmetro o custo que o técnico tem alocado no cliente, como pode ser visto na Figura 7.

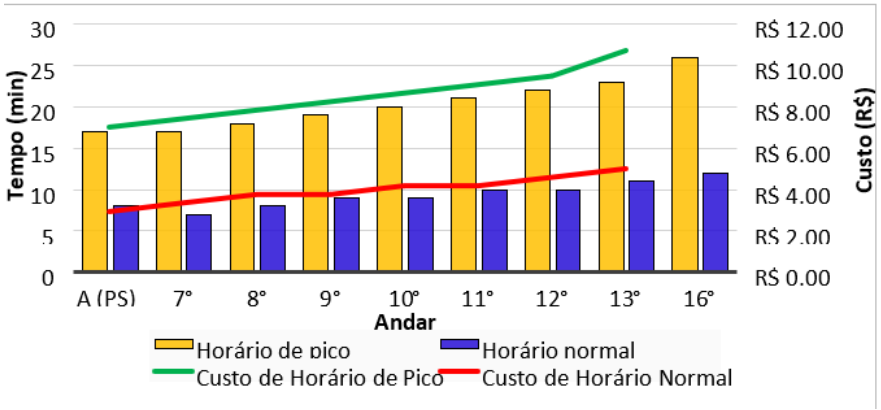


FIGURA 7. Custo por tempo de deslocamento. Fonte: Autor (2021).

Posterior a configuração de notificações do software, a locomoção do técnico se deu de modo mais eficiente, uma vez que não há a necessidade do deslocamento do mesmo, até o seu posto de trabalho, para verificar as ocorrências. Essa combinação de recebimento de notificações tanto do problema quanto da sua resolução agilizou os processos de atendimento técnico, poupando tempo e consequentemente custos. O cálculo da disponibilidade do equipamento não foi possível, devido à falta de registros dos chamados e consequentemente do seu tempo de indisponibilidade.

4.2 Sugestão de Formulação do Plano de Manutenção

As tarefas especificadas para auxiliar nas manutenções dos equipamentos, prevenindo e reduzindo as falhas foram fornecidas como "Ações recomendadas" baseadas no fluxograma apresentado anteriormente na Figura 6 e no Quadro 2. Deve-se levar em conta, que todas as ações recomendadas acima descritas, foram baseadas no cenário atual do estudo, adequando tais medidas para o melhor funcionamento dos equipamentos, não sendo necessariamente as recomendações dos fabricantes.

Após a aplicação do Diagrama de seleção de tarefas, o que levou a uma caracterização que auxiliou na construção de uma proposta, que estipulou as periodicidades de manutenção para os equipamentos do estudo (Quadro 3).

Com isso, pretende-se estabelecer a própria mantenabilidade do equipamento, uma vez que se conhece os mecanismos que levaram às falhas e aos efeitos ocasionados. Em decorrência dessa aplicação, espera-se que ocorra uma melhora da confiabilidade, e por sua vez, da disponibilidade do equipamento, sendo este, um requisito fundamental para o gerenciamento de qualquer processo produtivo.

QUADRO 3. Proposta do Plano de Manutenção dos modelos

Falhas	Modelos das Impressoras							
	Brother HL-5452dn		Kyocera P2235dn		Ricoh SP5200x		Ricoh SP4510x	
	Periodicidade	Tarefa	Periodicidade	Tarefa	Periodicidade	Tarefa	Periodicidade	Tarefa
A	Bimestral	BC	Trimestral	BC	não se aplica	BC	não se aplica	BC
B	Trimestral	BC	Mensal	BC	Trimestral	BC	Mensal	BC
C	Bimestral	BC	Semestral	BC	Bimestral	BC	Semestral	BC
D	Bimestral	BT	Trimestral	BT	Semestral	BT	Semestral	BT
E	Quinzenal	BC	Quinzenal	BC	Quinzenal	BC	Quinzenal	BC

Fonte: Autor (2021).

5. CONCLUSÕES

O estudo proposto neste trabalho foi concluído satisfatoriamente. Os processos da coleta dos dados permitiram ao pesquisador obter uma visão ampla das falhas e problemas vinculados à gestão das impressoras a laser do local do estudo.

Com a obtenção dos resultados, foi possível constatar, testar e implementar melhorias na gestão dos equipamentos que levaram a um melhor desempenho técnico, o que auxiliou sobremaneira na implementação da metodologia da manutenção centrada na confiabilidade.

Identificou-se que existiam irregularidades no que tange ao gerenciamento das OS de falhas provenientes das impressoras. A inexistência de uma obrigatoriedade na abertura da OS pelos usuários dificultava o atendimento ágil dos equipamentos e consequentemente aumentavam sua indisponibilidade nos setores, além de não promover o histórico de manutenção de cada equipamento. Após a implementação de software que possibilitou um monitoramento adequado das impressoras e juntamente a isso, as adequações realizadas no software, com o envio das notificações via e-mail para o técnico responsável, agilizaram de modo eficaz os processos de atendimento técnico, reduzindo tempo e poupando custos à empresa.

Com isso, após o monitoramento dos equipamentos tornar-se mais efetivo, foi possível propor uma estratégia de manutenção das impressoras, por meio da criação de um cronograma, o que teve por intuito atuar na prevenção e redução das falhas. De acordo com Souza (2014), a compreensão da manutenção vinculada ao contexto operacional do equipamento, é o alicerce da MCC.

No entanto, a implantação da MCC não se exaure na Formulação do Plano de Manutenção. A MCC é um processo ininterrupto onde o Plano é regularmente revisado em função dos dados de falhas e de reparos, que devem ser constantemente coletados e mantidos em um banco de dados de confiabilidade da instalação. A relevância deste banco de dados de falha e de reparo de onde se possa retirar as vantagens potenciais da MCC, especialmente no que se refere à estipulação dos intervalos mais apropriados para a realização das diversas tarefas de MP, tem sido constantemente mencionado em outros estudos. Porém, há pesquisadores que deixam claro que a ausência desse banco não impossibilita a execução da MCC pois, ainda assim, essa metodologia possui benefícios consideráveis acerca do processo tradicional, menos estruturado de planejamento da MP (FLEMING, SILVA e FRANÇA, 1999).

REFERÊNCIAS

DIEDRICH, A.; SELLITTO, M.A. Manutenção Centrada em Confiabilidade: estudo de caso na indústria de bebidas. Produção em foco, v. 4, n. 1, p. 133-155, 2014.

FLEMING, P.V.; SILVA, M.F. da; FRANÇA, S.R.R.O. Aplicando manutenção centrada na confiabilidade (MCC) em indústrias brasileiras: lições aprendidas. *Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás*. 62p, 1999.

FOGLIATTO, F. S.; DUARTE, J. L. Confiabilidade e manutenção industrial – Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FREIRE, R. Como funciona uma impressora a laser? Entenda a tecnologia. TechTudo. 2015.

IMBUZEIRO, R.C. Análise de falha em pinos de cisalhamento de uma máquina girante da usina hidrelétrica de Queimado. Dissertação (Dissertação em Engenharia Mecânica) – Instituto Politécnico do Centro Universitário UMA. Minas Gerais, p. 90, 2018.

MENDES, A.A. Manutenção centrada na confiabilidade: uma abordagem quantitativa. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia de Produção, 2011.

MENDES, A.A.; RIBEIRO, J.L.D. Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT. Produção, v. 24, n. 3, p. 675-686, Jul/Set. 2014.

SOUZA, A.C.V. Manutenção centrada na confiabilidade aplicada à gestão de linhas de transmissão localizadas em áreas de ocupação irregular de faixa de passagem. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Elétrica e Informática, 2014.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. FMEA: Análise do Tipo e Efeito de Falha. GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade DEP – UFSCar. 2006.