

Aplicação do método MASP para melhorias na produção de equipamentos eletrônicos

Application of the MASP method for improvements in the production of electronic equipment

Autor: Régis Eduardo Santos Viana

Orientadora: Jaqueline Terezinha Martins Corrêa Rodrigues

RESUMO:

A indústria, ao longo de sua história, utilizou diversas ferramentas para resolução de problemas. Uma dessas ferramentas é o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), que se mostrou eficaz, quando aplicado corretamente, e que pode ser aplicado em qualquer segmento, inclusive na indústria eletrônica, área da empresa X na qual este estudo foi aplicado. A empresa X é uma indústria eletrônica, com foco na produção de equipamentos de telecomunicações, como roteadores de sinal de internet, e está localizada no Rio Grande do Sul. Um de seus produtos que transmitem sinal de internet através de fibra óptica apresentava frequentes falhas relacionadas à resíduos encontrados na fibra. Esse modo de falha diminui a transmissão do sinal óptico do produto, reduzindo sua eficiência. Foram aplicadas as etapas do método MASP, partindo da identificação e observação do problema. Foram coletados os dados históricos referentes ao modo de falha, e foi realizada a análise do problema. A partir da análise, foi elaborado um plano de ação e aplicado no processo produtivo. Foi realizada uma nova coleta de dados a fim de validar a eficácia do plano de ação. Os resultados obtidos foram positivos, reduzindo 11% das falhas que foram relacionadas ao processo produtivo. Com a validação do plano de ação, foi padronizado o novo método de produção do produto.

Palavras-chave: MASP, ferramentas da qualidade, fibra óptica, indústria eletrônica.

ABSTRACT

The industry, throughout its history, has used different tools to solve problems. Among the problem solving tools is the MASP (problem solution and analysis method), that has proven to be effective, when applied correctly and that can be applied in any segment, including the electronics industry, the area of company X in which this study was applied. Company X is an electronics industry, focused on the production of telecommunications equipment, such as internet signal routers, and is located in Rio Grande do Sul. One of its products that transmit internet signals through optical fiber had frequent failures related to waste found in the fiber. This failure mode reduces the transmission of the product's optical signal, reducing its efficiency. The steps of the MASP method were applied, starting from the identification and observation of the problem. Historical data regarding the failure mode was collected and the problem was analyzed. Based on the analysis, an action

plan was drawn up and applied to the production process, responsible for causing part of the problem. A new data collection was carried out to validate the effectiveness of the action plan. The results obtained were positive, resulting in 11% of failures related to the production process. With the validation of the action plan, the new product production method was standardized.

Key words: MASP, quality tools, optical fiber, electronics industry.

INTRODUÇÃO

A história da indústria apresentou diversas metodologias para resolução dos problemas complexos que surgiram ao longo dos anos. Ishikawa, Demming, Juran e outros “gurus” da qualidade são alguns exemplos de personalidades que criaram ferramentas com foco em qualidade e solução de problemas, aplicando-as principalmente no Japão após a 2ª guerra mundial. Com os ensinamentos passados dos americanos para os japoneses, esses passaram a criar seus próprios sistemas de controle de qualidade (SANTOS, PEREIRA, OKANO, 2012).

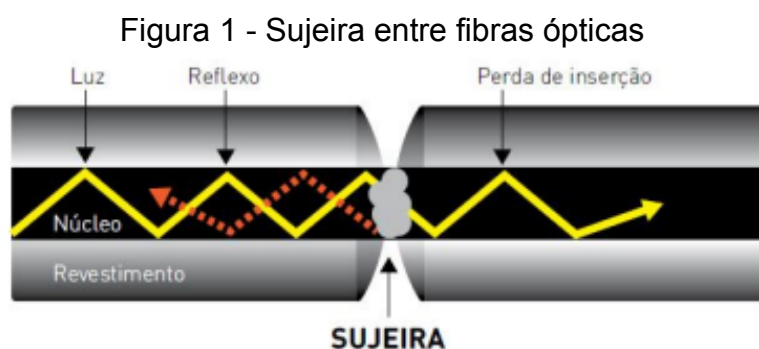
Segundo Cortada (2005), preocupar-se com a qualidade deixou de ser considerado um diferencial entre as empresas e passou a ser algo extremamente necessário. Ainda, devido a competitividade das empresas, a qualidade dos produtos, processos e a produtividade são as principais responsáveis pela sua sobrevivência no mercado. As empresas não podem aplicar as técnicas de qualidade de forma isolada, sem um planejamento e uma estruturação da forma de aplicação. A melhoria de processos utiliza diversas metodologias estruturadas com foco em aumentar os níveis de qualidade das empresas. Com isso, um dos modelos de gestão da qualidade muito utilizado em práticas de melhoria é o método MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), que tem uma forma estruturada de aplicação para solucionar problemas simples e complexos, aumentando os resultados das empresas em produtividade, qualidade e lucro. O MASP pode ser aplicado para resolver problemas em empresas de qualquer segmento, principalmente na indústria (TZASKOS, 2016).

Um dos setores industriais que tem grande representatividade na economia brasileira é a indústria eletrônica, que cresceu cerca de 15,7% no ano de 2021, em meio à pandemia da COVID-19. Os equipamentos eletrônicos voltados à telecomunicação foram responsáveis por grande parte desse crescimento, visto a grande demanda e necessidade de adaptação ao trabalho remoto por parte das empresas (ABINEE, 2021).

Este trabalho foi desenvolvido em uma indústria do setor eletrônico, especificamente de montagem de equipamentos de distribuição de rede de internet, localizada na região metropolitana de Porto Alegre/RS, a partir desse ponto denominada Empresa X. Esses equipamentos são utilizados em grandes empresas que buscam melhorar suas redes internas de internet. Também são fabricados modems para internet residencial, principalmente aqueles que transmitem internet

via fibra óptica, para empresas de telecomunicações. A fibra óptica é a responsável por levar o sinal de internet da fonte geradora até a casa das pessoas. É um material que tem uma resposta de velocidade de transmissão muito maior e melhor do que os cabos de internet convencionais. Enquanto a transmissão por cabos tem uma perda de 100 dB por Km, a perda de sinal por fibra óptica é de apenas 0,2 dB na mesma distância (PEREIRA, 2023).

Para se ter uma excelente conexão entre os cabos de fibras ópticas é necessário ter um alinhamento entre os núcleos das fibras e um contato físico entre as mesmas. Nesse contato, não pode haver barreiras físicas entre elas, e isso inclui qualquer tipo de sujeira. A figura 1 representa a conexão entre fibras ópticas com sujeira entre elas (NEVES, 2018).



Fonte: Neves (2018).

Uma das falhas mais observadas no processo produtivo atual da empresa X está relacionada aos resíduos, como poeira encontrados nas fibras, e que provocam atenuação (perda) do sinal. Desse modo, a questão norteadora desta pesquisa foi: Como reduzir a ocorrência de falhas relacionadas à fibras ópticas na produção da Empresa X? Por esse motivo, esse trabalho visa implantar melhorias no processo produtivo para reduzir a ocorrência das falhas relacionadas à resíduos nas fibras ópticas em uma linha de teste de produtos roteadores de internet da Empresa X.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão abordados conceitos sobre a introdução de Fibra óptica no cenário de telecomunicações, funcionamento e particularidades de conexão entre fibras ópticas, além da identificação de cada uma de suas partes.

FIBRA ÓPTICA

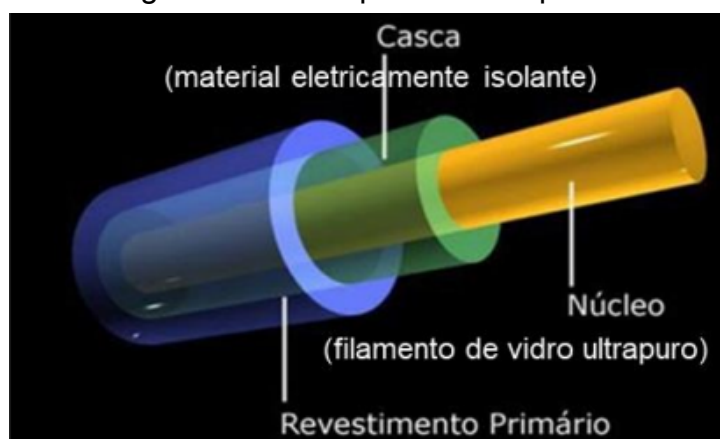
Em meados de 1926 se iniciava a possibilidade de melhoria nos sistemas de comunicação que permitisse muitas ligações simultâneas. Com o grande avanço das tecnologias e equipamentos de comunicação, com o passar dos anos, acabou

acontecendo um congestionamento entre as linhas e dificuldade de realizar as ligações (RIBEIRO, 1999).

O uso de fibra óptica para telecomunicações se mostrou vantajoso quando avaliado que esse sistema apresentava melhor capacidade de transmissão de sinais, como menor atenuação e maior largura de banda. A transmissão por fibras ópticas possuem frequências na faixa de raios infravermelhos, detalhe que possibilita a transmissão elevada de dados de milhares de bytes por segundo (RIBEIRO, 1999).

A fibra óptica atual é composta por plástico e vidro, devido à necessidade de respeitar a diferença nos índices de refração e casca do núcleo, também pela necessidade de se ter um produto fino e flexível ao mesmo tempo (CARVALHO, 2015). A figura 2 traz a representação de uma fibra óptica:

Figura 2 - Fibra óptica e suas partes



Fonte: Neves (2018).

MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS - MASP

O conceito de melhoria contínua está presente em todos os lugares, na rotina diária das pessoas, seja em lojas, bancos, armazéns e todos os locais que dependem de processos para realização das atividades. Com as constantes mudanças no cenário corporativo e digital, faz-se cada vez mais necessário técnicas de melhoria contínua para otimização de processos e melhoria de performance e desempenho das organizações (JUNIOR *et al.*, 2020).

Existem diversas técnicas e ferramentas disponíveis para a realização de melhoria contínua. No entanto, é necessário seguir as etapas de aplicação das metodologias, sem pular nenhuma delas, e também que a equipe esteja engajada com a busca do resultado (SANTOS *et al.*, 2020). Algumas das ferramentas de qualidade, como o gráfico de Pareto, Diagrama de causa e efeito, *Brainstorming* e 5W2H são utilizadas dentro das etapas do método MASP.

O MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) é um método estruturado baseado na aplicação do ciclo PDCA (Sigla das palavras Plan, Do, Check e Act) e, conforme Tzaskos e Gallardo (2016), este ciclo, tanto para melhorias

quanto para solução de problemas, é o mais importante quando o assunto é qualidade total, sendo que todos na empresa devem ter o domínio da aplicação deste método. Ainda, o MASP é um método desenvolvido para a aplicação de melhoria contínua, com foco em eliminar a repetição das falhas e garantir o aumento de qualidade na aplicação dos processos produtivos. Serve para auxiliar os gestores e profissionais de processos e qualidade a tomar decisões com base em dados que comprovam a causa raiz dos diversos problemas. O método tem base científica e foi desenvolvido com o intuito de atuar sobre as falhas ou para melhorar uma situação indesejada dentro de um processo específico que afeta uma ou mais áreas das empresas.

O MASP tem como objetivo a solução, de forma estruturada, de problemas complexos dentro das instituições, sejam eles relacionados a serviços ou processos. Tem como principal objetivo a solução de problemas de forma rápida e eficiente, através da aplicação de ações corretivas e preventivas de forma organizada, com base em dados coletados na observação do problema a ser solucionado, utilizando as ferramentas da qualidade (SILVA, 2014). A figura 3 apresenta as etapas do MASP e a sua relação com o PDCA.

Figura 3 - Etapas do MASP



Fonte: Ferramentas da Qualidade (2018).

Diedrich e Lorenzon (2019) descrevem o MASP através das suas 8 etapas estruturadas, que serão descritas na sequência:

- 1 - Identificação do problema: Primeiramente, deve-se definir de forma clara qual o problema a ser solucionado. A utilização do gráfico de Pareto é uma ferramenta que pode ser utilizada nessa etapa, pois ela seleciona e demonstra a quantidade de falhas por segmentos, priorizando os problemas mais graves. Nessa etapa é necessário identificar quem serão os responsáveis pela análise do processo e implantação da melhoria.
- 2 - Observação: Na segunda etapa é onde se começa a investigar a característica do problema, como ele se comporta, quais resultados ele gera,

sempre olhando de várias perspectivas. Também começam nesta etapa as coletas dos dados referentes ao problema a ser atacado. Com isso, a estratificação dos dados coletados podem começar a demonstrar os comportamentos do problema de forma clara.

- 3 - Análise: A etapa de análise consiste em utilizar os conhecimentos da equipe para identificar as possíveis causas do problema. Com a utilização da ferramenta *Brainstorming* a equipe sugere situações e ocorrências que possam ser as possíveis causas do problema a ser atacado. Essas alternativas são avaliadas e, se constatada a possibilidade daquela sugestão ser uma possível causa, dá-se sequência nas próximas etapas.
- 4 - Plano de ação: É nesta etapa que é elaborada uma solução para o problema. Podem ser uma ou mais causas que geram o problema, então deve-se elaborar um plano de ação para cada uma. No entanto, é necessário avaliar se as propostas de plano de ação não vão gerar outros incidentes no processo.
- 5 - Ação: A etapa 5 é a implementação do que foi planejado. Nesta etapa, todas as ações anteriormente planejadas devem ser implementadas de forma que fique claro o que foi alterado e ajustado, bem como realizar os treinamentos necessários para as equipes envolvidas nas atividades diárias.
- 6 - Verificação: Após aplicadas as melhorias, se faz necessário uma nova coleta de dados, a fim de compará-las com os dados coletados inicialmente. Com isso, é possível mensurar se o plano de ação foi eficaz e o quanto reduziu a ocorrência de falhas no processo ou serviço. Caso constatado que o plano de ação não foi efetivo, retorna-se à etapa de observação.
- 7 - Padronização: Verificado que a ação foi eficaz, é necessário padronizar o novo método, com o intuito de não obter novamente as falhas antes ocorridas. Nessa etapa todos devem receber os devidos treinamentos e serem informados das alterações realizadas com a melhoria, bem como um acompanhamento periódico a fim de validar a operação do novo método.
- 8 - Conclusão: A etapa de conclusão serve para avaliar o modo de implementação do MASP. Analisar as ocorrências que não foram planejadas nem identificadas durante a implementação das ações. Esta etapa é onde os conhecimentos são organizados ao ponto de servir de aprendizado para a equipe envolvida na melhoria.

METODOLOGIA

Esse trabalho é uma pesquisa de natureza aplicada, visto que se baseia na resolução de um problema crítico para uma empresa real (SILVA *et al.*, 2020). Trata-se de uma pesquisa-ação. A pesquisa-ação é um processo de reflexão sobre as ações tomadas, fazendo uso do conhecimento teórico-científico, juntamente com o conhecimento prático das atividades. Ao encontrar uma solução para o problema, o ciclo se inicia e vai até a aplicação da ação (BUNDER, BARROS, 2019).

O objeto de estudo foi uma linha de produção de roteadores para internet da empresa X, que possui 420 funcionários e está localizada na região metropolitana de Porto Alegre/RS. Essa linha vinha apresentando problemas relacionados à falhas em seus produtos acabados.

Os instrumentos de coleta de dados foram: observações e análise de documentos, planilha com dados de produção, *Dashboards* e indicadores BI (*Business Intelligence*). As observações e inspeções foram realizadas durante todo o mês de agosto de 2023. Já a análise dos relatórios de testes foi realizada entre setembro e outubro de 2023. Os dados foram coletados de forma observacional, através de uma inspeção amostral, utilizando uma câmera de inspeção de fibras ópticas (SILVA *et al.*, 2020).

Para a resolução do problema, a ferramenta da qualidade utilizada foi o método MASP, já descrito neste trabalho, para solucionar o problema crítico que a empresa estudada vinha apresentando. O Quadro 1 apresenta as etapas do MASP descritas como são estruturadas utilizando o ciclo PDCA.

Quadro 1 - Etapas do ciclo PDCA

Etapa	Detalhe da etapa
P	Identificação do problema
P	Observação do problema
P	Análise do problema
P	Plano de ação
D	Ação
C	Verificação
A	Padronização
A	Conclusão

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

RESULTADOS

Para análise do problema serão apresentadas as etapas do MASP e a descrição de cada uma detalhadamente, com figuras e dados que facilitem o entendimento do problema e a solução implantada. Na primeira etapa, a fase de **identificação do problema**, foi notada a quantidade de falhas de teste dos produtos que utilizam fibras ópticas como principal agente de comunicação. Foram quantificadas as falhas no ano de 2023, relacionadas à sujeira em fibras ópticas, na empresa. A figura 4 traz um gráfico com as quantidades relacionadas à falha mencionada.

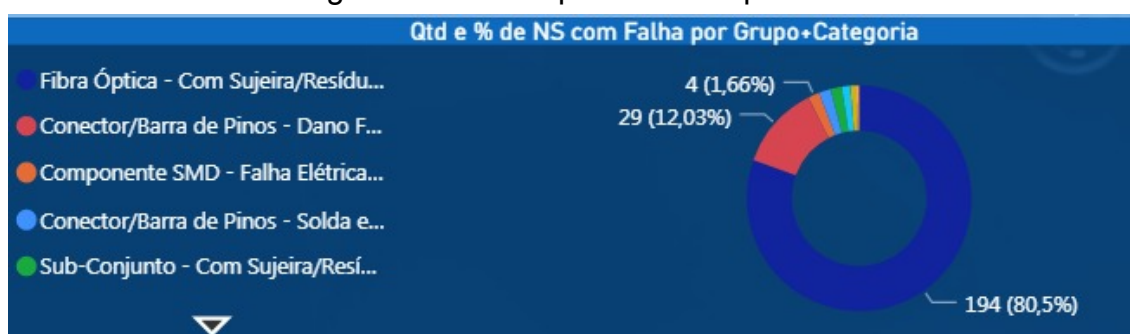
Figura 4 - Produtos com falha no período



Fonte: Empresa X (2023).

A figura 5 detalha os modos de falha apontados no produto em análise neste trabalho. Nota-se que a sujeira na fibra óptica responde por mais de 80% das ocorrências de falhas.

Figura 5 - falhas apontadas no produto



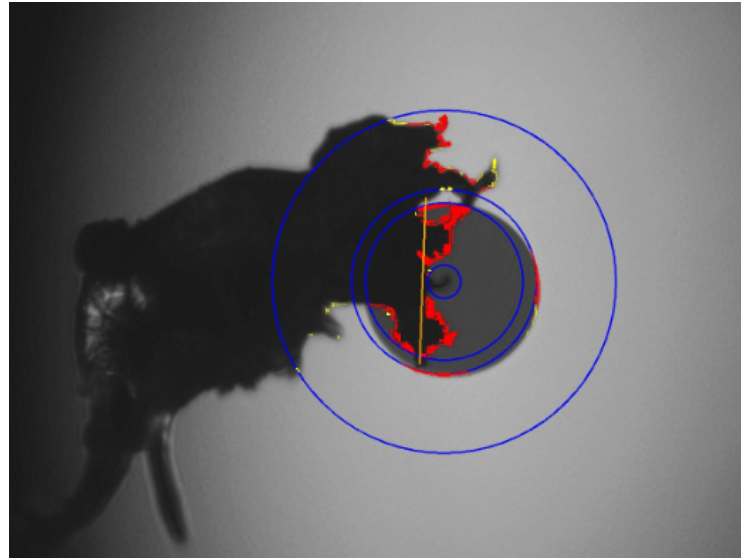
Fonte: Empresa X (2023).

Após a identificação do problema, passou-se a **observar** as ocorrências das fibras com sujeira, a fim de identificar a origem das mesmas. Foi decidido inspecionar todo o trajeto das fibras dentro da fábrica, desde sua chegada na linha de produção. Entendeu-se que as fibras lacradas nas suas respectivas bandejas de armazenamento estavam na condição do envio direto do fornecedor, pois não houve manuseio das mesmas de forma individual por estarem em suas embalagens originais.

Com isso, foi dado início à fase de **análise do problema**. Foi definida uma amostragem de 300 fibras para análise. Todas as fibras foram retiradas de suas respectivas embalagens e inspecionadas uma a uma. Após realizada a inspeção amostral, identificou-se que 18 unidades (6% das fibras analisadas) já continham sujeira vindas direto do fornecedor (Figura 6). Nessa etapa, com base nas evidências identificadas nas análises, foi dada a primeira ação referente ao problema, que foi o contato para melhoria do produto com o fornecedor das fibras. Foram enviadas as evidências via e-mail e alinhado às questões de integridade

quanto à limpeza das fibras e a importância desses cuidados para o processo analisado. Como resultado desta intervenção, o fornecedor inseriu mais uma etapa de inspeção pós-produção, para garantir que suas fibras saiam limpas de sua empresa de fornecimento.

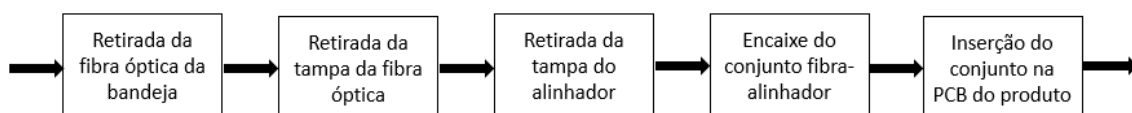
Figura 6 - fibra com sujeira vinda do fornecedor



Fonte: o autor (2023).

Passada a primeira inspeção, as peças que continham sujeiras foram limpas, garantindo a mesma condição de limpeza em toda a amostra. As peças foram encaminhadas para a produção para dar seguimento no processo de produção, cujas etapas estão na Figura 7.

Figura 7 - etapas de montagem do conjunto fibra-alinhador



Fonte: o autor (2023).

Na linha de montagem, as fibras são acopladas no alinhador de encaixe. Essa etapa é realizada de forma manual, onde a tampa de proteção da fibra é removida e a fibra é encaixada no alinhador da Figura 8.

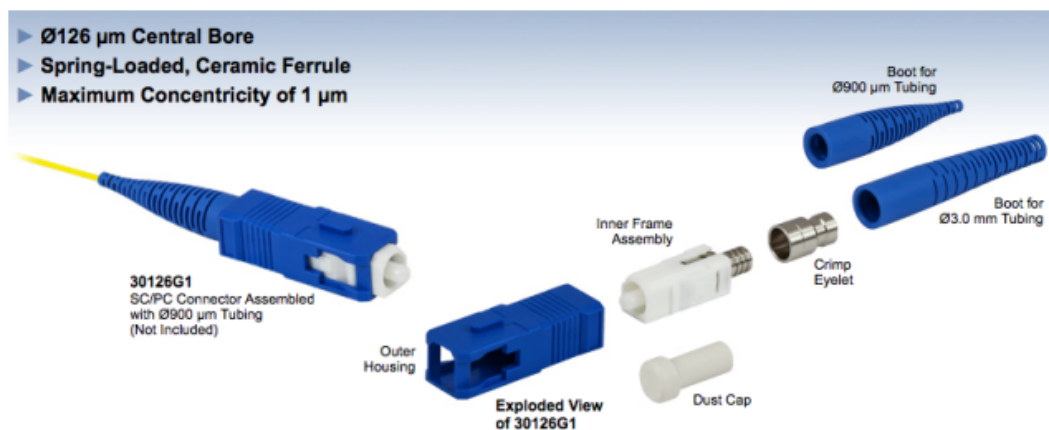
Figura 8 - alinhador óptico



Fonte: Filho (2018).

O conjunto fibra-alinhador é posicionado na placa eletrônica do produto para receber o processo de soldagem. A soldagem do componente é realizada via Solda Onda, processo de soldagem de componentes PTH (*Pin Through Hole*) nos quais os terminais atravessam a placa eletrônica através de furos. Os terminais dos componentes entram em contato com a solda líquida e o processo de soldagem ocorre por capilaridade. A figura 9 traz o conector de fibra óptica.

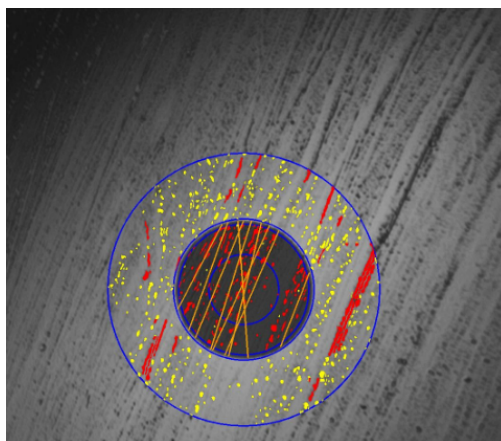
Figura 9 - Conector da fibra óptica



Fonte: Araújo (2018).

Deu-se início à segunda inspeção na amostra. Todas as 300 fibras foram re-inspeccionadas após a etapa de montagem e soldagem. Dentro da quantidade da amostra, primeiramente limpas e entregues na linha de produção, 33 apareceram com sujeiras (11%). Quando comparadas as sujeiras encontradas vindas de fornecedor e a sujeira detectada após o processo de soldagem, notou-se uma diferença entre elas. A sujeira gerada na etapa de montagem era característica de contato com as mãos das operadoras, como mostra a figura 10. Entendeu-se que a maior parte da sujeira encontrada na etapa de teste era gerada dentro da empresa, principalmente na etapa de montagem do conjunto alinhador-fibra.

Figura 10 - Fibra com sujeira gerada na empresa

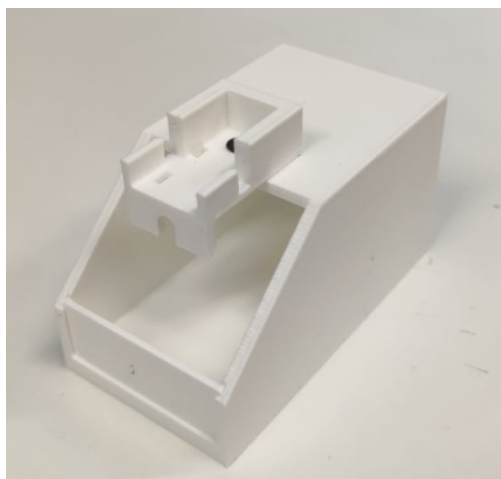


Fonte: autor (2023).

Com as evidências de que a etapa de montagem era a principal causadora do problema, foi partido para a etapa de **Plano de Ação**. Foram reunidos membros de diferentes equipes para avaliar o problema e buscar uma alternativa para sanar o caso, utilizando a ferramenta *Brainstorming*. Estavam presentes 6 membros da Engenharia de Testes, Qualidade Industrial e Engenharia de Processos. Dentre as ideias sugeridas, entendeu-se que era necessário eliminar o contato manual das operadoras com a parte sensível das fibras ópticas.

Com base nisso, **na etapa de ação**, foi elaborado um dispositivo que possibilitou realizar a etapa de encaixe da fibra no alinhador, retirando a tampa que vinha do fornecedor, sem que houvesse contato entre operadora e fibra. A figura 11 traz o dispositivo elaborado para realizar a atividade:

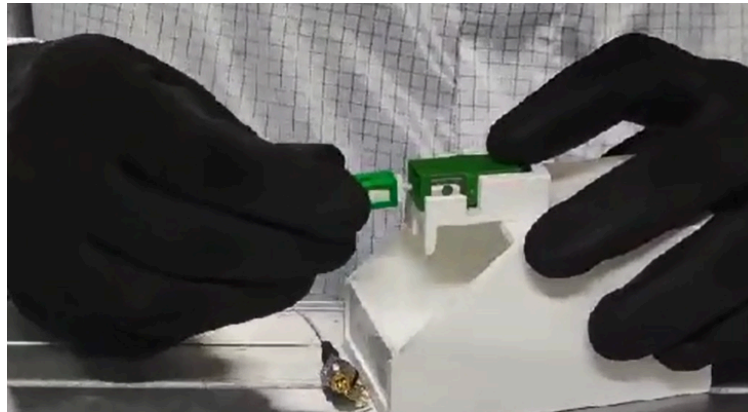
Figura 11 - dispositivo de montagem



Fonte: autor (2023).

Com a criação do dispositivo, as operadoras foram devidamente treinadas para realizar a operação utilizando a nova ferramenta, **padronizando** o novo procedimento.

Figura 12: utilização do dispositivo



Fonte: autor (2023).

Após o período de adaptação, foi novamente realizada uma inspeção amostral para validar a eficácia da ação. Foram inspecionadas novas fibras, porém somente após o processo de soldagem. Dentre a amostra avaliada, que foi a mesma quantidade da inspeção inicial, não foram evidenciadas peças que continham sujeira proveniente do processo de montagem. Foram identificadas 13 fibras com sujeira (4,33%), porém a característica era conforme às vindas do fornecedor. Foi relatado pelas colaboradoras que executam a atividade, através de uma entrevista, que o manuseio com as fibras e com a nova ferramenta reduziu o desconforto nos dedos que era gerado através do esforço em retirar as tampas das fibras de forma manual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de melhoria segue em andamento, por entender que melhoria contínua acontece melhorando cada etapa particular, para ter um resultado final como um todo. O objetivo do projeto foi eliminar a ocorrência de sujeiras geradas no processo de montagem, principalmente os gerados na linha de produção. Com a nova inspeção, não foram evidenciados resíduos gerados pela produção. Com isso, entende-se que a ação foi eficaz no que se propôs. Porém, ainda existem falhas nos testes relacionados à resíduos presentes no ambiente no qual os produtos são testados.

Futuramente, novas ações serão tomadas, dando continuidade nas tratativas para solucionar esse problema. No entanto, esse projeto de melhoria tinha como objetivo reduzir a ocorrência de resíduos nas fibras ópticas dos produtos gerados na linha de produção. Analisando os resultados após a implementação das ações, entendeu-se que os resultados foram satisfatórios. Como a parte das ações que tratou com o fornecedor ainda estava em andamento durante a realização do trabalho, visto que não houve como validar se a tratativa trouxe um resultado positivo devido ao material com a inspeção adicional não ter chegado na empresa a tempo, sugere-se a realização de trabalhos futuros para a validação da eficácia das demais ações aplicadas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Renan Henrique A. de. **Projeto de otimização de um conector inovador para incorporação de sensores FBG em materiais compósitos para aplicações aeroespaciais**. 2018. TCC (Graduação em Engenharia Aeroespacial) - Universidade de Brasília - UnB Faculdade UnB Gama - FGA, Brasília, 2018.

BUNDER, J. BARROS, G.G. O ESTUDO DE CASO E A PESQUISA-AÇÃO: COMPREENSÃO TEÓRICA E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS. **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**. Uberlândia, Minas Gerais, 2019.

CARVALHO, Priscila. **APLICAÇÃO DA FIBRA ÓPTICA EM SISTEMAS FTTX**. 015. TCC (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2015.

CORTADA, Antonio Celso Hunnicutt. **IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE ATRAVÉS DO MASP**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2005.

DIEDRICH, H. LORENZON, E. UTILIZAÇÃO DO MASP (MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS) EM UMA GRANJA DE SUÍNOS. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 11, n. 1, 2019.

JUNIOR, M. *et al.* BUSCA DE MELHORIA CONTÍNUA EM PROCESSO PRODUTIVO: APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE. **Brazilian Journal of Development**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 10621-10634, mar. 2020.

NAPOLEÃO, Bianca M. PDCA. In: **FERRAMENTAS DA QUALIDADE**. 03 out. 2018. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/pdca/>. Acesso em: 13 fev 2024.

NEVES, Danielle Silva das. **MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE CONECTORES ÓPTICO**. 2018. TCC (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA, Curitiba, 2018.

PEREIRA, Allann Breno de Sales. **ENSAIOS DE PERDA POR INSERÇÃO E POR RETORNO EM CONECTORIZAÇÕES MECÂNICAS EM FIBRA ÓPTICA**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Itajubá, 2023.

RIBEIRO, J.A.J. Características da Propagação em Fibras Ópticas. **Instituto Nacional de Telecomunicações Departamento de Telecomunicações**, Faculdade de engenharia em Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, 1999.

SANTOS, O. S. PEREIRA, J.C.S. OKANO, M.T. A IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA DA QUALIDADE MASP PARA MELHORIA CONTÍNUA EM UMA

INDÚSTRIA VIDREIRA. **IV Encontro Da Engenharia Do Conhecimento Eniac**, São Paulo. 2012.

SILVA, Daniel Matias da. **APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA ELETRÔNICA: estudo de caso para redução de defeitos na montagem de placas de circuito impresso**. 2013. TCC (Graduação do curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações) - Departamento Acadêmico de Eletrônica - DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, 2013.

SILVA, William Felipe da. **Utilização do MASP (MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS) na melhoria do fluxo de informações: um estudo de caso**. Orientador: 2014. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, 2014.

SILVA, Marcos *et al.* **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA MELHORIA CONTÍNUA DA QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 20, n. 2, p. 546-574, 2020.

TZASKOS, D.S. GUALLARDO, G. Estudo de Caso da Aplicação do MASP em uma Indústria de Papel .**Revista Qualidade Emergente**, v7 n2, 2016.