

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MBA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

ANALISE DE FALHA R13 ROBÔ DE CALAFETAÇÃO

Ícaro Gabrieli de O. Soidan¹

Marinilda Lima²

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo propor ações para eliminar falhas recorrentes em equipamentos de pintura automotiva, em uma empresa de manufatura. Como metodologia, para auxiliar a investigação, o trabalho foi desenvolvido através de coleta de dados por meio do programa FIS (*Factory Information Systems*), um sistema de monitoramento de produção em nível de planta baseado na Web, aplicando a Análise de Pareto para ordenar e expor a falha e, por fim, empregar o método de FTA (*Fault Tree Analysis*) para encontrar a causa raiz. A utilização destas ferramentas de qualidade possibilitou analisar a falha e obter informações que proporcionaram embasamento para tomada de decisões. Os principais resultados do estudo foram, identificação da falha que mais impacta na montagem da carroceria, sugestão do plano de ação para eliminação da falha e divulgação dos dados do estudo.

Palavras-Chave: Gestão, manutenção, falha, diagrama de Pareto, árvore de falha.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Xenos (2014), tradicionalmente a manutenção era tida como um mal necessário, mas essa opinião está mudando, e hoje a manutenção é considerada uma função estratégica, os principais agentes de mudanças são assuntos relacionados à segurança, preocupação com o meio ambiente, com a qualidade e a produtividade, além do envelhecimento dos equipamentos. Para

¹Pós-Graduando no MBA Gestão da Manutenção. Centro Universitário SENAI CIMATEC, E-mail: isoidan@hotmail.com.

² Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial. Possui MBA em Gestão da Manutenção. Docente do Centro Universitário SENAI CIMATEC. E-mail: marinilda.lima@fiob.org.br

Xenos (2014) as atividades de manutenção resultam em ações do dia a dia para prevenir ou corrigir falhas nos equipamentos. Segundo Piazza (2000) a falha significa o fim da habilidade do sistema desenvolver sua função requerida.

Dependendo de uma instalação, a falha pode gerar consequências significativas como segurança do pessoal, qualidade do meio ambiente, da operação ou economia do processo, até afetar a sociedade. (SIQUEIRA, 2005 p. 17).

Assim, este artigo tem por objetivo analisar e propor ações para eliminar a falha que mais se repete na instalação do prédio da pintura, em uma empresa de manufatura automotiva, localizado na AV. Henry Ford, 2000 – Polo Petroquímico – Camaçari, Ba – no período de 01 de outubro de 2019 a dezembro de 2019, por técnico em automação.

Na metodologia do estudo, o programa *Factory Information Systems* (FIS) foi usado para levantamento de dados dos tipos de falhas mais frequentes e quantifica a mesma, com a ajuda da ferramenta de Análise de Pareto empregado para conflitar a causa com o número de paradas do equipamento, indicando a principal falha que deve ser tratada. Com a falha principal definida, partiu para o desenho da árvore de Falha, essa ferramenta auxiliou na interpretação, a realização do desenho criado de acordo com a classificação, mediante os defeitos verificados, saindo da falha principal até a causa básica apontando o efeito da falha e gerando método de manutenção aplicado na avaria.

De maneira geral a falha significa a interrupção ou alteração da capacidade de um item desempenhar sua função requerida (SIQUEIRA, 2005).

As atividades de manutenção servem para evitar a degradação dos equipamentos ou instalações, causada pelo uso ou desgaste natural. Essa deterioração vai desde aparência ruim, passando pela perda de desempenho e paradas de produção, podendo acontecer perda de qualidade e poluição ambiental. Xenos (2014).

2. DESENVOLVIMENTO

O processo inicia com a chegada da carroceria pronta vinda do prédio anterior (*Body Shop*), onde é feito a montagem da lataria, a carroceria é construída através

de soldas feitas por robôs em chapas estampadas, mas entre uma chapa e outra existem espaços a serem preenchidos para impedir a penetração de água.

A vedação é feita no prédio da pintura (*Paint Shop*) onde robôs aplicam selante entre soldas e assoalho, soleiras e spray de proteção de assoalho, em um método conhecido como calafetação, a Figura 1, mostra o robô aplicando o selante nas frestas da carroceria.

Figura 1 – Aplicação de selante na fresta da carroceria



Fonte: Adaptado pelo autor (2019).

2.1.1 Factory Information Systems - FIS

Para a realização do trabalho foi essencial a obtenção dos dados a partir do FIS (*Factory Information Systems*), onde o registro do histórico de falhas dos equipamentos é armazenado para melhor análise.

FIS é um sistema de monitoramento de produção em nível de planta baseado na Web. Os dados são extraídos do chão de fábrica através CLP (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL) são disponibilizados a todos os usuários da fábrica.

O relatório, fornece uma lista dos principais incidentes que ocorrem nas instalações. A ocorrência e a duração da falha são exibidas na ordem do tempo. Estas informações destinam-se a fornecer dados de tempo de inatividade.

2.1.2 O Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma representação gráfica dos problemas do processo na ordem de classificação do mais frequente ao o menos frequente. Ele ilustra a frequência dos tipos de falha ou defeito. Teles (2016)

Usando a análise de Pareto, você pode decidir qual é o evento que necessita de prioridade para ser solucionado. (TELES 2020). Teles (2016), salienta que o “Diagrama de Pareto, também chamado de Análise de Pareto é uma metodologia usada para quantificar e conflitar as causas de um evento com o seu determinado efeito”.

O diagrama de Pareto é usado de forma simples, com o uso de planilha eletrônica é gerado um do gráfico, a partir de uma lista de problemas e suas causas e a frequência que elas aparecem, colocadas de forma decrescente, calcula-se a porcentagem com que os problemas ocorrem dividindo o número total de causa e multiplicando o resultado por 100, para finalizar a organização, é criado um gráfico a partir dessas informações, com barras verticais as causas do problema no eixo “x” e frequência no eixo “y”. (Doyle 2017)

Kardec e Nascif (2009, p. 134) afirmam que “A análise de falha ocorrida segue a Lei de Pareto, 20% ou menos dos eventos de falha representa 80% das perdas ou custos”.

2.1.3 Árvore de Falhas

Segundo Cyrino (2017), a árvore de falhas é um método muito utilizado para investigar acidentes e incidentes. Descrevem uma sequência de eventos que levam à falha do sistema, parte do caso indesejado pré-definido, em busca de possíveis causas da falha, esses eventos indesejados podem ter causas subsequentes e define progressões do evento iniciador. Um diagrama é construído mostrando as

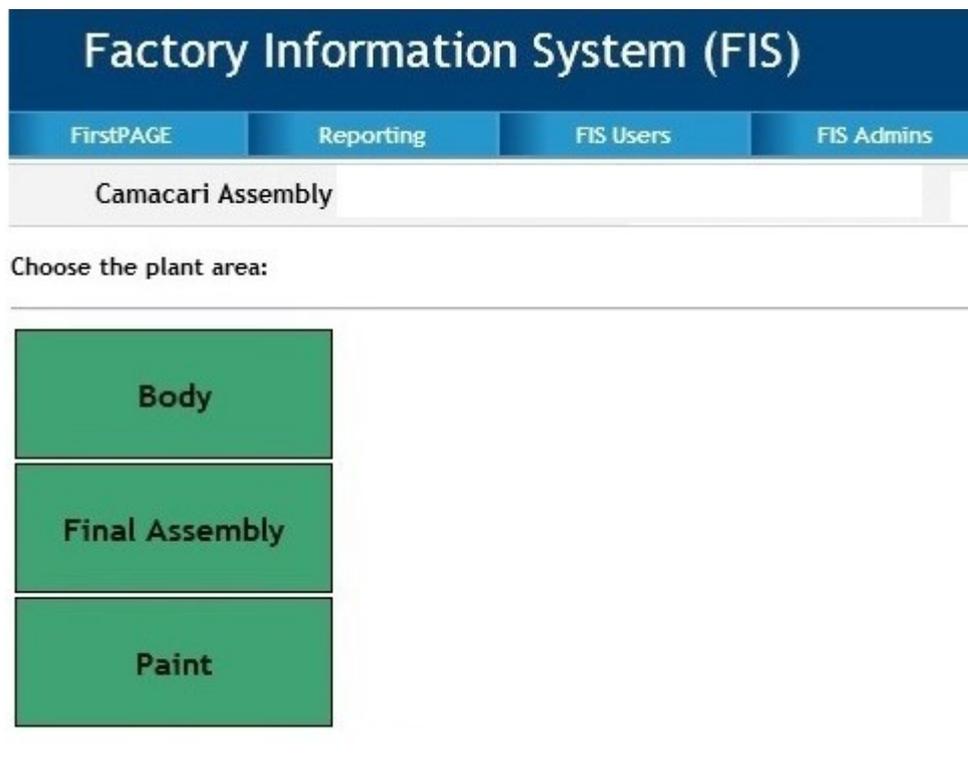
relações dos eventos até o incidente mais básico, no topo da árvore está o evento indesejado, os eventos médios são os intermediários e na parte inferior do diagrama são os eventos básicos ou causas primárias.

De modo geral, a árvore de falha oferece uma imagem bem estruturada, altamente visual e abrangente de seu sistema. Ela ajuda os usuários ou desenvolvedores a compreender rapidamente os resultados com base nas relações lógicas, a fim de identificar os inconvenientes e erros no processo ou do projeto. Sophia (2021)

3 ESTUDO DE CASO

Com a proposta de efetuar o levantamento das informações mais importantes a respeito das falhas, que vão servir de base para decisões gerenciais, foi efetuada a coleta de dados no FIS. A proposta visa também sugerir ações de contingência e de bloqueio do evento, expondo uma solução, garantindo a funcionalidade na linha de produção. A Figura 2 a seguir ilustra a tela principal do sistema onde é feito a coleta dos dados do campo.

Figura 2-Tela principal FIS

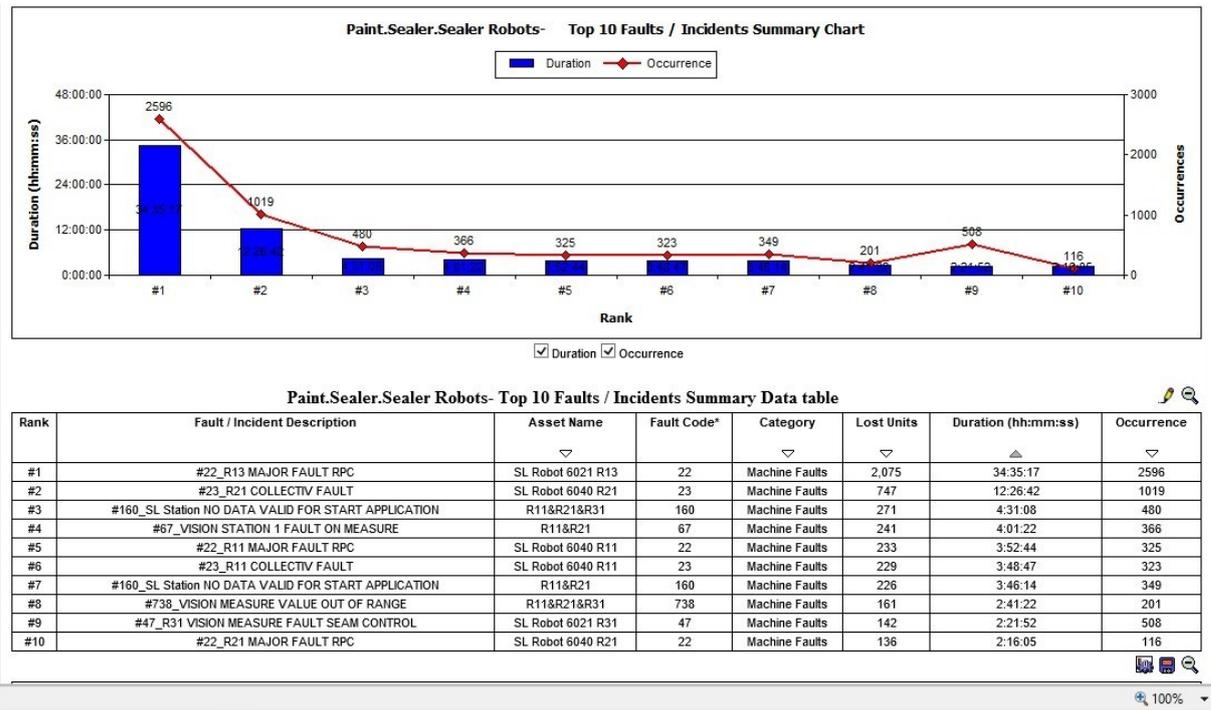


Fonte: Adaptado pelo autor (2019)

Conforme observa-se na Figura 2 acima é possível selecionar a opção *Paint*, e ter acesso ao relatório de falhas do prédio da pintura. O relatório do FIS apresenta as principais falhas e fornece uma classificação por duração e número de ocorrências. A classificação do defeito, é usado para melhor alocação de recursos e resolver os problemas associados.

Já na Figura 3 pode-se observar o gráfico com o resumo das dez falhas que mais impactam na linha produtiva.

Figura 3-Resumo de Falhas

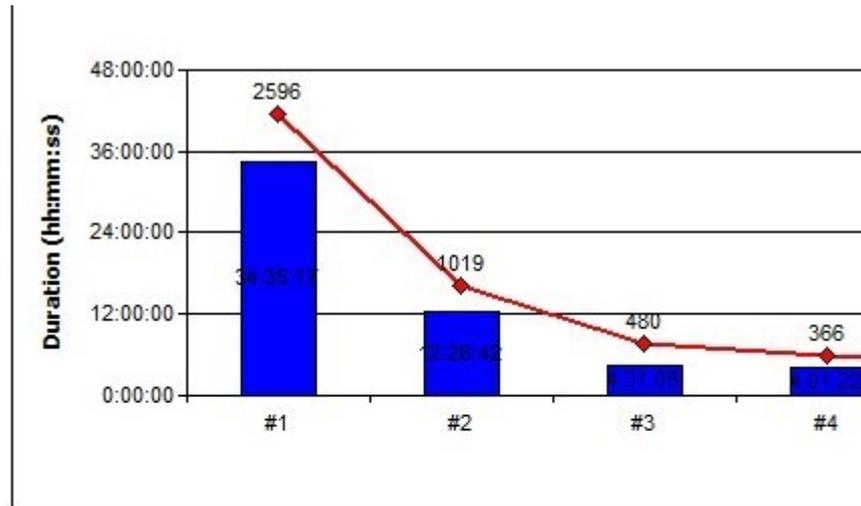


Fonte: Tela FIS Resumo de Falhas. Elaborado pelo autor (2019)

Conforme observa-se no recorte da Figura 3 abaixo, é possível ver o gráfico em azul indicando o número de parada em horas, já o gráfico em vermelho indica o número de ocorrências.

A partir do relatório gerado, foram obtidas as taxas de falha de acordo com os equipamentos da planta. A avaria *Top 1 R13 Major Fault Paint Sealer Robots* gerado pelo relatório do FIS, indica que é a falha que mais ocorreu e com o somatório de tempo de duração mais longo.

Figura 3- Recorte Resumo de Falhas



Paint.Sealer.Sealer Robots

Rank	Fault / Incident Description
#1	#22_R13 MAJOR FAULT RPC
#2	#23_R21 COLLECTIV FAULT
#3	#160_SL Station NO DATA VALID FOR START APPLICATION
#4	#67_VISION STATION 1 FAULT ON MEASURE

Fonte: Recorte tela FIS Resumo de Falhas. Elaborado pelo autor (2019)

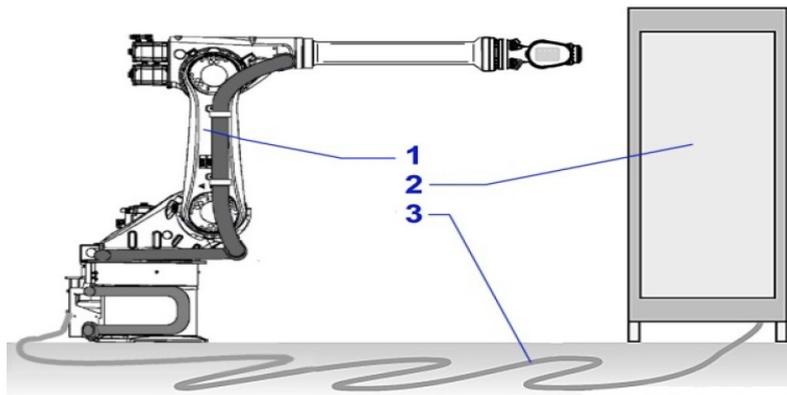
Conforme pode ser observado verifica-se que o tempo total de ocorrências foi de 34:35:17h em R13 Major Fault Paint Sealer Robots, falha grave no robô selador e que é a causa de falha que merece prioridade na resolução com 2596 ocorrências de falhas, ou seja, o defeito referente ao robô de aplicação de calafetação n°13 é o que mais impacta, sendo considerado o gargalo da produção. A célula a ser analisada possui 6 robôs alinhados e são identificados conforme o sentido da linha de produção, ao lado esquerdo estão os R11, R12 e R13 já ao lado direito estão os R21, R22 e R23

Uma vez identificada que a principal falha se localiza no R13, o estudo vai analisar o robô industrial.

3.1 O ROBÔ INDUSTRIAL

O robô industrial é composto pela mecânica robô, armário de comando e pelas linhas/cabos de ligação, como mostra a Figura 5, a seguir.

Figura 5-Sistema do Robô



Fonte: Principais partes do robô. Adaptado pelo autor (2019)

- 1 Mecânica do robô
- 2 Armário de comando
- 3 Linhas / cabos de ligação

A Figura 5 acima ilustra de forma simples as principais partes do robô. O robô industrial do estudo de caso é usado para aplicações de selagem de soldas e assoalho, pintura de soleiras e spray de proteção de assoalho, como mostra a Figura 6 abaixo.

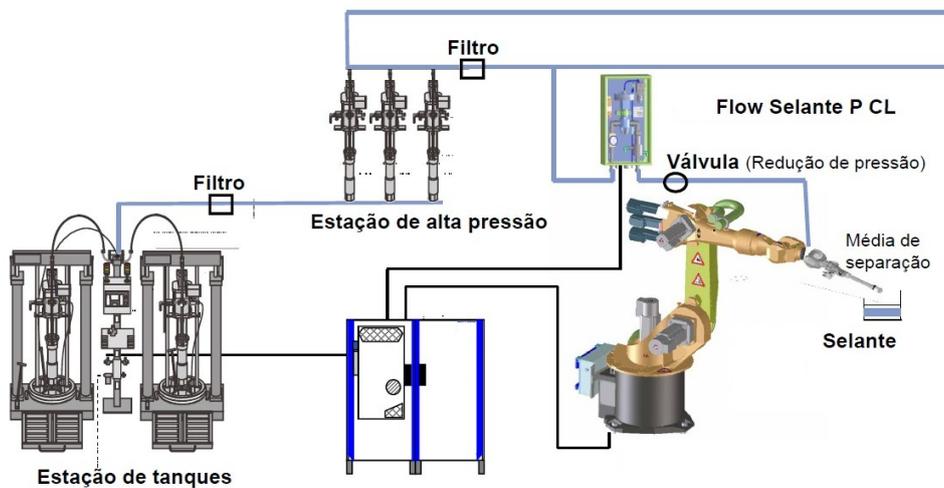
Figura 6 – Utilização do robô para aplicação da selagem



Fonte: Utilização do robô na aplicação de selagem. Adaptado pelo autor (2019)

Já a Figura 7 abaixo mostra o Sistema de Controle de Massa do robô.

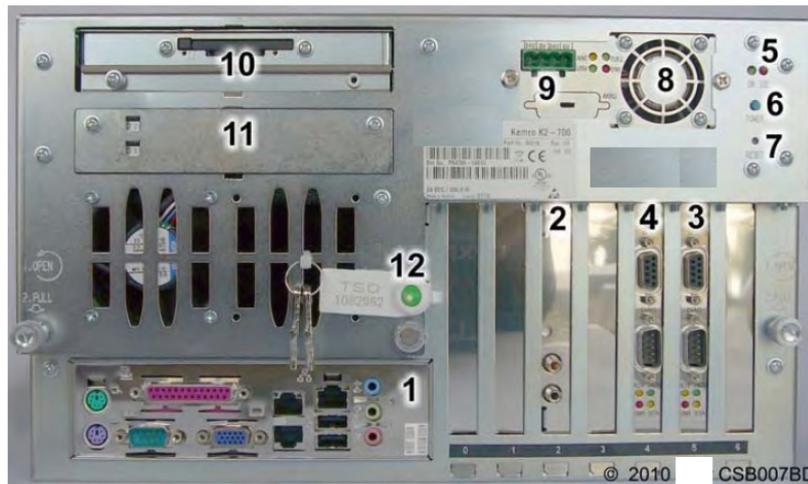
Figura 7 – Sistema de Massa



Fonte: Adaptado pelo autor (2019)

Como pode ser observado na Figura 7 acima existe a estação de tanques para armazenamento de massa selante, o sistema de alta pressão com as bombas e o sistema de filtragem, além do controlador, utilizado pelo fabricante para o conjunto do robô de selagem, o controlador comanda tanto o robô, quanto o processo. A Figura 8 a seguir ilustra a vista frontal do controlador.

Figura 8 – Vista Frontal do Controlador

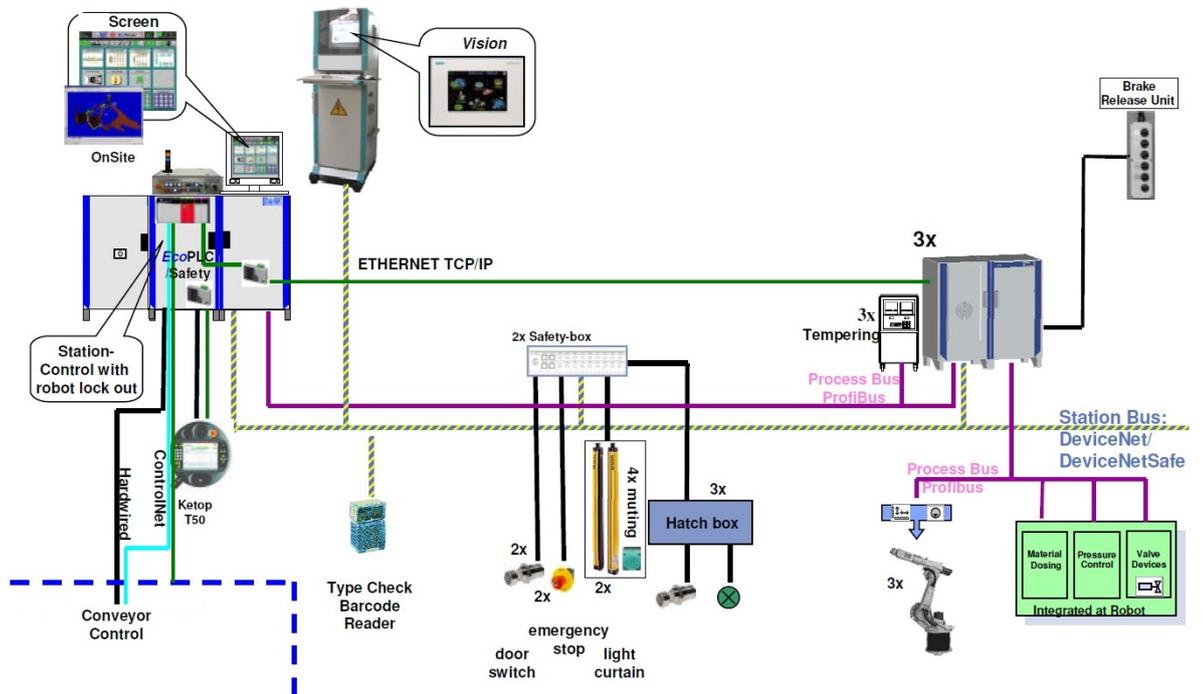


Fonte: Vista Frontal do Controlador. Adaptado pelo autor (2019)

1. Campo de conexão.
2. (Slot 2) Interface SERCOS.
3. (Slot 5) Master Profibus DP.
4. (Slot 4) Slave Profibus DP.
5. Indicação de funcionamento.
6. Botão Power.
7. Botão Reset.
8. Fonte de alimentação 24v
9. Alimentação da tensão 24v
10. Leitor de cartão de memória flash
11. Sistema de discos amovíveis
12. Selo

O controlador é comandado pelo CLP da estação, através da ligação da placa PROFIBUS, e transmite o *feedback* do estado para o CLP. A Figura 9 a seguir, mostra a vista geral do sistema.

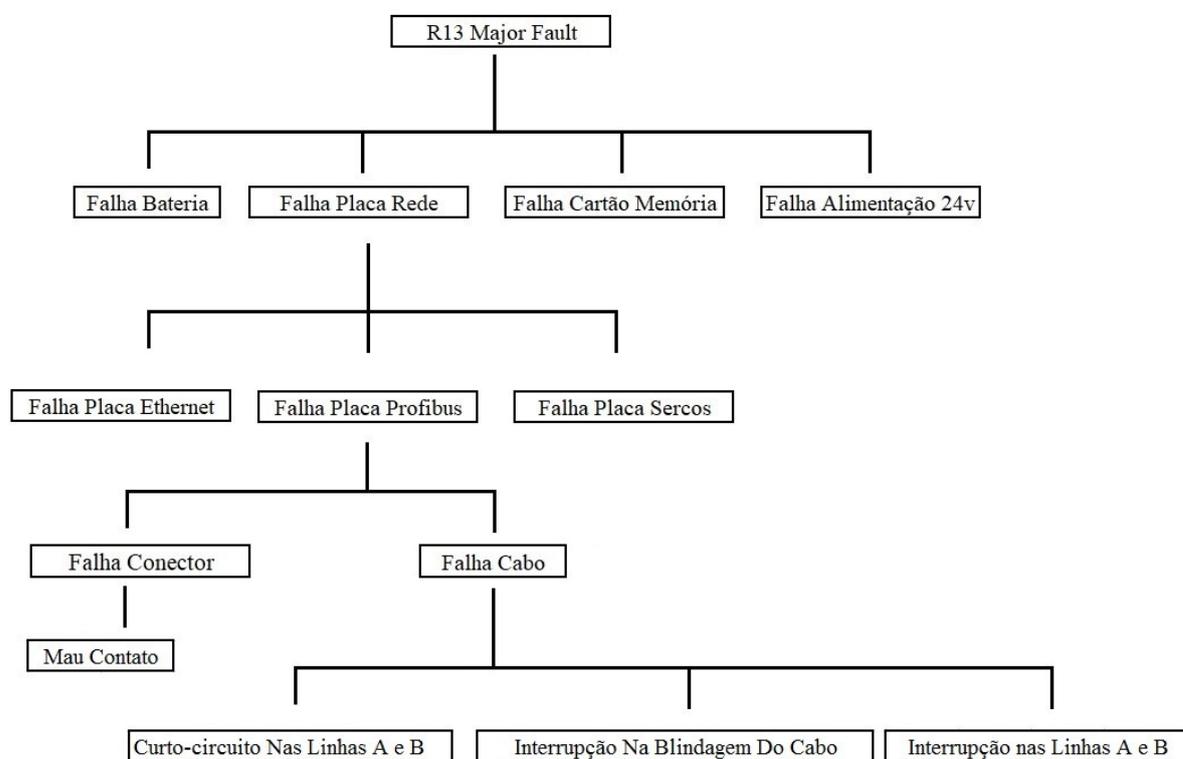
Figura 9 – Vista geral do sistema



Fonte: Vista geral do sistema. Adaptado pelo autor (2019).

Uma vez efetuado o levantamento destas informações, foi desenhada a árvore de falhas, como pode ver visualizado na Figura 10, a seguir.

Figura 10 – Árvore de Falha do Sistema Estudado



Fonte: Árvore de Falha do Sistema. Adaptado pelo autor (2019).

Como pode ser observado na Figura 10 acima, os defeitos a partir do caso indesejado, definido com R13 Major Fault, foram organizados em níveis: Falha de bateria, falha de placa de rede, falha de cartão de memória e falha de alimentação 24v. A categoria falha de placa de rede, foi subdividida em: falha de placa ethernet, falha de placa profibus e falha de placa sercos. A falha de placa profibus foi fragmentada em defeitos menores como falha de cabo e falha de conector, seguindo com a busca do defeito, a falha de cabo foi dividida em falhas que são responsáveis diretos para o acontecimento do evento.

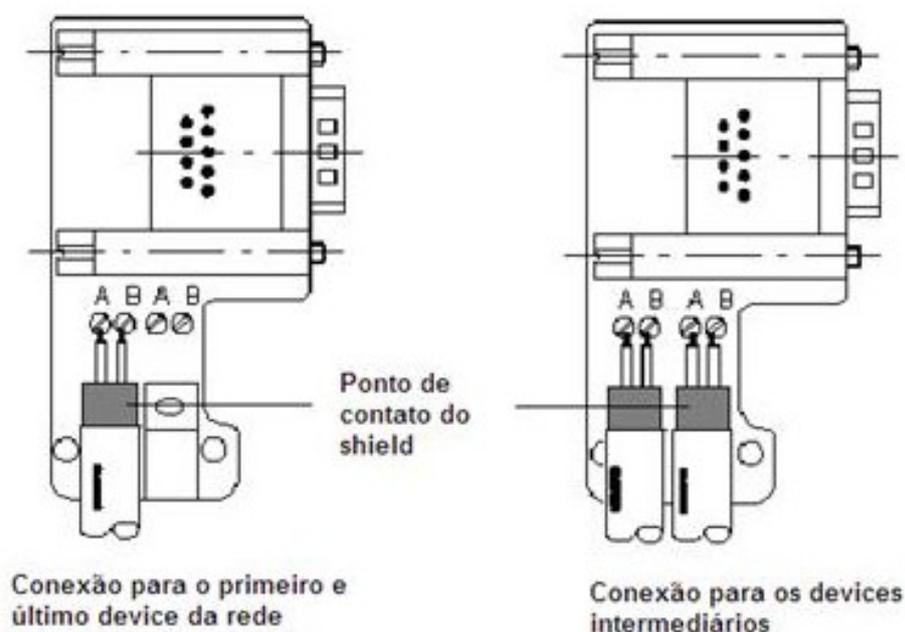
Com base no diagrama dos eventos diretos, foram denominados os eventos básicos, através de consultas em manuais do fabricante que sugere as causas e efeitos, chegou à conclusão que a interrupção na blindagem do cabo resultou na causa raiz do defeito do sistema.

A rede industrial Profibus que é uma rede de comunicação de campo usada na topologia de um barramento muito empregado no setor industrial, seu sistema é aplicado para a comunicação, entre mestre e participantes passivos também chamados de escravos, a troca de dados é feita em alta velocidade, e um dos meios de transmissão é feito através de cabo com 2 fios (blindado). Cassiolato (2009)

Cassiolato (2009), avalia que é muito comum se ter problemas intermitentes de comunicação devido a EMC (Emissão Eletromagnética), e normalmente não são fáceis de se detectar. Aterramento e blindagem são requisitos mandatórios para garantir a integridade dos dados de uma planta.

Para Cassiolato (2009) “a blindagem adequada pode minimizar os efeitos de ruídos, o aterramento do *shield* deve ser feito em cada estação através do conector 9-pin sub D, onde a carcaça do conector dá contato com o *shield* neste ponto e ao conectar na estação aterrada. A Figura 11 a seguir detalhes do conector e o ponto de contato do shield.

Figura 11 - Detalhe do conector típico 9 pin sun D



Fonte: Cassiolato (2009)

A Figura 11 acima mostra como é feito a ligação dos conectores com o meio físico usando 2 fios e o ponto de contato de aterramento conhecido como *shied*.

Esse aterramento serve como blindagem e impede que ocorra interferências, onde campos eletromagnéticos gerados no ambiente por outros equipamentos usados na indústria como motores e transformadores.

Existem algumas circunstâncias que podem gerar falha, a condição encontrada foi a blindagem do cabo que estava desconectado da parte metálica do conector que facilitou a distorção de sinais e aumentando a fragilidade gerando ruídos e consecutivamente, a falha de comunicação, comprometendo a operação efetiva do equipamento e funcionamento do sistema.

Para sanar a ocorrência foi efetuado a ação corretiva de reconectar o cabo shield no conector da rede Profibus. Como plano de ação, para evitar a recorrência da falha, foi sugerido a divulgação dos dados do estudo para mostrar as lições apreendidas com o trabalho realizado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas usadas neste trabalho ajudaram a aprofundar no conhecimento da falha que mais impacta na produção, permitindo identificar o ponto crítico e corrigir a falha, a fim de evitar que ela se torne recorrente. Dentre os dados avaliados, percebeu-se que problemas apontava para o R13 Major Fault falha grave R13 Paint Sealer Robots e o defeito identificado. O levantamento dos defeitos a partir do programa FIS foi decisivo para efetuar o histórico da falha que mais impactava, já a análise de Pareto foi essencial na análise da causa que merece prioridade na resolução, e por meio da metodologia da Árvore de Falha encontrou-se a ocorrência do evento, desde o topo até o evento básico. Sendo assim, por meio dos resultados verificados, a falha apontava para um problema que ocorreu devido ao cabo *shield* desconectado do conector da rede Profibus, causando instabilidade e conseqüentemente, as paradas e perdas de produção.

REFERÊNCIAS

KARDEK, A; NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 3ªEd. Rio de Janeiro: Qualimark, 2009.

XENOS, Harilaus. **Gerenciamento a Manutenção Produtiva**. 2ªEd. Nova Lima: Falconi,2014.

SIQUEIRA, Iony. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. 1ªEd. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

TELES, Jhonata. **Diagrama de Pareto na Manutenção**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/diagrama-de-pareto-na-manutencao>>. Acesso em: 15 Fev. 2020.

CYRINO, Luis. **FTA (Fault Tree Analysis)**. Disponível em: <<https://www.manutencaoemfoco.com.br>> . Acesso em: 21 Fev. 2020.

CASSIOLATO, César. **O meio Físico RS485 e detalhes de instalação Profibus-DP**. Disponível em: <<https://www.profibus.org.br/news/>>. Acesso em: 25 Fev. 2020.

DOYLE, Daniela. **Metodologia Análise de Pareto**. Disponível em: <<https://www.siteware.com.br/>>. Acesso em 1Q/09/2021

SOPHIA, Ana. **O que é uma Análise de Árvore de Falhas** Disponível em:<<https://www.edrawsoft.com/>>. Acesso em 12/09/2021.