

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE GESTÃO E ECONOMIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

RICARDO DEMARCHI

**POLÍTICAS ORGANIZACIONAIS DE REDUÇÃO DE CUSTO DE
MANUTENÇÃO: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
SUPRESSORES DE SURTO PARA MITIGAÇÃO DE QUEIMAS E FALHAS
DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS EM UMA EMPRESA DE MOTORES
ELÉTRICOS.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

RICARDO DEMARCHI

**POLÍTICAS ORGANIZACIONAIS DE REDUÇÃO DE CUSTO DE
MANUTENÇÃO: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE
SUPRESSORES DE SURTO PARA MITIGAÇÃO DE QUEIMAS E FALHAS DE
EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS EM UMA EMPRESA DE MOTORES
ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Especialização apresentado como
requisito parcial para a obtenção do
título de Especialista em Engenharia
da Produção.

Orientadora: Dr^a Giovanna Pezarico

CURITIBA

2020

TERMO DE APROVAÇÃO

POLÍTICAS ORGANIZACIONAIS DE REDUÇÃO DE CUSTO DE MANUTENÇÃO: ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SUPRESSORES DE SURTO PARA MITIGAÇÃO DE QUEIMAS E FALHAS DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS EM UMA EMPRESA DE MOTORES ELÉTRICOS

Esta monografia foi apresentada no dia 30 de setembro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Ricardo Demarchi entregou o trabalho para a Banca Examinadora. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dr^a Giovanna Pezarico
Orientadora

Msc. Sérgio Zagonel
Banca

Msc. Egon Bianchini Calderari
Banca

Dra. Luciana Vieira de Lima
Banca

Visto da coordenação:

Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, minha família, em especial minha esposa que sempre me deu apoio nos meus sonhos e decisões, pois acredito que sem o apoio dela seria muito difícil vencer esse desafio.

A minha orientadora Professora. Dr^a Giovanna Pezarico pelos sábios ensinamentos para a conclusão do trabalho.

A empresa estudada que disponibilizou os dados e me apoiou na pesquisa.

Aos meus colegas de sala com quem passei momentos únicos durante o curso.

Aos professores do curso de especialização em Engenharia de Produção da UTFPR – Campus Curitiba.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste estudo.

RESUMO

DEMARCHI, Ricardo. **Políticas organizacionais de redução de custo de manutenção: Análise da viabilidade de implantação de supressores de surto para mitigação de queimas e falhas de equipamentos eletrônicos em uma empresa de motores elétricos.** 2020. 69 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

O objetivo deste estudo é analisar a viabilidade de implantação de supressores de surto para mitigar queimas e falhas de equipamentos eletrônicos de uma empresa fabricante de motores elétricos. A Abordagem de pesquisa foi quali-quantitativa, a partir de pesquisa de campo fundamentada no estudo de caso. A partir de uma amostra de mais de 5.000 equipamentos e análise realizada dos dados, os critérios para seleção dos 70 equipamentos foram custos de manutenção com valores acima de R\$ 10.000,00 piores MTBF - tempo médio entre falhas, nos últimos 12 meses. Temos como foco principal analisar a viabilidade de implantação como resultante espera-se melhorar também a disponibilidade dos equipamentos em 5%. Os resultados obtidos com utilização dos supressores de surtos nos equipamentos apresentaram reduções nos custos com matérias de manutenção em 60% e reduções de horas máquinas paradas em 50%, proporcionando ganho real em 2019 de 250 mil reais. Diante dos resultados obtidos mostrou-se viável a implantação de supressores de surto não só nos 70 equipamentos como em equipamentos novos com significativa eletrônica embarcada ou de criticidade alta para o processo, já devem vir com os supressores de surtos, mitigando os custos com problemas como queimas e falhas eletrônicas.

Palavras-chave: Supressores de Surto.

ABSTRACT

DEMARCHI, Ricardo. **Organizational policies for reducing maintenance costs: Analysis of the feasibility of implementing surge suppressors to mitigate burns and failures of electronic equipment in an electric motor company.** 2020. 69 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

The main objective of this study is to analyze the feasibility of implementing surge suppressors to mitigate burns and failures of electronic equipment of an electric motor manufacturer. The research approach was quali-quantitative, based on field research based on the case study. Based on a sample of more than 5,000 pieces of equipment and an analysis of the data, the criteria for selecting the 70 pieces of equipment were maintenance costs with values above R \$ 10,000.00, the worst MTBF - average time between failures, in the last 12 months. Our main focus is to analyze the feasibility of implementation as a result, it is also expected to improve equipment availability by 5%. The results obtained with the use of surge suppressors in the equipment showed a 60% reduction in maintenance material costs and a 50% reduction in machine downtime, providing a real gain in 2019 of 250 thousand reais. In view of the results obtained, it was shown that the implantation of surge suppressors was feasible, not only in the 70 equipments, but also in new equipments with significant embedded electronics or of high criticality for the process, they should already come with the surge suppressors, mitigating the costs with problems such as burns and electronic failures.

Keywords: Surge Suppressors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organograma dos tipos de manutenção	17
Figura 2: Exemplos de Atividades Básicas Manutenção Autônoma	19
Figura 3: Esquemático MTBF – Tempo Médio Entre Falhas	21
Figura 4: Esquemático MTTR – Tempo de Reparo	22
Figura 5: Esquemático de Disponibilidade e Confiabilidade	24
Figura 6: Expectativa de desempenho onde se encontra a melhor confiabilidade	25
Figura 7: Causa de surtos possíveis de forma externa	30
Figura 8: Senóide com os picos de surtos na rede	31
Figura 9: Exemplos de placas queimadas por surtos	32
Figura 10: Exemplo de Zero Crossing, correto	32
Figura 11: Exemplo de Zero Crossing, correto	33
Figura 12: Exemplo de Zero Crossing, gerando pulso falso	33
Figura 13: Modelo de instalação dos supressores	43
Figura 14: Modelo de instalação dos supressores em Torno Okuma MA-400	43
Figura 15: Modelo de instalação dos supressores em Okuma MA-400	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico com modelo ideal no custo de Manutenção em Ativos	28
Gráfico 2: Gráfico de Quantidade de Ordens x Problemas	37
Gráfico 3: Gráfico de Quantidade de Ordens x Componentes	38
Gráfico 4: Gráfico de Quantidade de Ordens x Problemas	39
Gráfico 5: Custos com Manutenção elétrica nos equipamentos com supressor instalado	45
Gráfico 6: Custos com material elétrico das 70 máquinas desde o início da instalação	47
Gráfico 7: Linha de tendência de redução de custo com material ao longo de 2018 a 2020	50
Gráfico 8: Horas de Máquina Parada com Manutenção elétrica nos equipamentos	51
Gráfico 9: Horas de Máquina Parada, abaixo mostra o comportamento das 70 máquinas desde a instalação em 2019 até julho 2020	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de Disponibilidade	23
Tabela 2: Custo de manutenção em relação ao faturamento bruto	27
Tabela 3: Dados Equipamentos selecionados para o projeto	40
Tabela 4: Dados Equipamentos selecionados para o projeto	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Lista de Máquinas do Projeto Piloto em seis máquinas	36
Quadro 2: Ordens de manutenção de origem elétrica que podem ser relacionados a picos de tensão	42
Quadro 3: Máquinas com desvios no mês de julho 2019	46
Quadro 4: Máquinas com desvios no mês de fevereiro 2019	48
Quadro 5: Equipamentos, perdas, investimentos e ganhos nos 70 equipamentos	50
Quadro 6: Máquinas com maior HMP de outubro 2019	52
Quadro 7: Máquinas com maior HMP de novembro 2019	52
Quadro 8: HMP Diário de uma das manutenções da companhia	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1. ESTRUTURA GERAL DO TRABALHO	15
1.2. OBJETIVO GERAL	15
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 MODALIDADES DE MANUTENÇÃO	16
2.1.1 Manutenção Corretiva	16
2.1.2 Manutenção Preventiva	17
2.1.3 Manutenção Preditiva	18
2.1.4 Manutenção Detectiva	18
2.1.5 Manutenção Autônoma	19
2.1.6 Engenharia de Manutenção	20
2.2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO	20
2.2.1 MTBF - Mean Time Between Failures	21
2.2.2 MTTR - Mean Time To Repair	22
2.2.3 Disponibilidade do Equipamento	23
2.2.4 Confiabilidade	24
2.2.5 Backlog;	25
2.2.6 Custo de Manutenção	26
2.3 SUPRESSORES DE SURTOS	29
2.3.1. Por que proteção contra surtos de tensão?	29
2.3.2. Transitórios impulsivos	30
2.3.3. Transitórios oscilatórios	31
2.3.4 Perda de programação e conflito de dados (false zero crossing)	32
2.3.5. Quais são os custos por surtos e transientes de tensão?	33
3 METODOLOGIA	35
3.1 ANÁLISE DO HISTÓRICO DE QUEIMAS E FALHAS ELETRÔNICAS	37
3.2 ANÁLISE E SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	39
3.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO COM QUEIMAS E FALHAS ELETRÔNICAS.	41
3.4 CRONOGRAMA DE INSTALAÇÃO DOS SETENTA EQUIPAMENTOS SELECIONADOS	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1 DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES	57
58	

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Dantas (2019), atualmente com as constantes mudanças no cenário industrial mundial, e com o intuito de manter as empresas vivas e competitivas, todas as áreas das empresas precisam se adaptar às novas tecnologias, tendências, melhorias de processos, em uma velocidade cada vez maior. Ainda para Dantas (2019), além de constantes mudanças, as empresas estão mapeando seus desperdícios produtivos, com o objetivo de ampliar seus resultados organizacionais e reduzir custos. No contexto de uma organização do setor metalmeccânico, um custo significativo e que adentra os horizontes em termos de redução de desperdícios diz respeito a manutenção de equipamentos e seus custos.

Para Dantas (2019) durante a implantação do *WCM – WORLD CLASS MANUFACTURING* dentro das empresas a manutenção passou a se envolver em etapas do processo que anteriormente não se envolvia, constituindo-se como um pilar importante de otimização de custos operacionais, seja na redução de quebra de máquinas, como na participação de otimizações de processos mudando sistemas, tempos e ciclos de máquinas. Trata-se assim, de estrategicamente, ampliar a capacidade produtiva por meio da otimização da capacidade instalada, mas também de reduzir ou minimizar tempos ociosos, perdas decorrentes de deficiência da maquinaria e custos de manutenção, numa perspectiva de duplo benefício.

Diante dos fatos supracitados o setor de manutenção de equipamentos ou ativos, ganha relevância estratégica e financeira, pois é a ferramenta que as companhias passam a adotar com mais rigor para garantir o pleno funcionamento da companhia. Assim o presente estudo está ligado à área de Engenharia de Produção e tem como temática o estudo de viabilidade de implantação de supressores de surto para mitigar queimas e falhas de equipamentos eletrônicos de uma empresa de motores elétricos situada no Brasil.

De modo mais específico, o cenário de pesquisa está relacionado a algumas dinâmicas de pesquisas verificadas no contexto da gestão de manutenção na companhia. Dessa forma foram identificados os problemas de queimas de drives e falhas aleatórias em dois equipamentos novos recebidos no ano de 2016. Abordagem de pesquisa foi qualitativa, a partir de pesquisa de campo fundamentada no estudo de caso. Com amostras de mais 5.000 equipamentos e análise realizada dos dados, os critérios para seleção dos 70 equipamentos foram custos de manutenção com valores acima de R\$ 10.000,00 piores MTBF - tempo médio entre falhas, nos últimos 12 meses. Em um primeiro momento se

acreditou que poderia ser falha de fabricação por se tratar de equipamentos novos ou umidade no painel e então foram instalados ares-condicionados no local de permanência dos referidos equipamentos. Porém após alguns meses os problemas continuaram. No período também foi recebida a troca dos drives em garantia da empresa fabricante do equipamento. Foram investigadas todas as possíveis falhas de equipamentos, fugas elétricas, mau funcionamento dos motores, porém, nada foi identificado. Importante destacar que esses dois equipamentos em questão são máquinas na qual possuem uma eletrônica altamente complexa instalada. Estes tornos multitarefas possuem seis eixos, e dois *Spindle* e, são equipados com drives que controlam quatro eixos em um mesmo equipamento, muitas vezes simultaneamente.

Percebeu-se que o problema acontecia sempre com os drives de eixos das duas máquinas, não existindo respostas exatas sobre a causa raiz das queimas por parte da empresa fabricante, e como havia iniciado a avaliação da utilização de supressores em equipamentos com maiores custos de manutenção ou com frequência de falhas elevadas, foram instalados supressores de surto nesses dois equipamentos.

Os dois tornos em questão fizeram parte do piloto inicial de seis máquinas, e representam o início do presente projeto. Diante dos resultados promissores das seis máquinas em análise e acompanhamento dos indicadores de frequência de falhas, bem como, custo de manutenção, e horas de máquina parada, foi decidido pela expansão do trabalho em mais equipamentos.

Assim, o estudo foi aplicado a partir da seleção das setenta piores máquinas com base no do histórico de frequência de falhas, custos de manutenção e quantidade de horas de parada dos equipamentos. A justificativa por esses equipamentos e suas quantidades e suas quantidades residem no fato de que no departamento de manutenção em análise, há sete seções de manutenção específicas. Logo, optou-se pela análise, das dez piores máquinas de cada área, totalizando setenta máquinas.

De acordo com Teles (2019) dos anos 2000 em diante.

A manutenção foi marcada principalmente pela elevação da manutenibilidade dos ativos por parte dos fabricantes, pelos seus níveis de autonomia e pela utilização de estratégias de se realizar “mais com menos” na busca por índices de Manutenção de Classe Mundial. (TELES, 2019, p04),

Conforme observações realizadas por Kardec e Nascif (2009), a manutenção passa a assumir a atribuição de dar suporte e gerenciar as soluções dos problemas apresentados na

produção, a partir de um caráter que associa a estratégia ao operacional na medida em que a gestão de ativos, a sofisticação e custos de maquinaria se elevaram consideravelmente.

Em abordagem e observações feitas por Teles (2019), o espaço da produção, já amplamente dissecado em termos de análise de processos e melhoria constante se tornou mais complexo em termos de análises e buscas de aprimoramento permanente. Isso significou alterar políticas organizacionais em termos de produção, mas também de manutenção, incorporando desde metodologias complexas e de alto investimento, até pensar em aspectos mais visibilizados e de baixo custo/investimento, que, no entanto, podem se mostrar efetivas em relação aos objetivos pretendidos pela organização

Um desses aspectos diz respeito às queimas e falhas em equipamentos eletrônicos, o problema muitas vezes ocorre sem motivo aparente, e quando aberto o equipamento que queimou, se identifica a queima da parte da eletrônica de potência dos drives. Normalmente a parte de potência é o conjunto mais caro dos equipamentos e, o que mais impacta em uma queima ou falha de um drive é seu alto custo de reparo ou reposição quando não é mais possível o conserto. Além disso o impacto com máquina parada geralmente fica em torno de 3 a 4 dias úteis, quando se tem assistência do equipamento no Brasil. Os prejuízos financeiros nesses casos podem chegar a milhares de reais. Pensando nos impactos financeiro e transtorno a produção iniciou-se a ida ao mercado para pesquisar soluções que poderiam ajudar a mitigar o índice de falhas ou queimas eletrônicas sem motivos definidos. Fica fácil resolver um problema de queima quando percebe-se umidade, sujeira, aquecimento, e outras causas que são visíveis, mas não quando se trata de causa aleatórias e não relacionadas a fenômenos físicos, como na esfera da qualidade de energia, ruídos, picos de tensão e surtos, provenientes de outras máquinas, e é isso que os supressores de surto basicamente se dispõem a fazer: eliminar todas essas possibilidades de por algum motivo, os equipamentos instalados com os supressores levarem, cargas elevadas de tensão vindo a queimar ou por algum motivo resetar contadores ou alterar sincronização de disparos de IGBT que são semicondutores de potência com capacidade de chavear altas correntes dentro dos drives.

Com base na problemática e com a possibilidade que foi encontrada de se testar os supressores de surto, foi realizado o piloto como já descrito anteriormente para comprovar sua efetividade, para então se pensar em viabilidade. Segundo estudo de Raitz (2016), esse tipo de equipamento, possui uma teoria perfeita de mitigação de risco de queimas de drive, porém se pretendia ver os resultados acontecerem na prática de forma a responder alguns

questionamentos: será que é eficiente para todos os tipos de máquina? A qual equipamentos se adaptaria melhor e traria o melhor resultado?

Assim, se constituiu o cenário de investigação que orienta o presente estudo de viabilidade.

1.1. ESTRUTURA GERAL DO TRABALHO

Este trabalho contemplará a seguinte estrutura geral além desta introdução: Um capítulo sobre referencial teórico, onde serão apontados elementos essenciais para a redação da revisão da literatura; posteriormente, serão apresentadas instruções acerca dos procedimentos metodológicos; na sequência, serão destacadas informações pertinentes a apresentação e análise dos dados e, por fim, são apresentadas as considerações finais e conclusões.

1.2. OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade de implantação de supressores de surto como ação organizacional de redução de custos de manutenção decorrentes de queimas e falhas de máquinas e equipamentos eletrônicos ocorridos em uma indústria localizada na Região Sul do país, no período de 2018 a 2019.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento do histórico de queimas e falhas eletrônicas dos equipamentos da companhia;
- Realizar o diagnóstico dos custos de manutenção dos equipamentos, visando determinar qual seriam os 70 equipamentos que apresentam a maior taxa de queimas e falhas eletrônicas;
- Realizar estudo para redução dos custos de manutenção de queimas e falhas eletrônicas dos equipamentos, utilizando a aplicação de supressores de surtos.
- Demonstrar os resultados alcançado após a instalação de supressores de surto dos 70 equipamentos selecionados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão apresentados os principais aportes teóricos que no presente estudo versam sobre modalidade de manutenção, indicadores de manutenção e definição e aplicação de supressores de surtos.

2.1 MODALIDADES DE MANUTENÇÃO

Para Kardec e Nascif (2009) um breve entendimento de manutenção envolve decisões técnicas e administrativas, para garantir a disponibilidade dos equipamentos e processos a um custo otimizado, preservando o meio ambiente e com as premissas de segurança adequada para execução de cada atividade. Para o cumprimento de tais tarefas assertivamente se buscam ferramentas de apoio para tomada dessas decisões como: diagnósticos, planejamento, estimações, projeções etc.

2.1.1 Manutenção Corretiva

De acordo com Kardec e Nascif (2009), manutenção corretiva trata-se de intervir no equipamento sempre que o mesmo apresente um baixo desempenho ou falhe por completo parando as operações, neste tipo de manutenção é onde os custos de manutenção são mais altos, pois são quebras inesperadas e é preciso encontrar muitas vezes peças de forma urgente no mercado e dessa forma os custos se elevam com transportes e perda não programada de produção. Para Teles (2019), a manutenção corretiva sempre vai ocorrer após uma falha potência ou uma falha funcional - seguindo o raciocínio do autor, no caso da manutenção corretiva foi o equipamento quem decidiu sua parada e não a manutenção, se tornando mais cara, perigosa e gerando prejuízos muitas vezes incalculáveis para as empresas. Portanto, tendo em vista os argumentos dos autores, a manutenção corretiva não seria tão eficaz no que aborda esse projeto, uma vez que não se pode identificar e corrigir previamente os problemas, ou seja, atuando com a manutenção preventiva, conseguimos atuar antecipadamente em algumas falhas que o equipamento pode vir a apresentar.



Figura 1: Organograma dos tipos de manutenção
Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009).

2.1.2 Manutenção Preventiva

Estudiosos como Kardec e Nascif (2009), defendem que manutenção preventiva é a forma de intervir no equipamento para reduzir ou evitar falhas e desempenhos pífios antes dos intervalos de tempos pré-definidos com base nos históricos de falhas do equipamento. Já para Teles (2019), manutenção preventiva sempre vai acontecer com um planejamento baseado em gatilhos que podem ser, tempo, horas de funcionamento, produtividade ou ainda o uso de gatilhos mistos, porém fundamentalmente seu plano de manutenção estará sempre atrelado ao um valor pré determinado tempo, e não se preocupa tanto com a condição do equipamento ou as condições dos componentes em questão chegou o valor de “X” horas troca-se por segurança, essa tratativa em manter o equipamento sem falhas pelo período planejando, o seu custo já ser torna mais interessante que o custo da corretiva. Portanto, ao observar os argumentos dos autores, a manutenção preventiva também não teria eficácia garantida no que aborda esse projeto, pois não se pode identificar e corrigir previamente os problemas relacionados a falhas e queimas aleatórias de equipamentos eletrônicos, ou seja, atuando com a manutenção preditiva, é possível buscar alternativas de monitoramento para mitigar problemas que podem ser gerados por distúrbios na qualidade de energia.

2.1.3 Manutenção Preditiva

De acordo com Viana (2012) esse modelo de manutenção tem como objetivo monitorar o item em operação e baseado nas informações obter subsídios para o planejamento da intervenção. Segundo Viana (2012) o monitoramento do estado de funcionamento do item é feito de forma não intrusiva e com ele em operação esse modelo de intervenção é baseado na condição do item, e os equipamentos de monitoração geram a informação para que possam ser comparados com os limites máximos aceitáveis antes da falha, quando chega-se perto da falha é negociado uma parada programada a fim de trocar o item sem que prejudique a entrega dos produtos ou da planta.

Manutenção Preditiva para os autores Kardec e Nascif (2009) é uma manutenção baseada no desempenho de componentes que podem ser monitorados ao longo do tempo com equipamentos específicos como vibração, temperatura, e consumo de energia, ruídos esses parâmetros são monitorados de forma sistêmicas seja de forma manual ou de forma digital, com o advento da industrial 4.0.

Manutenção preditiva é um método que tem a finalidade de indicar as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. A proposta da manutenção preditiva é fazer o monitoramento regular das condições mecânicas, eletrônicas, pneumáticas, hidráulicas e elétricas dos equipamentos e instalações e, ainda, monitorar o rendimento operacional de máquinas, equipamentos e instalações quanto a seus processos. (TELES, 2019, p35),

Ainda segundo Viana (2012) essa modalidade de manutenção tem o objetivo de prever o tempo limite ou ideal de vida útil de um equipamento monitoram as condições dos mesmos, modalidade que vem sendo usada em maior escala nos últimos anos no Brasil e mundo especialmente com o crescimento da Industrial 4.0 e inteligência artificial que tem como objetivo otimizar custos e paradas de máquinas indesejadas.

2.1.4 Manutenção Detectiva

O modelo detectivo vem da palavra “detectar” e começou a ser usado a partir dos anos 90.

A manutenção detectiva tem como objetivo principal encontrar falhas ocultas em equipamentos que trabalham fora do contexto operacional a maior parte do tempo. Amplamente aplicado a modalidade requer um nível de automação elevado. (TELES, 2019, p104).

Kardec e Nascif (2009), definem como manutenção detectiva atividade de manutenção que tem como objetivo buscar falhas ocultas em sistemas ou não perceptíveis para os operadores. Amplamente usadas em sistema de segurança dos equipamentos, ou sinalizadores de segurança.

Já para Teles (2019), as manutenções detectivas, são modalidades de manutenção que podem ser detectadas com simulações e tem como objetivo principal a procura por pontos falhos ou falhas ocultas em equipamentos, de tempos em tempos, é realizado essa inspeção no equipamento. Ainda de acordo com Teles (2019) manutenção detectiva também pode ser definida com a soma da simulação da operação em uma situação extrema aliando as técnicas preditivas. A falha deve sempre ser detectada durante uma simulação e jamais durante a operação normal do equipamento.

2.1.5 Manutenção Autônoma

De acordo com Dantas (2019) neste modelo de manutenção o operador do equipamento é treinado para fazer verificações diárias do equipamento e se antecipar a qualquer tipo de problema mais simples, porém são possíveis de serem detectados, como vazamentos, ruídos, aquecimentos, falha de performance, como velocidade lenta. Uma frase muito usada na indústria é: “Do MEU equipamento EU cuido”, caso o operador detecte algo suspeito que ele não consiga resolver com seu treinamento prévio, ele abre um chamado para manutenção avaliar a ocorrência. Propicia, também, o desenvolvimento do profissional para interagir diretamente com a máquina, identificando anomalias a fim de evitar quebras e/ou problemas de qualidade que podem consequentemente reduzir a eficiência.

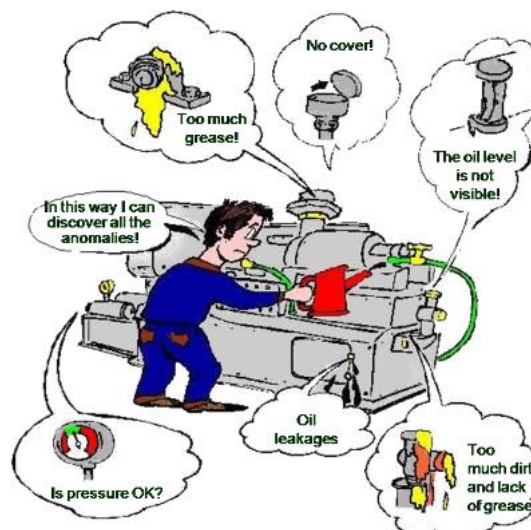


Figura 2: Exemplos de Atividades Básicas Manutenção Autônoma
 Fonte: angelolanter.wordpress.com (2016)

2.1.6 Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção participa desde a concepção de um equipamento, normalmente em equipamentos de alta criticidade e complexidade para o processo, e tem como objetivo pensar em facilitar a intervenção, proporcionar melhorias no item pela avaliação e realimentação da causa da intervenção. Na engenharia de manutenção trabalha-se para melhorar os itens acima descritos e também para melhorar a robustez do equipamento quando o mesmo apresenta falhas repetidas e a equipe da manutenção precisa de ajuda para entrar com análise mais técnicas. (VIANA, 2012).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a Engenharia de Manutenção é uma segunda quebra de paradigma dentro da manutenção, a Eng. de Manutenção tem como missão principal dar suporte as áreas de manutenção das fábricas, poucas empresas chegam a esse nível de manutenção. Com a Engenharia de Manutenção é possível as empresas aplicarem técnicas modernas de manutenção, bem como estarem alinhadas com as melhores práticas do mercado dentro das indústrias dos mesmos segmentos.

Uma engenharia de manutenção eficaz tem como principais missões melhorar a disponibilidade da planta, eliminação de problemas crônicos, desenvolver fornecedores melhores onde o foco é a vida útil dos materiais utilizados nas máquinas, dimensionamento de estoques de reposição e sobressalentes, desenvolver estudos de análise de falhas, e tudo isso sempre fundamentada com a teoria e a correta manutenção das documentações técnicas (KARDEC E NASCIF, 2009). Contudo, levando em conta o embasamento dos autores, a engenharia de manutenção possui eficácia necessária para ser utilizada neste projeto, uma vez que se torna possível a identificação, estudo, especificação e correção previa dos problemas relacionados a falhas e queimas aleatórias de equipamentos eletrônicos, ou seja, atuando na causa raiz do problema.

2.2 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Sem dúvida para Kardec e Nascif (2009) os indicadores de manutenção têm como objetivo retratar aspectos importantes no processo produtivo da planta. Dessa forma, na empresa onde o estudo foi realizado os indicadores de horas de máquina parada, custos de manutenção, seja material ou serviço e tempo médio entre falhas, são indicadores fortemente utilizados para nortear as estratégias de manutenção.

Também de acordo com os dois grandes estudiosos do assunto como Kardec e Nascif (2009) isso permite entender que empresas de alta performance estão cada vez mais atentas e preocupadas em medir o desempenho entregue pela sua equipe de manutenção. Os indicadores que foram colocados demonstram uma evolução enorme nos resultados para empresas que pretendem se tornar companhias classe mundial.

Os principais indicadores de manutenção utilizados na indústria estão descritos nos itens a seguir.

2.2.1 MTBF - Mean Time Between Failures

De acordo com Teles (2019), MTBF (siglas em inglês) que significa tempo médio entre falhas, é um dos indicadores mais importantes para se gerenciar a manutenção, pois ao utilizá-lo é possível identificar a disponibilidade dos equipamentos e frequência de falhas de cada equipamento. Esse indicador basicamente mede o tempo entre uma falha e outra dos equipamentos monitorados pela manutenção dentro de qualquer companhia.

Segundo Kardec e Nascif (2009) no Brasil esse indicador é conhecido com TMEF (Tempo Médio Entre Falhas), ele é obtido ao analisar as horas disponíveis de um equipamento em operação, dividido pelo número de intervenções que temos nesse mesmo período das horas disponíveis.

O cálculo para o tempo médio entre falhas é dado pela equação a seguir:

$$MTBF = \frac{\sum \text{Horas Uteis} - \sum \text{Horas de Máquinas parada (COR, PRE)}}{\sum \text{Falhas}} * 100$$

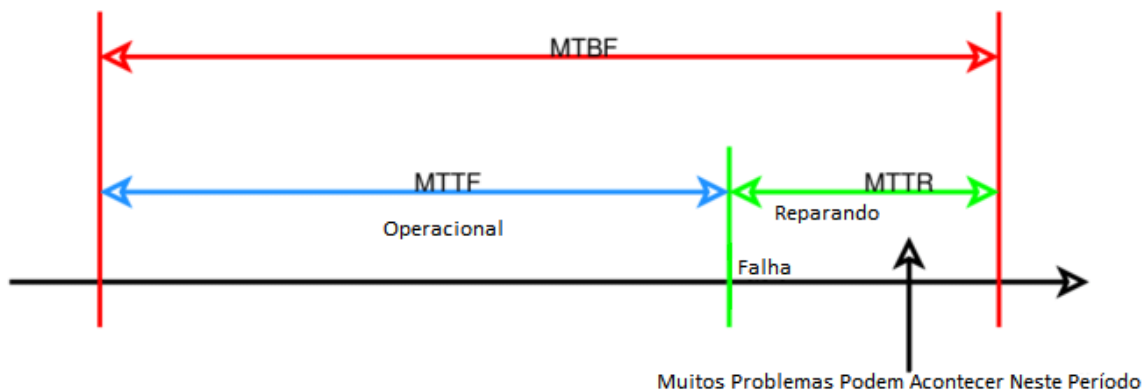


Figura 3: Esquemático MTBF – Tempo Médio Entre Falhas
Fonte: Adpatado Jorge Tonfat (2015).

Este indicador tem como objetivo monitorar o comportamento dos equipamentos. Assim é possível monitorar a assertividade dos mantenedores de forma geral, ou até mesmo monitorar se o equipamento é robusto para sua aplicação ou não.

Esse indicador quando sofre aumento ao longo do tempo significa que os números de intervenções não planejadas estão menores, assim aumenta-se a disponibilidade do equipamento. Conforme apresentado na Figura 3.

2.2.2 MTTR - Mean Time To Repair

No Brasil esse indicador é conhecido como TMPR (Tempo Médio Para Reparo), ele é obtido realizando o cálculo entre horas de máquina parada por número de ordens corretivas.

O cálculo de tempo médio para reparo é dado pela equação a seguir:

$$MTTR = \frac{\sum \text{Horas e Máquina Parada em Ordens Cor}}{\sum \text{Ordens Cor com Máquina Parada}}$$

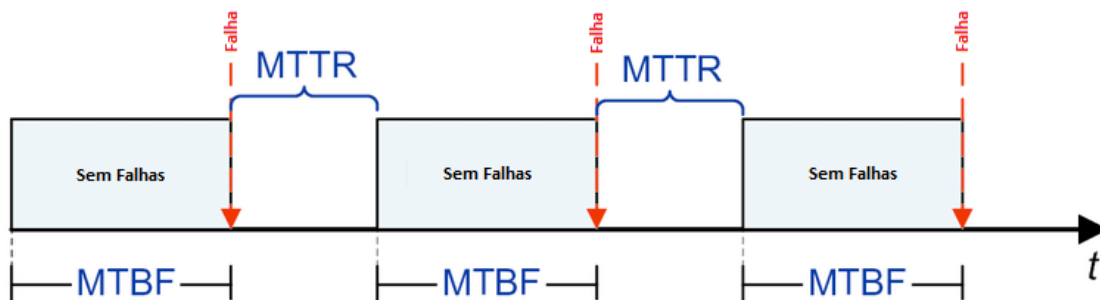


Figura 4: Esquemático MTTR – Tempo de Reparo

Fonte: Adaptado Jorge Tonfat (2015).

De acordo com Kardec e Nascif (2009), MTTR, exemplificado na Figura 4, é um indicador que resume, para manutenção, o quão bem está a performance em relação a facilidade do equipamento ou sistema ser mantido, quão capacitados os mantenedores estão para intervir no equipamento e, ainda pode-se analisar as características de organização e planejamento da manutenção.

2.2.3 Disponibilidade do Equipamento

A disponibilidade de um equipamento é medida com seu grau de funcionamento, ou seja, o quanto esse equipamento está disponível para utilização na produção ou para executar suas operações. Disponibilidade é a porcentagem de tempo que o sistema, equipamento ou componente, desempenhou a sua função antes de ter uma falha potencial. (TELES, 2019, p. 246).

O cálculo de disponibilidade é dado pela equação a seguir:

$$\text{Disponibilidade} = \sum \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \times 100(\%)$$

Na tabela 1, conseguimos observar um comparativo de disponibilidade verso horas de máquinas parada ou indisponibilidade do sistema, por semana, mês e anos. Lembrando que estamos sempre em buscar de zero horas de indisponibilidade por falhas ou quebras:

Tabela 1: Tabela de Disponibilidade

PERFORMANCE NECESSÁRIA EM FUNÇÃO DA DISPONIBILIDADE INERENTE DESEJADA			
Disponibilidade	Indisponibilidade por ano	Indisponibilidade por mês	Indisponibilidade por semana
90,0000%	36,5 dias	72 horas	16,8 horas
95,0000%	18,25 dias	36 horas	8,4 horas
98,0000%	7,3 dias	14,4 horas	3,36 horas
99,0000%	3,65 dias	7,20 horas	1,68 horas
99,5000%	1,83 dias	3,60 horas	50,4 minutos
99,8000%	17,52 horas	86,23 minutos	20,16 minutos
99,9000%	8,76 horas	43,20 minutos	10,10 minutos
99,9500%	4,38 horas	21,56 minutos	5,04 minutos
99,9900%	52,6 minutos	4,32 minutos	1,04 minutos
99,9990%	5,26 minutos	25,9 segundos	6,05 segundos
99,9999%	31,5 segundos	2,59 segundos	0,605 segundos

Fonte: Teles (2019).

O seu resultado da disponibilidade é sempre expresso em % quanto maior, melhor. Na figura 5 é possível observar esse comportamento, pois a medida que aumenta a disponibilidade também cresce a confiabilidade:



Figura 5: Esquemático de Disponibilidade e Confiabilidade

Fonte: Manutenção em foco (2019).

2.2.4 Confiabilidade

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas: “Confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante dado intervalo de tempo” (ABNT NBR 5462, 1994, p. 03).

Segundo Teles (2019), confiabilidade está ligada a probabilidade.

Confiabilidade é a probabilidade de um determinado item, componente, equipamento, máquina ou sistema desempenhar a sua função especificada no projeto, de acordo com as condições de operação especificadas, em um intervalo específico de tempo. (TELES, 2019, p194).

$$C(t) = e^{-\lambda.t}$$

Onde:

C = Confiabilidade

t = Tempo futuro (expresso em horas) para qual se deseja projetar a confiabilidade.

e = Base dos algoritmos neperianos, equivalente a 2,71.

- λ = Taxa de falhas negativa.

Conforme se observa na figura 6, é possível vislumbrar os 3 fatores importantes que norteiam a confiabilidade de um equipamento, para Teles (2019), medir confiabilidade,

é o mesmo que a probabilidade do equipamento funcionar sem falha ou paradas, garantidas pelo excelente desempenho dos três fatores da figura 6.



Figura 6: Expectativa de desempenho onde se encontra a melhor confiabilidade

Fonte: Teles (2019).

2.2.5 Backlog;

Para o Teles (2019), *Backlog* em uma breve definição é a capacidade do time de manutenção conseguir realizar todas as atividades que possuem em aberto no sistema de gerenciamento da manutenção aguardando atendimento. Além disso a intenção de manter em dia os trabalhos atrasados, acumulados e atribuídos a área atingida.

Na fórmula a seguir é possível definir o cálculo para o *Backlog*:

$$\text{Backlog} = \sum \text{Horas Homen em Carteira} / \sum \text{Horas Homem Disponível}$$

Na listagem de *backlog* existem os serviços que precisam ser realizadas com suas prioridades e quais áreas da oficina serão envolvidas. Assim a estratégia de execução se torna tangível e com melhor eficácia.

Segundo observações de Rosa (2018), a gestão de manutenção industrial exercida na companhia atualmente está relacionada a melhorar ganhos de performance técnica e principalmente em redução de custos da planta. Logo, tem como diretriz a adoção de

melhores práticas e não os cortes de recursos e pessoas. A empresa está caminhando para uma filosofia em que o foco não é apenas o menor custo, mas sim o melhor custo. Diante dessa mudança de pensamento, passa-se a agregar valor para companhia e para operação, aumentando significativamente os resultados entregues. Do mesmo modo, a gestão dos ativos na companhia é realizada mensalmente em forma de relatório gerencial, momento em que se consegue o monitoramento de todos os indicadores de performance da manutenção.

De acordo com Kardec e Nascif (2009) os indicadores de MTBF – Tempo médio entre falhas, MTTR – Tempo médio de reparo, Custo de Manutenção, Tempo de máquina parada, taxa de ocupação da equipe de manutenção, índice de execuções de manutenção preventiva mensal previsto X realizado, são necessários para alcançar os melhores índices de performance e esses indicies são trabalhados com a equipe de manutenção no gerenciamento da Rotina da Manutenção. Esse processo ocorre a partir da realização de reuniões diárias de no máximo 10 minutos, na qual se discute com a equipe os resultados do dia anterior e da semana anterior, os pontos de atenção e implementar ações para correção dos desvios encontrados.

Ainda, é importante considerar que o acompanhamento dos ativos permite a visão apurada de qual ativo que melhor atende aos objetivos corporativos, aumentando a competitividade da empresa segundo (SILVEIRA, 2012).

2.2.6 Custo de Manutenção

Teles (2019) aponta que a disponibilidade operacional, a eficiência de equipamentos de produção e dos equipamentos em geral, são ações norteadas pelo custo de manutenção e norteiam também, a escolha das definições de estratégias de manutenção dentro de uma companhia.

No passado não muito distante quando se falava em custo em manutenção muitos gestores de manutenção achavam não ter meios de controlar tais custos. Na mesma época o custo de manutenção em si era um custo muito alto, no qual onerava demais o preço final de um produto dentro da empresa (KARDEC E NASCIF, 2009).

Para os autores referência no assunto Kardec e Nascif (2009), as informações sobre custo de manutenção eram deveras intuitivas e não muito precisas, mas aos poucos começou a se identificar que haviam ganhos potenciais em cuidar dos custos de manutenção, assim

como investir de forma potencial no time da manutenção atingia melhores resultados, ou seja, a cima da média para a empresa.

No Brasil, as empresas utilizam como balizador, o custo de manutenção em relação ao faturamento bruto da empresa em %, ou o custo de manutenção comparando se com o valor patrimonial da empresa (%).

Abaixo, na tabela 2 pode-se verificar ver quais os valores gastos em manutenção por seguimento de indústrias em relação ao faturamento bruto da companhia:

Tabela 2: Custo de manutenção em relação ao faturamento bruto

Setores	Percentual do Faturamento Bruto
Alimento e Bebida	1,40
Automotivo e Metalúrgico	3,46
Borracha e Plástico	4,00
Cimento e Construção Civil	3,00
Eletroeletrônico e Telecomunicações	4,00
Energia Elétrica	2,36
Farmacêutico	3,33
Fertilizante, Agroindústria e Químico	4,00
Hospitalar	2,50
Móveis	3,67
Máquinas e Equipamentos	3,33
Mineração	8,67
Papel e Celulose	2,50
Predial	1,00
Petróleo	3,73
Petroquímico	1,67
Saneamento e Serviços	5,00
Siderúrgico	6,67
Têxtil	3,00
Transporte	>10,00

Fonte: Kardec e Nascif (2009).

Segundo estudiosos no assunto como Teles (2019) para se conseguir a melhora expressiva na redução de custos de manutenção, a empresa e o time de manutenção precisam passar por processos de evolução, esses processos de evolução consistem em utilizar práticas modernas de manutenção. Logo, se torna necessário sair desse cenário, com característica primitiva, em que somente se utiliza de manutenções corretivas, pois o custo

de manutenção é cerca de 7 vezes maior do que o uso da manutenção proativa. A manutenção proativa hoje é sem dúvida o melhor e mais otimizado dos modelos de manutenção para intervir em um equipamento. O melhor custo-benefício de manutenção é a manutenção que se baseia na condição dos componentes e monitora para serem trocadas no exato momento, nem antes e nem depois do tempo em que as condições são sinalizadas para o profissional. Caso isso ocorra pode acontecer uma grande parada, e com essa parada não planejada o custo é extremamente elevado para a companhia.

No caso abaixo, no Gráfico 1, é apresentado um exemplo interessante da curva da banheira, que explicita o custo ideal na manutenção versus custos de manutenção que se pode ter se não aplicado a devida atenção, gestão da manutenção e a má utilização da estratégia da manutenção.

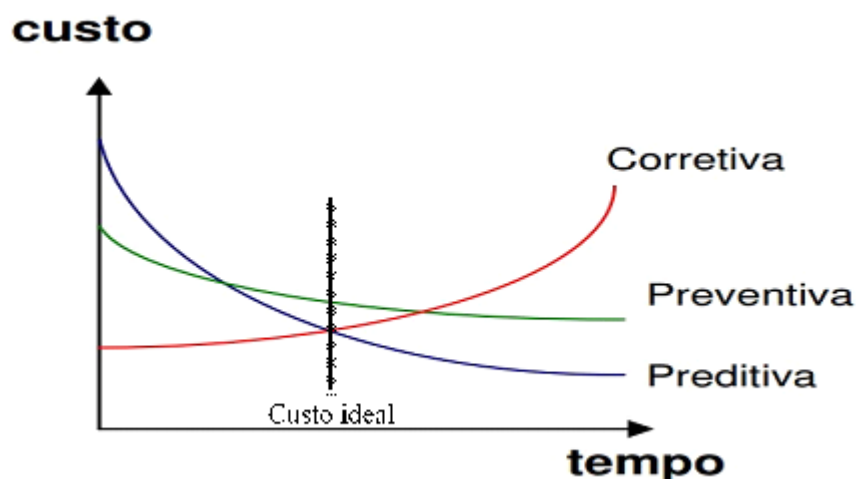


Gráfico 1: Gráfico com modelo ideal no custo de Manutenção em Ativos

Fonte: Adaptado Cavalcante e Almeida (2005).

A estratégia assumida pela companhia na manutenção, passa por um processo de mudança cultural, com a introdução dos conceitos do WORLD CLASS MANUFACTURE – WCM, estando ainda mais direcionado a redução de quebras e falhas, sendo que umas das filosofias do WCM, é a quebra ZERO, Dantas (2016). Para atingir esse objetivo é necessário buscar formas modernas de operar dentro da manutenção, saindo do modo operacional, que é reativo e migrar gradativamente para o modo de operação proativo.

Após implantação de uma estratégia de manutenção assertiva, o planejamento da companhia trata de decisões gerenciais da alta diretoria. A decisão de implantação de estratégias agressivas de manutenção, tem como objetivo medir e comparar o desempenho real com o desempenho desejado, essa medição pode mudar de acordo com a estratégia de

cada parque fabril dentro da companhia. No caso da organização em estudo, a estratégia de manutenção está sempre alinhada com as metas de produção, dando ênfase ao aspecto considerado decisivo.

São considerados os aspectos decisivos:

- A disponibilidade e a confiabilidade de equipamentos, gerando assim o aumento do faturamento e as margens de lucro da operação;
- A redução dos custos de manutenção, porém, o objetivo sempre é o melhor custo, não somente o menor;
- A segurança pessoal e ambiental, sendo que esta política interna cresceu vertiginosamente dentro da companhia após a implantação do WCM;
- A gestão da diretoria com papel fundamental na mudança de cultura nos últimos 3 anos dentro da companhia, na qual se está sentindo gradativamente;
- Na motivação gerada os novos desafios para todos os níveis da companhia, promovendo a visão sistêmica do negócio e a mudança de paradigmas, que levarão a grandes inovações, sendo o líder gestor um agente de mudanças fundamental dentro da companhia.

Ainda, o plano de manutenção a ser adotado precisa considerar os seguintes fatores, segundo Kardec e Nascif (2009):

1. A importância do equipamento dentro da operação, segurança pessoal, segurança da instalação e a relação com o meio ambiente;
2. Os custos envolvidos no processo, no reparo/substituição, nas consequências da falha;
3. A oportunidade;
4. A capacidade de adequação do equipamento/instalação favorecer a aplicação deste ou aquele tipo de manutenção (adequabilidade do equipamento).

Seguindo essa linha de pensamento, é afirmar que é perfeitamente adequado adotar diferentes tipos de manutenção para diferentes equipamentos/áreas.

2.3 SUPRESSORES DE SURTOS

2.3.1. Por que proteção contra surtos de tensão?

De acordo com Raitz (2016), surtos ou transitórios são perturbações comuns destrutivas e onerosas na qualidade de energia elétrica, danificando equipamentos e parando

processos produtivos por curtos ou largos períodos. A utilização da eletrônica, cada vez mais sensível no cotidiano, desperta a preocupação com relação à qualidade da energia elétrica que chega a estes equipamentos. Os surtos de tensão podem sim ser considerados agentes significativos no que diz respeito a perdas econômicas relacionadas a queimas de equipamentos elétricos, eletrônicos ou com as paradas dos processos produtivos.

A falta de informação, aliada à baixa eficiência dos equipamentos existentes no mercado, sempre são questionadas quanto ao uso dos DPS (Dispositivo de Proteção contra Surtos). Qualidade de Energia. Os transientes estão presentes no sistema elétrico e podem acarretar a parada de processos de produção por curtos ou longos períodos. Os transientes são breves e potentes sobretensões e sobrecorrentes resultantes de descargas atmosféricas ou manobras no sistema elétrico. Estes transientes podem atingir valores de até 100.000 V em descargas atmosféricas (casos extremos) e 20.000 V por comutações de subestações. A comutação de cargas indutivas (motores elétricos) em baixa tensão pode gerar transientes de até 6.000 V. A norma ANSI/IEEE C62O define o tempo de subida de um transiente entre 10 nano segundos e 100 microssegundos.

2.3.2. Transitórios impulsivos

Surtos nas redes elétricas podem ser provenientes de fenômenos naturais sendo originado pelo desequilíbrio de cargas elétricas na(s) nuvem(ns) ou dela(s) para a terra causando conforme ilustrado na Figura 7:

Efeitos → DIRETOS ou Efeitos → INDIRETOS.

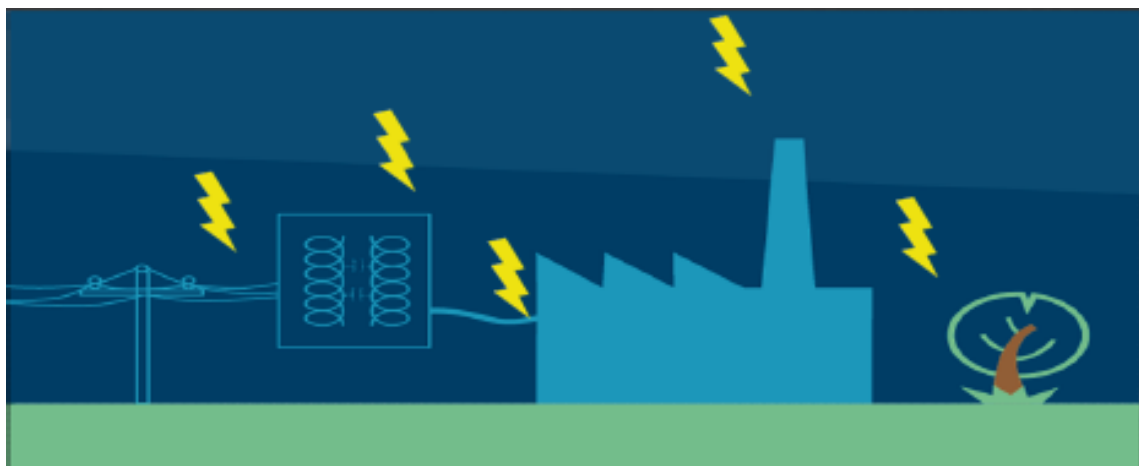


Figura 7: Causa de surtos possíveis de forma externa

Fonte: Raitz (2016).

2.3.3. Transitórios oscilatórios

Para Raitz (2016) os surtos transitórios oscilatórios podem ser provenientes de alguns tipos de equipamentos eletrônicos que possuem chaveamentos de semicondutores e podem ser amplamente encontrados na indústria. Estes equipamentos são:

- Máquinas de solda
- Manobras de grandes cargas
- Variações de velocidade
- Operação de retificadores controlados

Na figura 08 é possível entender melhor o efeito que o transitório oscilatório gerada na sobre a onda senoidal da rede elétrica que está sendo utilizada.

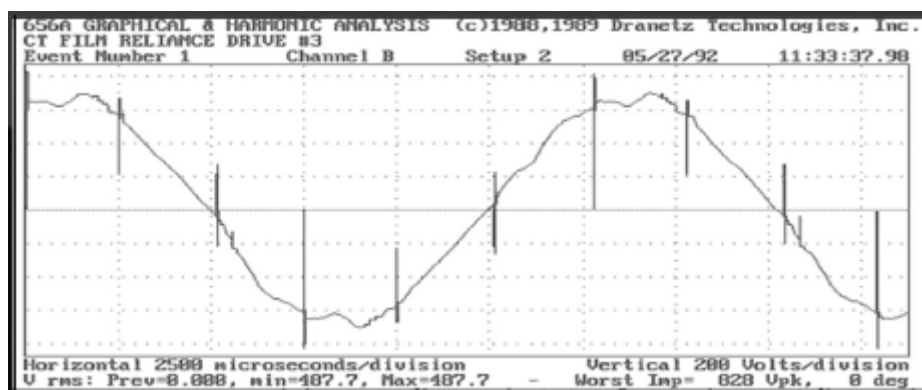


Figura 8: Senóide com os picos de surtos na rede

Fonte: Raitz (2016).

Diante dos estudos, para Raitz (2016), esses picos de tensão sobre a senóide, podem gerar vários problemas nos equipamentos elétricos conforme descrito abaixo alguns dos efeitos causados por surtos oscilatórios e impulsivos:

- Queima de fontes, componentes, placas controle;
- Degradação - Envelhecimento prematuro de componentes;
- Perda de parâmetros e programas;
- Paradas produtivas;
- Carbonização de contadores;
- Cintilação (*flicker*);

- Atuação indevida de Sistemas de Proteção.



Figura 9: Exemplos de placas queimadas por surtos

Fonte: Raitz (2016).

2.3.4 Perda de programação e conflito de dados (false zero crossing)

Segundo Raitz (2016) na corrente alternada (AC), o cruzamento por zero é o ponto instantâneo no qual não há tensão presente. Em uma onda senoidal ou outra forma de onda simples, isso normalmente ocorre duas vezes durante cada ciclo. É um dispositivo para detectar o ponto onde a tensão cruza o zero em qualquer direção. O cruzamento zero é importante para sistemas que enviam dados digitais sobre os circuitos AC, tais como modems, sistemas de controle e de controle de comando digital sistemas de tipo para Lionel e outras AC trens do modelo.

Se a energia elétrica deve ser comutada, nenhuma interferência elétrica é gerada se for comutada em um instante quando não há corrente (um cruzamento zero). Os primeiros *dimmers* de luz e dispositivos semelhantes geravam interferência conforme apresentado na figura 12. Versões posteriores foram projetadas para mudar no cruzamento zero. Essas melhoras no sinal de cruzamento de zero podem ser verificadas na figura 10:

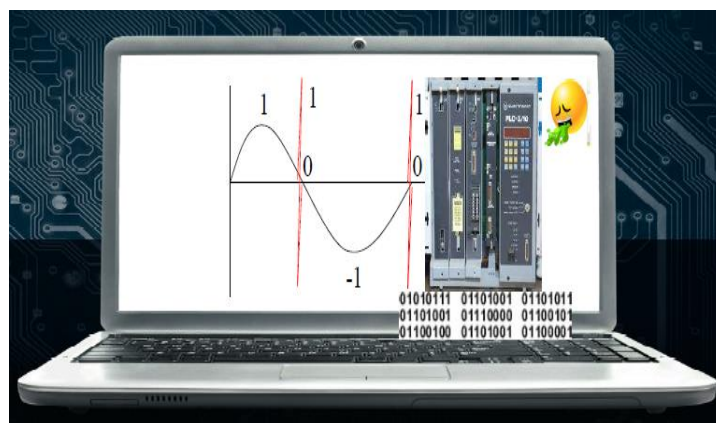


Figura 10: Exemplo de Zero Crossing, correto

Fonte: Raitz (2016).

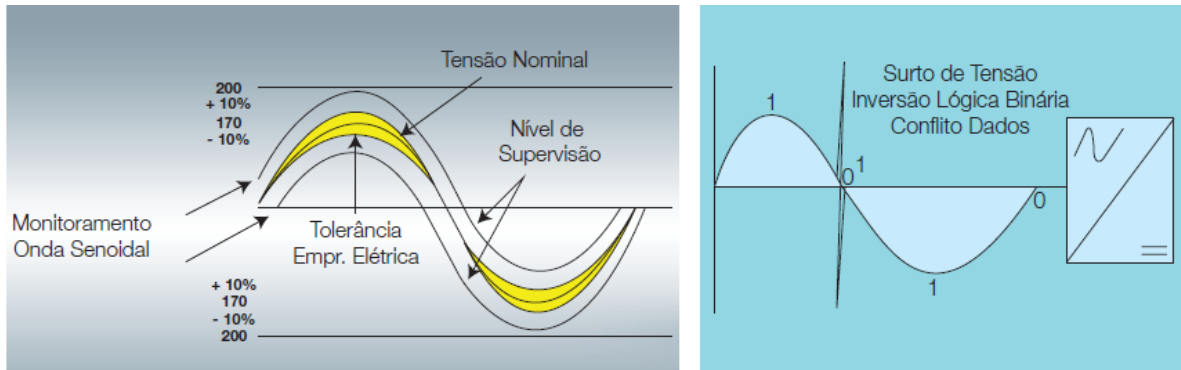


Figura 11: Exemplo de Zero Crossing, correto

Fonte: Raitz (2016).

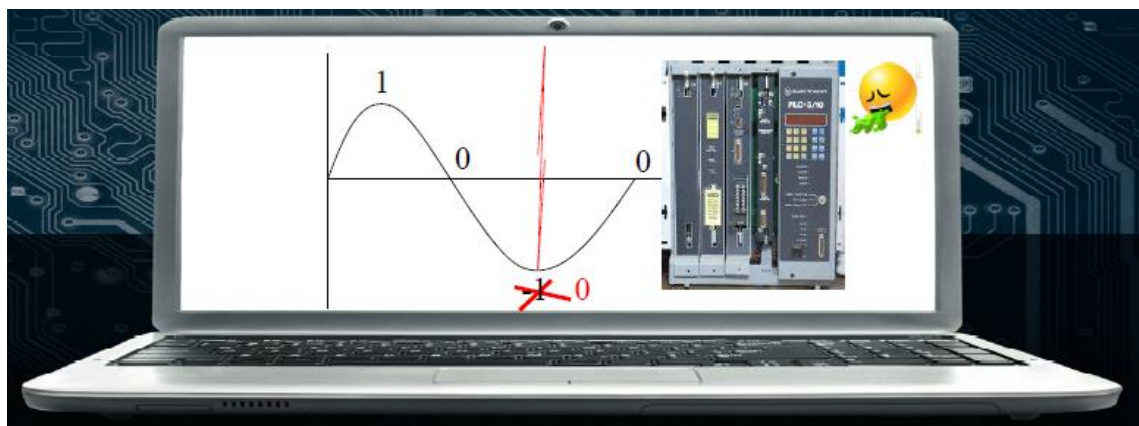


Figura 12: Exemplo de Zero Crossing, gerando pulso falso

Fonte: Raitz (2016).

A supressão de surtos do último século é a tensão que responde apenas aos níveis de tensão pré-definidos o que significa que até o pico de tensão excede um determinado serviço, antes disso, o dispositivo esta as “cegas”. Este comportamento é chamado de tecnologia de terceira geração.

O que é usado atualmente é uma tecnologia de quarta geração que além do monitoramento de tensão também monitora a frequência da onda senoidal. Esta é a “Rede de Atenuação Frequência”. Apenas com essa metodologia é possível obter benefícios reais não só de investimento em proteção contra surtos, mas também tecnologia.

2.3.5. Quais são os custos por surtos e transientes de tensão?

Perda de produção, quando o tempo de produção é interrompido, a empresa perde a margem no produto que não está sendo produzido e vendido. As interrupções podem danificar produtos, necessitando o retrabalho para refazer os mesmos ou sucateamentos

deles gerando perda de dinheiro. As perdas de receitas podem estar relacionadas a inatividade *DOWN TIME*, empresas de processos contínuos podem sofrer muito com a parada indesejada das linhas de produção, ou sistemas. Para Raitz (2016) uma falha na tensão ou um surto pode causar perda de dados de computadores envolvendo horas para recuperação de dados e a reestabilização do sistema, com isso gerando uma parada indesejada na produção e muitas vezes o motivo da parada não fica claro que foi relativo ao um surto de tensão o qual danificou todo o sistema do equipamento. Portanto, ao se levar em conta a alegação do autor, a manutenção aderiu a estratégia de estudar a viabilidade e a implantação dos supressores de surtos no que tange esse projeto, uma vez que não se pode identificar e corrigir previamente os problemas relacionados a falhas e queimas aleatórias de equipamentos eletrônicos, ou seja, atuando com a Eng. de manutenção, pode-se buscar alternativas para mitigar problemas que podem ser gerados por distúrbios de má qualidade de energia.

3 METODOLOGIA

Toda pesquisa nasce a partir de uma dúvida ou problema que precisa ser respondido/solucionado. Segundo Gil (2004) pesquisa é um procedimento racional que busca proporcionar respostas aos problemas que são propostos, desenvolvendo em várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados.

Na pesquisa quantitativa os resultados podem ser quantificados, geralmente eles recorrem a linguagem matemática para descrever a causa dos fenômenos. Neste tipo de pesquisa existe um apelo ao raciocínio lógico e dedutivo mediante a condições de controle bem definidas, podendo ser mais úteis em decisões acertadas e precisas (GOLDENBERG, 1997).

Neste caso, o trabalho consiste na análise dos indicadores de custo e frequência de falha eletrônicas ocorridas em máquinas e equipamentos de uma grande empresa no sul do Brasil. Para análise dessas informações foi utilizado um histórico de custos e falhas do sistema de gerenciamento da manutenção (SAP – PM). Tendo os indicadores, os custos e falhas, onde foram selecionados inicialmente seis equipamentos da área na qual obtiveram os piores indicadores.

Após selecionados alguns equipamentos, foram analisados os problemas e se imaginou que poderiam ser falhas de fabricação, por se tratar de equipamentos novos e assim foram aplicados alguns métodos de melhorias e acompanhado o desempenho. Porém, como resultados positivos não foram alcançados durante o período de acompanhamento e os problemas continuaram, foram negociadas as trocas dos drives em garantia da empresa fabricante do equipamento. Desta forma, foram investigadas as possíveis falhas de equipamentos, e nada foi identificado, sendo que os equipamentos em questão eram máquinas com equipamentos eletrônicos alta complexidade.

Depois de um período de análises, se identificou que o problema acontecia sempre da mesma forma nos equipamentos acompanhados, no caso, os drives que controlavam os eixos das máquinas. E como não foi identificado o problema de forma exata por parte da empresa fabricante do equipamento e como já existia a ideia da utilização de supressores em equipamentos com maiores custos de manutenção ou com frequência de falhas elevadas, optou-se pela instalação dos supressores de surto nesses equipamentos para testes.

Os equipamentos em questão, fizeram parte do projeto piloto inicial de seis máquinas, conforme Quadro 1 abaixo, esses equipamentos estão localizados em apenas uma das seções da companhia, foi onde todo o projeto surgiu:

PATRIMÔNIO	APLICAÇÃO	DATA INSTALAÇÃO	DATA FINAL	PERÍODO	TOTAL DE ZCOR 2017	TOTAL DE ZCOR 2018	MÃO OBRA INTER.2017	MÃO OBRA INTER. 2018	MÃO OBRA EXTERNA 2017	MÃO OBRA EXTERNA 2018
10097021	MAQ. SOLDA FLEXFAST	02/02/2018	09/09/2018	7 MESES	R\$ 9,00	R\$ 1,00	R\$ 719,64	R\$ 54,01	R\$ -	R\$ -
10095904	TORNO TAURUS WOTAN TWTV-160	29/01/2018	09/09/2018	7 MESES	R\$ 15,00	R\$ 1,00	R\$ 8.912,06	R\$ 180,94	R\$ 7.623,00	R\$ -
10071064	CENTRO DE USINAGEM OKUMA MA-400	01/02/2018	09/09/2018	7 MESES	R\$ 14,00	R\$ 5,00	R\$ 2.353,88	R\$ 822,03	R\$ -	R\$ -
10071063	CENTRO DE USINAGEM OKUMA MA-400	01/02/2018	09/09/2018	7 MESES	R\$ 14,00	R\$ 7,00	R\$ 2.105,69	R\$ 533,95	R\$ -	R\$ -
10078294	TORNO OKUMA MULTUS B-300 II-C	27/01/2018	09/09/2018	7 MESES	R\$ 18,00	R\$ 9,00	R\$ 1.843,14	R\$ 2.310,69	R\$ 297,12	R\$ -
10078293	TORNO OKUMA MULTUS B-300 II-C	27/01/2018	09/09/2018	7 MESES	R\$ 23,00	R\$ 9,00	R\$ 5.295,00	R\$ 1.697,58	R\$ 18.881,44	R\$ -
TOTAL					R\$ 93,00	R\$ 32,00	R\$ 21.229,41	R\$ 5.599,20	R\$ 26.801,56	R\$ -

Quadro 1: Lista de Máquinas do Projeto Piloto em seis máquinas

Fonte: O autor (2020).

Após o período de sete meses de acompanhamento do desempenho das seis primeiras máquinas escolhidas, foi possível identificar uma melhora expressiva nos custos de manutenção e na frequência de falhas eletrônicas nos equipamentos. Diante dos resultados obtidos nos equipamentos em teste a orientação foi de continuar a aplicação de supressores em equipamentos que tenham impacto no processo e atendam aos critérios previamente definidos.

Considerando que a companhia é composta por sete seções de manutenção espalhadas pelas diversas fábricas do grupo, se chegou ao número e setenta equipamentos para a expansão do projeto, sendo que o trabalho se dará com base nas dez piores máquinas de cada uma dessas seções de manutenção, totalizando setenta máquinas. O estudo foi a partir da seleção das setenta piores máquinas, com base no histórico de custo e frequência de falhas de cada uma delas, foram levados em conta também qual o grau de importância de cada equipamento para cada processo fabril. E após decidido qual seriam as máquinas, foram instalados os supressores de surtos nos equipamentos e acompanhado os resultados mensalmente, pelo sistema de controle e gestão de produção SAP existente na empresa.

Os supressores de transiente de tensão tem como função proteger os componentes eletrônicos contra picos de tensão gerados por diversas fontes, como chaveamento de cargas indutivas (motores elétricos), descargas atmosféricas, aparelhos de soldas, contadores etc. A absorção do pico de tensão que é feita pelos supressores, prolonga a vida útil dos componentes eletrônicos, mitigando falhas e queima de CNC's, PLC's, drivers e demais equipamentos eletrônicos utilizados nas máquinas.

3.1 ANÁLISE DO HISTÓRICO DE QUEIMAS E FALHAS ELETRÔNICAS

Passado o período de acompanhamento dos resultados do projeto piloto com os seis equipamentos e tendo visualizado um resultado satisfatório, o próximo passo foi fazer um levantamento do histórico de falhas das dez piores máquinas de cada uma das áreas onde as manutenções da companhia atua, isso daria uma amostra dos demais setenta equipamentos para analisar e desenvolver os planos de ações e acompanhamentos dos resultados. O que foi executado então, foi a retirada de um histórico de manutenção de todas as informações de manutenção como tempo médio entre falhas, horas de máquina parada, custo de manutenção do período. Com todas essas informações foi aplicado um filtro no banco de dados para separar somente as máquinas com piores indicadores de tempo médio entre falhas, horas de máquina parada, custo de manutenção que tivessem relação com problemas eletroeletrônicos nos equipamentos da companhia, e dessa lista saíram os setenta piores equipamentos.

Os critérios de seleção para definição dos equipamentos foram os que tiveram maior custo de manutenção, seguidos de maior taxa de falhas e posteriormente com maior quantidade de horas de máquina parada.

Ao utilizar as informações do Gráfico 2, quantidade de ordens versus tipologia do problema, foi possível comprovar que os maiores custos foram provenientes do módulo de falha/queima. No Gráfico 2 abaixo é possível identificar os resultados dos módulos de falhas encontrados nos setenta equipamentos:

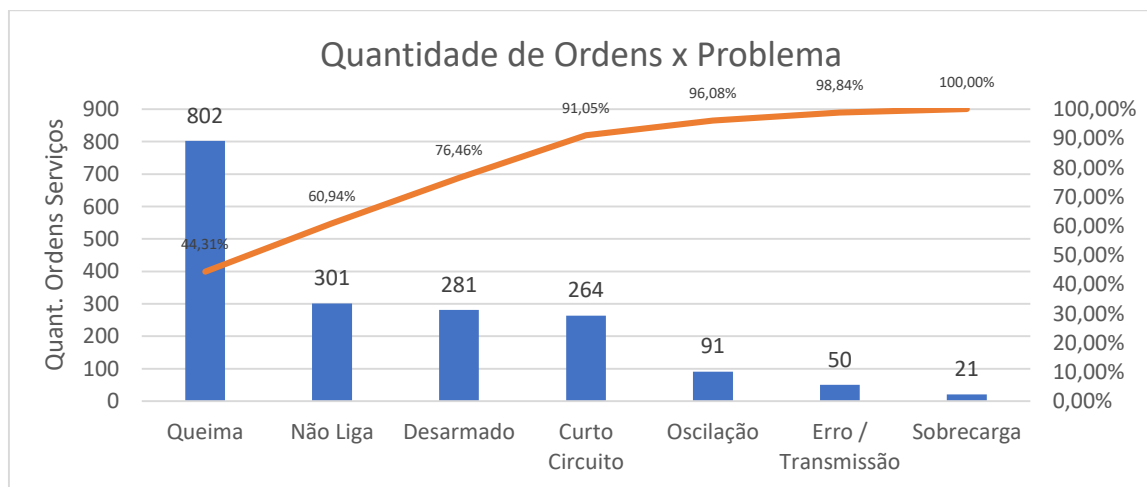


Gráfico 2: Gráfico de Quantidade de Ordens x Problemas

Fonte: O ator (2020).

Com o auxílio do Gráfico 2, quantidade de ordens versus tipologia do problema se conseguiu relacionar que os equipamentos que possuíam maiores taxas de falhas, maiores custos, também possuíam como principal módulo de falha/ queima, isso proporcionou efetiva confiança em seguir em frente com o trabalho, possibilitando, portanto, aumentar a abrangência da análise.

Desta forma, foi construído também, um gráfico com a quantidade de ordens versus tipologia do problema dentro do módulo falha/queima, nestas setenta máquinas analisadas, para identificar quais componentes que mais tinham falhas. As informações estão apresentadas no Gráfico 3:

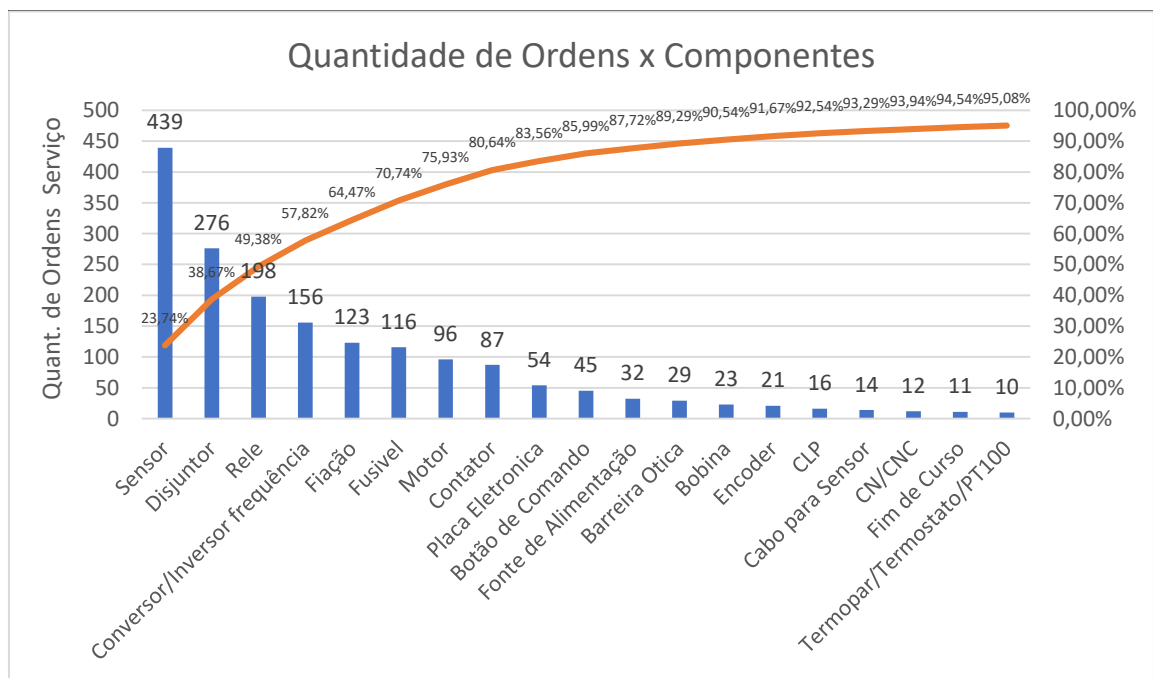


Gráfico 3: Gráfico de Quantidade de Ordens x Componentes

Fonte: O ator (2020).

Analisado os componentes que mais sofreram falhas nas setenta máquinas selecionadas, se percebeu que 85% das falhas estavam relacionadas de alguma forma a qualidade de energia, queimas de sensores aleatórias sem ser colisões e disjuntores que desarmam sem motivo aparente. O que chamou a atenção foi cerca de 156 ocorrências relacionadas a problemas de drives e inversores de frequência. Este, justamente em um dos componentes que o supressor de surto tem papel importante para melhorar a vida útil do equipamento, filtrando surtos, melhorando os filtros dos zeros crossing e evitando que o inversores de frequência disparem os semicondutor de potência que fazem o

chaveamento de corrente, conhecidos como IGBT's de forma incorreta, gerando curtos circuitos devido ao disparo de dois ou mais IGBT's simultaneamente.

3.2 ANÁLISE E SELEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Ao realizar o diagnóstico dos custos de manutenção dos equipamentos, visando determinar qual seriam os setenta equipamentos que apresentam a maior taxa de queimas e falhas eletrônica, conforme o Gráfico 4, foi realizado o cruzamento das informações listadas na Tabela 4.1, para saber qual o módulo de falhas:

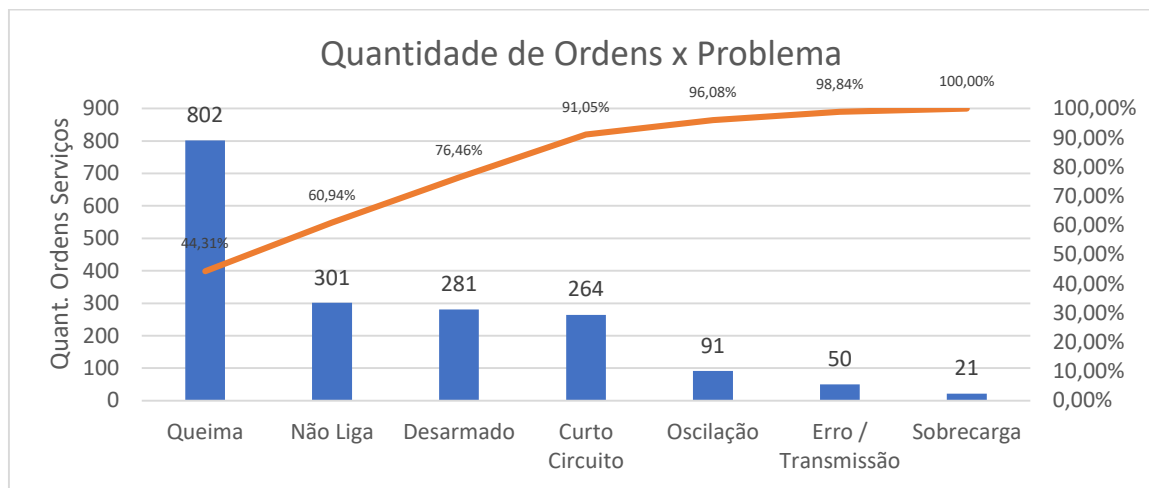


Gráfico 4: Gráfico de Quantidade de Ordens x Problemas
Fonte: O ator (2020).

Segue abaixo, na Tabela 3 os setenta equipamentos que foram selecionados para que fossem instalados os supressores de surto a fim de melhorar a disponibilidade do equipamento e além de tudo que fosse capaz de reduzir os custos de manutenção com queimas indesejadas de componentes eletrônicos e paradas indesejadas por erros de sistemas ou necessidades de resetar o equipamento muitas vezes. A instalação foi feita de modo seletivo, protegendo a máquina por níveis de absorção de tensão. A seletividade foi feita protegendo a entrada de alimentação da máquina e posteriormente a alimentação dos equipamentos eletrônicos mais sensíveis. A seguir são apresentadas nas tabelas 3 e 4 os setenta equipamentos selecionados para continuar o projeto após o piloto com os seis primeiros equipamentos.

Tabela 3: Dados Equipamentos selecionados para o projeto

Departamentos	Patrimônio	Equipamento
USI. PESADA	0225001	CENTRO USINAGEM DECKEL MAHO DMC-100
ESTAMPARIA	0121034	PRENSA RAPIDA SCHULER 400T (E04)
FAB1	0025847	BOBINADEIRA STATOMAT RWE 2A/130 (C4)
	0250748	CENTRO INSERÇÃO STATOMAT (C3)
	0336068	PAINEL TESTE CTB (L-10)
FAB6	0168910	BOBINADEIRA M-3512
	0204181	BOBINADEIRA M-4182
	0224457	BOBINADEIRA M-4182
	0227648	BOBINADEIRA M-4122
	0230411	BOBINADEIRA M-4122
	0240005	BOBINADEIRA M-4182
	0266087	BOBINADEIRA M-4610
	0294610	BOBINADEIRA M-4182
	0306111	BOBINADEIRA STATOMAT RWE 1A/280 A
0318434	ROBO CMA ROBOTICS GR-630 ST	
FAB. FIOS	0250703	FORNO ESMALTAR VERT MAG V6
FERRAMENTARIA	0175087	CENTRO USINAGEM HERMLE C-800 U
	0180981	CENTRO USINAGEM DECKEL MAHO DMU-50
	0191875	CENTRO USINAGEM HERMLE C-40 U
	0248529	CENTRO USINAGEM DECKEL MAHO DMC-105 V
INJ. DIVIVERSOS	0022001	FORNO ELET INDUCTOTHERM 400KW (N° 02)
METALURGICO 1	0308012	MOLDADORA VICK GCM 150
METALURGICO 2	0010132	FORNO ELET INDUCTO 1500KW 2,5T(N° 01/02)
	0292249	SOPRADORA BICOR DISCO 4200
US. EIXOS	0030040	RETÍFICA CILÍNDRICA ZEMA G-2000
	0201979	TORNO MAZAK NEXUS QTN-300
	0228994	AQUECEDOR INDUTIVO JAMO
	0230806	RETÍFICA CILÍNDRICA ZEMA GH-3000
	0250159	RETÍFICA CILÍNDRICA ZEMA G-2000
	0250296	AQUECEDOR INDUTIVO JAMO JMMF-150
	0250694	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-46 VAE
	0252687	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-56 V
	0297381	TORNO OKUMA LB-3000 EX
	0297382	TORNO OKUMA LB-3000 EX
	0298041	TORNO OKUMA LB-3000 EX
	0298042	TORNO OKUMA LB-3000 EX
	0302786	RETÍFICA CILÍNDRICA ZEMA G-2000
	0304376	AQUECEDOR INDUTIVO EURO THERMO 400KVA

Fonte: O autor (2020).

Tabela 4: Dados Equipamentos selecionados para o projeto

Departamentos	Patrimônio	Equipamento
US. FUNDIDOS II	0082535	MANDRIL/FRESADORA CARCAÇAS M-3453
	0183211	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-60HB
	0201944	CENTRO USINAGEM MAZAK FH-6800
	0214409	MANDRIL/FRESADORA CARCAÇAS M-4244
	0244441	TORNO VERT M-4491 (ENCAIXE)
	0244620	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-500HA
	0244621	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB
	0250084	TORNO TAURUS WOTAN TWTV-160
	0250145	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB
	0250708	CENTRO USINAGEM MAZAK SVC-2000 L
	0253938	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB
	0260749	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-500HA
	0260750	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-500HA
	0260751	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HA
	0260752	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB
	0263971	MANDRIL/FRESADORA CARCAÇAS M-4557
	0290725	TORNO VERT M-4625 (ENCAIXE)
	0291600	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB
	0293935	CENTRO USINAGEM M-4672
	0307350	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HII
0309212	CENTRÍFUGA HIDR GRISANTI EOD-3	

Fonte: O autor (2020).

3.3 ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DE CUSTOS DE MANUTENÇÃO COM QUEIMAS E FALHAS ELETRÔNICAS.

O plano de ação para mitigação de custos de manutenção e a redução das perdas foram mapeadas na matriz de custos sendo que levou a implantação dos supressores em setenta equipamentos, os quais foram monitorados desde o início de 2019.

Ao se verificar as constantes paradas e queimas sem causa aparente, foram estudados os principais motivadores de falhas elétricas (umidade, calor, ruídos etc.) e concluído que os transientes de tensão influenciavam bastante nos equipamentos. Com base no histórico do SAP de 01/10/2017 – 30/09/2018, foram filtradas as ordens de serviços que possuíam confirmações de eletricitas, totalizando 12.094 ordens de manutenção e com um custo total de R\$ 4.036.822,26.

Deste grupo de ordens, foram filtradas as ordens com componentes elétricos (ex. CLPs, CNCs, placas eletrônicas, sensores, etc) que tiveram problemas que podem estar relacionados com picos de tensão (ex. queima, desarme, curto circuito, oscilação, etc) e também verificado alguns casos em que a causa foi sobretensão ou oscilação. No total foram consideradas 1.849 ordens, com custo total de R\$ 822.496,34.

Assim, foram verificados quais os departamentos com maior número ordens elétricas que poderiam estar relacionadas a picos de tensão se chegou ao Quadro 2 abaixo:

Localização	Qtd Ordens	Custo de Manutenção (R\$)	HMP
WMO-USEI	341	237.725,60	1210,9
WMO-USF1	321	75.361,50	534,5
WMO-CPC	282	71.629,44	474,02
WMO-USF2	186	135.054,47	569,5
WMO-MET2	159	82.684,75	444,77
WMO-FAB1	134	22.393,44	154,12
WMO-FAB4	107	24.598,87	447,5
WMO-INJROT	91	41.058,47	139,08
WMO-FAB3	62	30.575,76	138,7
WMO-FAB6	59	21.759,22	75,92
WMO-FABFJA	32	29.433,15	64,55
WMO-FAB7	22	10.193,06	127,2
WMO-INJDIV	20	21.233,55	417,75
WMO-FERR	18	2.010,92	41,58
WMO-MET1	15	16.784,14	64,4
Total Geral	1849	822.496,34	4904,49

Quadro 2: Ordens de manutenção de origem elétrica que podem ser relacionados a picos de tensão

Fonte: O autor (2020).

Em cada seção de manutenção, foram identificadas as máquinas com maior criticidade com relação a este tipo de evento, para realizar o estudo de viabilidade técnica de implantação de supressores de surto. Foram selecionados os equipamentos com maiores perdas e maior quantidade de falhas significativas e também se levou em consideração o quanto os equipamentos eram críticos, por processos, em cada departamento distintos e acompanhado por no mínimo 03 meses a performance desses equipamentos, na Tabela 4, foram apresentados os equipamentos que foram escolhidos, seguindo os critérios acima mencionados.

3.4 CRONOGRAMA DE INSTALAÇÃO DOS SETENTA EQUIPAMENTOS SELECIONADOS

A instalação é feita de modo seletivo, protegendo a máquina por níveis de absorção de tensão. A seletividade é feita protegendo a entrada de alimentação da máquina e posteriormente a alimentação dos equipamentos eletrônicos mais sensíveis.

A Figura 13 mostra como é feita a seletividade dos pontos onde a instalação dos supressores são interligado no comando da máquina.

O custo total para instalação dos supressores em um Torno Okuma MA500 foi de R\$ 5.537,79 (Cinco mil, quinhentos e trinta e sete reais e setenta e nove centavos).

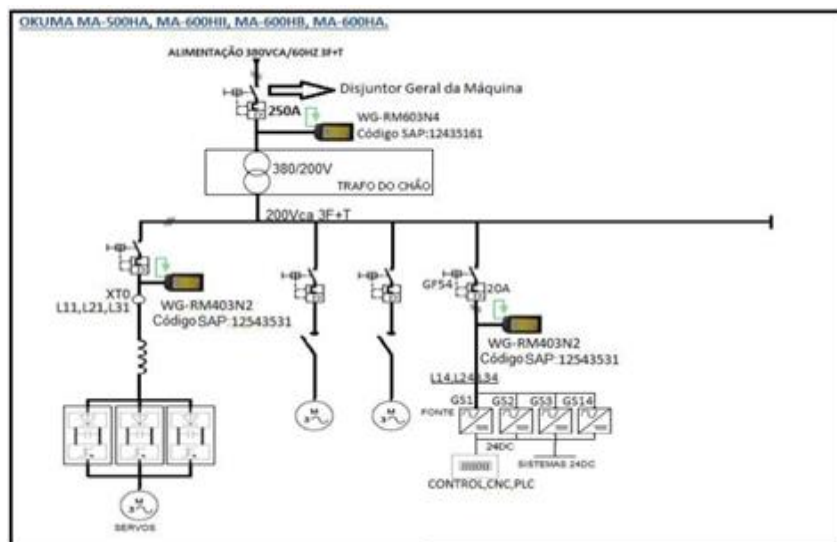


Figura 13: Modelo de instalação dos supressores

Fonte: O autor (2020).

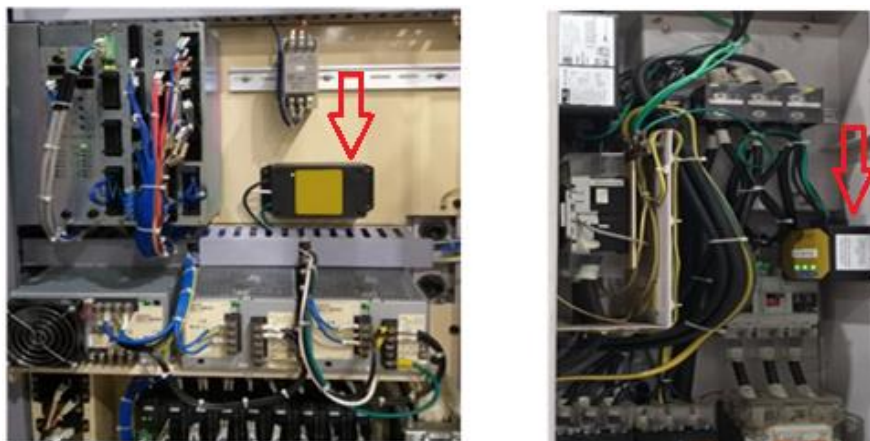


Figura 14: Modelo de instalação dos supressores em Torno Okuma MA-400

Fonte: O autor (2020).



Figura 15: Modelo de instalação dos supressores em Okuma MA-400

Fonte: Adaptação autor (2020).

O cronograma de instalação foi realizado da seguinte forma:

- Aprovou-se a instalação dos supressores diretamente com a gerência da manutenção;
- Após a aprovação iniciou-se o processo de compra dos supressores que foram especificados para cada equipamento;
- Para a instalação nas máquinas, foram comprados por volta de duzentos e dez supressores, sendo que em cada máquina, foram instalados pelo menos três supressores, conforme arquitetura de instalação exposta acima;
- Após iniciado o processo de compras, passou em torno de 35 dias para os supressores chegarem até a empresa, pois tratam-se de equipamentos importados dos EUA.

Em posse dos materiais, todos foram enviados para as respectivas manutenções responsáveis pelos departamentos onde as máquinas se encontram. Os processos de instalação nas máquinas aconteceram no período de outubro de 2018 a março de 2019 aproximadamente. Para tanto, foi negociado uma parada programada para cada equipamento, com o tempo médio de uma hora e meia de parada. Conforme eram realizadas as instalações, uma planilha de controle foi alimentada com a data de instalação para que os resultados comesçassem a ser medidos em cada equipamento a partir da data de conclusão da instalação. Os resultados decorrentes desse processo serão analisados, em termos de viabilidade, no capítulo a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS ENCONTRADOS

O recorte temporal de análise utilizado como referência para comparar os dados, é o período de outubro de 2018 a março de 2019. A partir do mês de abril 2019, todos os setenta equipamentos já possuíam os supressores instalados, com isso foi possível medir os resultados atuais até abril de 2020.

No Gráfico 5 estão os indicadores de custo de manutenção provenientes de queimas ou falhas elétricas dos 70 equipamentos, antes e durante o período da instalação dos supressores, sendo considerados os mais relevantes para o estudo de caso, com o comparativo do cenário inicial, de antes de março de 2019 e o cenário atual após março de 2019.

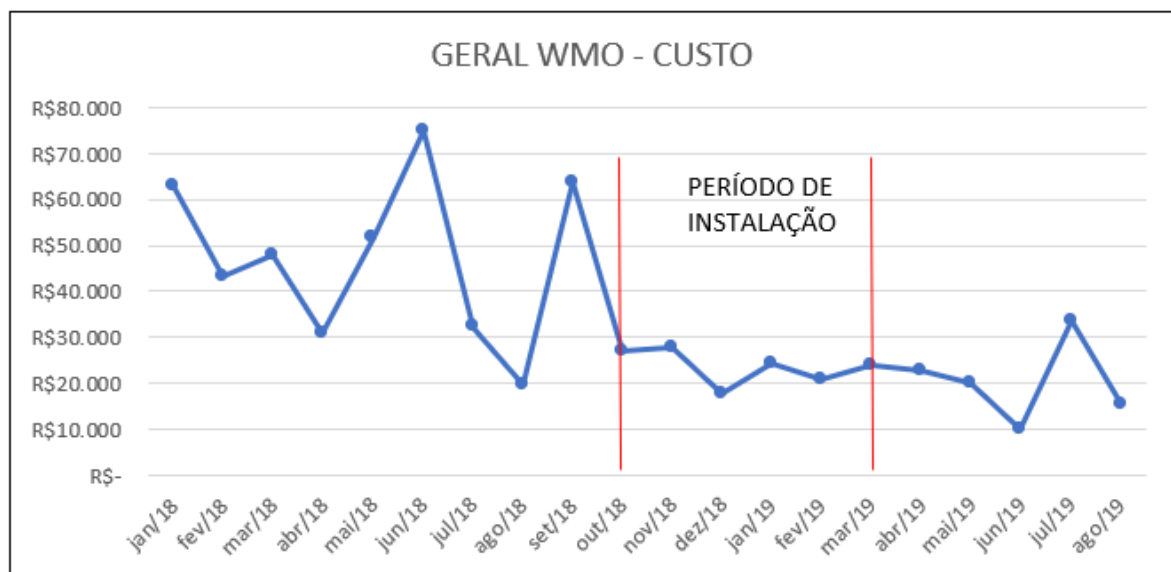


Gráfico 5: Custos com Manutenção elétrica nos equipamentos com supressor instalado

Fonte: O autor (2020).

No mês de julho de 2019 nota-se um pico nos custos de manutenção já em máquinas que possuem supressores de surto instalados. A elevação dos custos de manutenção teve origem em 4 máquinas basicamente. Essas 4 máquinas representam aproximadamente 75% do custo total do mês. No Quadro 3 estão os equipamentos que apresentaram os custos elevados.

DADOS EQUIPAMENTOS		
Depto	Patrimôn	Equipamento
WMO-FERR	0191875	CENTRO USINAGEM HERMLE C-40 U
WMO-MET2	0010132	FORNO ELET INDUCTO 1500KW 2,5T(Nº 01/02)
WMO-USF2	0253938	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB
	0293935	CENTRO USINAGEM WEG M-4672

Quadro 3: Máquinas com desvios no mês de julho 2019

Fonte: O autor (2020).

No centro de usinagem Hermle, estavam ocorrendo falhas intermitentes na comunicação do *drive* do *spindle* como o CNC da máquina. Esse possível problema tratava-se de um *drive* que anos atrás já havia passado por reparos. Entretanto, não se pode afirmar com certeza que realmente o problema era proveniente de surto.

Dando sequência à investigação no forno Fusor Inducto 1500KW, o cadinho onde era realizado o derretimento do ferro fundido, apresentou problemas de rompimento da isolamento da bobina de indução do forno com o refratário, gerando alarmes de fuga para o “terra” do forno, onde foi necessário fazer a recuperação completa da bobina. Nesse caso o supressor de surto não conseguiu ter efeito algum sobre a parada da máquina ou sobre o problema de isolamento, pois, não se tratava de um problema de baixa qualidade da energia ou perturbação externa por descarga atmosféricas que atingem a rede elétrica e sim, por um problema físico de isolamento baixa em um ponto específico da bobina do forno, que trabalha com tensões de 2600 V e alta frequência, para gerar indução suficiente no metal, levando o mesmo ao derretimento no núcleo da bobina.

Já, no caso do centro de usinagem MA -600, ocorreu a parada da máquina devido a fonte de alimentação dos *drives* ter apresentado problema. Nesse caso, também existem históricos de problemas nesta fonte, antes da instalação de supressores, o que geram dúvidas referente ao quanto pode se levar em consideração, se realmente o problema está relacionado aos surtos. Logo, ou pode não ter exercido sua função ou se havia um “vício oculto” na fonte com componentes, operando com fadiga elétrica de anos, onde por coincidência, chegaram ao fim da sua vida útil. Assim, não se pode afirmar com 100% de certeza que o supressor falhou.

E por fim, no centro de usinagem M-4672, ocorreu a queima de um conjunto de barreiras óticas, devido ao equipamento trabalhar com presença de água o tempo todo.

Sendo assim, uma pequena trinca na proteção frontal da barreira, que é de acrílico, ocasionou a infiltração de água no interior da barreira ótica, ocasionando a queima.

Diante de alguns dos problema relatados, é possível analisar que falhas e queimas provenientes de outras origens, ainda poderão e irão acontecer, mas é possível seguir com o plano de instalação de supressores de surtos em equipamento novos, onde ainda não ocorreu nenhum tipo de intervenção, com isso, se torna viável garantir que seus componentes eletrônicos não sofram nenhum tipo de fadiga elétrica, evitando queimas precocemente, e com toda certeza, se obtém resultados ainda melhores a longo prazo.

Já no Gráfico 6, são apresentados os valores gastos com materiais elétricos durante todo o período avaliado, ou seja, de janeiro de 2018 em que se tem os históricos antes mesmo de se pensar em instalar supressores de surto nos equipamentos até Abril de 2020, quando se configurou o ano de instalação consolidada em setenta equipamentos.

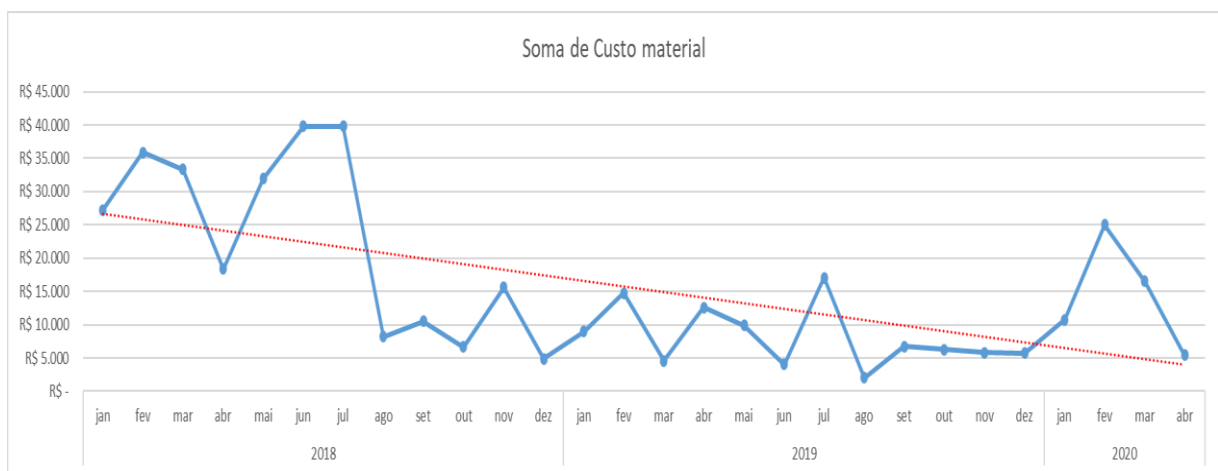


Gráfico 6: Custos com material elétrico das 70 máquinas desde o início da instalação

Fonte: O autor (2020).

O gráfico 6 ainda demonstra os resultados encontrados nos setenta equipamentos onde foram instalados os supressores de surto.

Em relação ao custo de matérias, foram analisados os setenta equipamentos em 10 departamentos distintos. Sendo que o custo mais elevado encontrasse no mês de fevereiro de 2020, proveniente das máquinas abaixo descritas, no Quadro 4. Durante o processo de acompanhamento dos resultados um dos pontos também importante é entender de onde possam vir os desvios dos valores abaixo apresentados e é isso que será descrito a seguir:

DADOS EQUIPAMENTOS		
Depto	Patrimôn	Equipamento
WMO-FERR	0175087	CENTRO USINAGEM HERMLE C-800 U
	0191875	CENTRO USINAGEM HERMLE C-40 U
WMO-USEI	0250296	AQUECEDOR INDUTIVO JAMO JMMF-150
WMO-USF1	0250709	CENTRO USINAGEM MAZAK SVC-2000 L

Quadro 4: Máquinas com desvios no mês de fevereiro 2019

Fonte: O autor (2020).

Ao aprofundar as análises sobre os desvios de Fevereiro e Março de 2020 foi possível observar que em Fevereiro de 2020, os dois maiores desvios foram no centro de usinagem SVC-2000, em virtude da queima de uma fonte do CNC máquina, com aproximadamente 15 anos de uso, e o aquecedor indutivo *Jamo*, tendo em vista que houve o curto circuito em um componente na placa de potência do equipamento. Já em março de 2020, os dois maiores desvios foram nas duas *Hermle*. Em uma delas ocorreu infiltração de água no encoder do eixo C e a outra teve infiltração de água / óleo na régua ótica de medição do eixo Z. Nos dois primeiros casos, a queima da fonte poderia ser evitada pelo supressor de surto, se não tivesse o histórico de quinze anos da vida útil. Realmente é utópico afirmar que o supressor não cumpriu o desempenho esperado, pois pode ter queimando qualquer outro componente aleatório, sem a influência de um surto com causa raiz, o simples fato de uma solda fria gerar calor em uma placa eletrônica, pode levar a queima do mesmo.

Como parâmetro de acompanhamento dos resultados, foram utilizados os valores de perdas financeiras do ano anterior. Somando-se as perdas financeiras decorrentes de falhas elétricas e queimas, se chegou ao valor de R\$ 653.618,00 (Seiscentos e cinquenta e três mil, seiscentos e dezoito reais) acumulado nos setenta equipamentos do estudo.

Diante dos valores encontrados com perdas nos setenta equipamentos, conseguiu-se extrair os valores mês a mês, de modo que fosse possível manter o acompanhamento máquina a máquina e colher os resultados pós instalação dos supressores. Os valores dos resultados começaram a ser considerados a partir de março de 2019.

Nesse sentido, é fundamental destacar que em termos de resultados pretendidos, os efetivos resultados obtidos obtiveram valores positivos muito acima do previsto, que tinham como intenção uma perspectiva de serem satisfatórios se chegassem a 25%. Contudo, com instalação dos supressores de surto nos setenta equipamentos foi possível alcançar uma redução de aproximadamente de 72% nos custos provenientes de queimas e falhas elétricas

desde o março de 2019 em diante até abril de 2020. Com esse estudo foi possível comprovar que realmente os ganhos com a instalação dos supressores de surto geram resultados relevantes e poderiam ser expandidos à medida que se encontrasse, perdas ano a ano, ou diante de alguma situação pontual.

Ainda, é importante mencionar que para dar continuidade ao projeto e torná-lo realmente viável, foi necessário definir algumas regras de abrangência para os próximos equipamentos. Essas regras foram definidas em Comissão de Manutenção, que é constituída de 7 a 9 membros de áreas variadas, porém áreas alinhadas em termos de finalidade. E na comissão definiu-se que as despesas de instalação passarão a fazer parte do valor imobilizado, não entrando com despesa de manutenção.

Essa visão de imobilizar o valor dos supressores atinge diretamente a gestão da manutenção, abrindo janelas de oportunidade para outros projetos, pois como o projeto conseguiu provar pelos excelentes resultados que os equipamentos passariam a ter uma longevidade maior, tendo em vista a diminuição da ocorrência de queimas e falhas. Então esse valor foi considerado com um investimento e não mais como uma despesa de manutenção que comprometeria diretamente as metas financeiras do departamento. Logo, essa despesa com os supressores passa a ser CAPEX, repercutindo num enfoque estratégico dentro da companhia na gestão de ativos. Além dessa ação reduzir de custos de manutenção ao longo dos anos.

Para conclusão das setenta máquinas o investimento foi na ordem de R\$ 429.049,00 (Quatrocentos e vinte e nove mil, e quarenta e nove reais), gerando uma economia anual: R\$ 473.670,00 (Quatrocentos e setenta e três mil, seiscentos e setenta reais), sendo assim, os benefícios da instalação sobre os custos da instalação geraram um *payback* de um ano e dez meses. É importante ressaltar que na companhia investigada, projetos com *payback* abaixo de três anos são considerados viáveis economicamente e estrategicamente.

Além disso, a comissão de manutenção, sugeriu que fosse realizada a análise antecipada dos equipamentos de modo a identificar potenciais aplicações antes da ocorrência de queimas ou falhas, e solicitaram que seja avaliada a inclusão dos supressores de surtos já nos escopos de fornecimento para equipamentos novos de criticidade alta para o processo. Estratificado todas as falhas elétricas nestes equipamentos, a tendência é reduzir a despesa de manutenção ao longo do tempo com a aplicação do supressor. Os resultados estão no Gráfico 7 e no Quadro 5, a seguir.

Os ganhos encontrados foram separados por departamento, juntamente com todos os investimentos realizado por departamento.

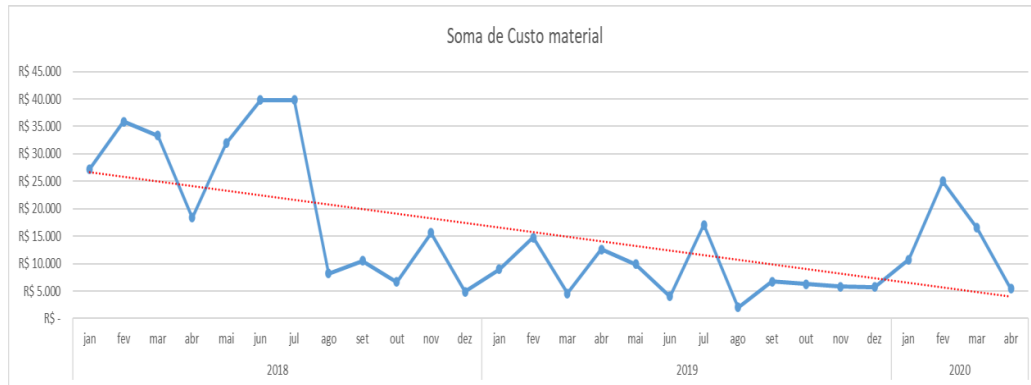


Gráfico 7: Linha de tendência de redução de custo com material ao longo de 2018 a 2020

Fonte: O autor (2020).

Este trabalho de redução de manutenções elétricas está classificado nos departamentos conforme quadro 5, o qual apresenta o departamento com base nos históricos de manutenção que foram coletados do SAP anteriormente a instalação. Contudo depois da instalação, permite visualizar o quanto de retorno foi possível alcançar. Foi alcançado em torno de R\$ 473.670 reais de retorno com um investimento inicial de R\$ 429.049 reais, gerando um *Payback* de aproximadamente um ano e dez mês, como já relatado anteriormente.

Departamentos	Nº Equip.	Perdas analisadas	Investimento	Ganho real	Ganho potencial	Ganhos totais
Estamparia	1	R\$ 6.704	R\$ 10.212	R\$ 1.488	-R\$ 1.414	R\$ 73
Fábrica Fios	1	R\$ 27.495	R\$ 20.821	R\$ 20.316	R\$ 4.052	R\$ 24.368
Fábrica I	5	R\$ 53.037	R\$ 17.506	R\$ 39.600	R\$ 345	R\$ 39.945
Fábrica VI	10	R\$ 4.302	R\$ 56.442	-R\$ 338	-R\$ 474	R\$ 0,00
Injeção Alumínio	1	R\$ 5.461	R\$ 3.873	R\$ 4.548	R\$ 829	R\$ 5.377
Metalúrgico I	1	R\$ 16.808	R\$ 35.236	R\$ 2.757	R\$ 8.293	R\$ 11.051
Metalúrgico II	2	R\$ 16.339	R\$ 6.654	R\$ 5.472	R\$ 6.820	R\$ 12.292
Usin. Eixos	15	R\$ 171.593	R\$ 80.809	R\$ 131.216	R\$ 20.129	R\$ 151.345
Usin. Fundidos	30	R\$ 159.974	R\$ 177.712	R\$ 24.009	R\$ 17.610	R\$ 41.619
Ferramentaria	4	R\$ 191.905	R\$ 19.784	R\$ 94.317	R\$ 94.091	R\$ 188.409
TOTAL	70	R\$ 653.618	R\$ 429.049	R\$ 323.386	R\$ 150.284	R\$ 473.670

Quadro 5: Equipamentos, perdas, investimentos e ganhos nos 70 equipamentos

Fonte: O autor (2020).

OBS: A base de dados foi retirada da matriz de custos.

Até esse momento o foco estava somente para os valores gastos ou com foco somente para o custo de manutenção como material utilizado nos setenta equipamentos onde

foram instalados os supressores de surtos. Mas além do custo de manutenção com material, há um outro indicador de grande importância e que deve ser percebido como relevante, bem como com muita atenção também, que é a quantidade e horas de máquina parada (HMP) que foi reduzido com esse trabalho. O entendimento, no contexto do presente estudo é de que talvez seja um dos pontos mais forte e mais importante desse trabalho, pois é aqui que se obtém também, melhora na entrega fabril, melhora no resultado financeiro da companhia, pois reduzindo o HMP, a planta mais disponível melhora o todo. Os gráficos 8 e 9 apresentam os indicadores de como esses valores também sofreram melhoras significativa, as quais cercam os 75%:



Gráfico 8: Horas de Máquina Parada com Manutenção elétrica nos equipamentos

Fonte: O autor (2020).

No gráfico 8 estão demonstrados os indicadores de horas de máquina parada por manutenção provenientes de queimas ou falhas elétricas dos 70 equipamentos, antes e durante o período da instalação dos supressores, sendo considerados os mais relevantes para o estudo de caso, com o comparativo do cenário inicial, de antes de março de 2019 e o cenário atual após março de 2019.

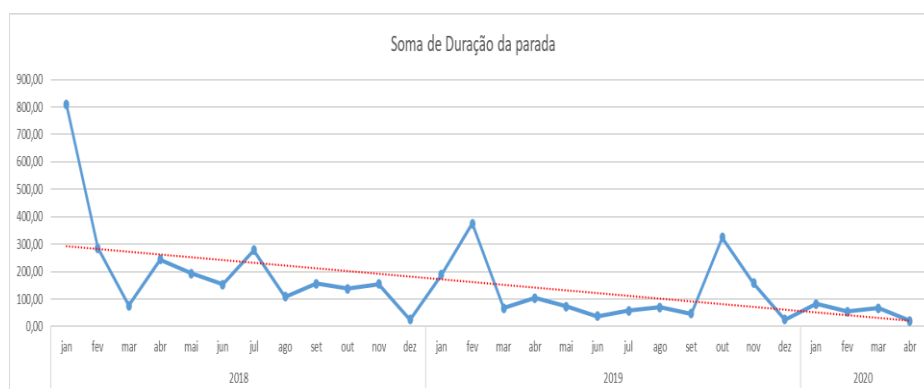


Gráfico 9: Horas de Máquina Parada, abaixo mostra o comportamento das 70 máquinas desde a instalação em 2019 até julho 2020

Fonte: O autor (2020).

O gráfico 9 demonstra os resultados encontrados nos setenta equipamentos onde foram instalados os supressores de surto. Em relação às horas de máquina parada, sendo que HMP mais elevado se encontra no mês de outubro e novembro de 2019, proveniente das máquinas descritas nos quadros 6 e 7.

Durante o processo de acompanhamento dos resultados um dos pontos, também importante sem dúvida é entender de onde possam vir os desvios dos valores apresentados a seguir nos quadros 6 e 7:

WMO-FERR	0175087	CENTRO USINAGEM HERMLE C-800 U
WMO-USF2	0201944	CENTRO USINAGEM MAZAK FH-6800

Quadro 6: Máquinas com maior HMP de outubro 2019

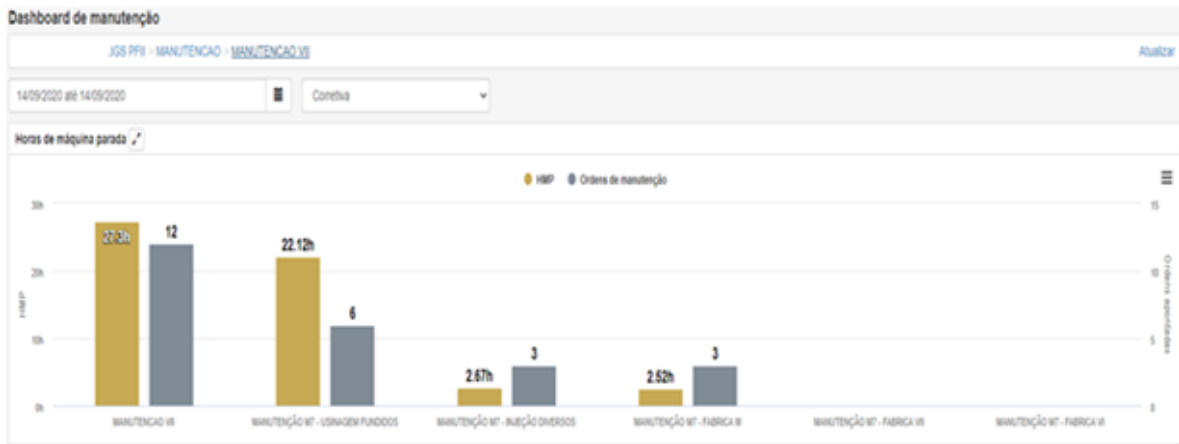
Fonte: O autor (2020).

WMO-FERR	0175087	CENTRO USINAGEM HERMLE C-800 U
WMO-USF2	0291600	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB

Quadro 7: Máquinas com maior HMP de novembro 2019

Fonte: O autor (2020).

O acompanhamento diário da HMP da planta é um dos indicadores, atualmente, com maior relevância que a manutenção busca atingir. A meta diariamente, é ter ZERO HORAS de HMP. Para tanto, a organização está em constante movimento buscando atingir essa marca, seja pela implementação de tecnologias inovadoras e proteções de sistemas para garantir maior confiabilidade e robustez ao processo, seja por capacitação da equipe de manutenção. A busca por melhorar o processo de compras de peças, estoque de peças de reposição é constante, pois cada uma dessas áreas acima descritas podem evoluir e melhorar a cada dia, ou seja, o processo é de melhoria contínua que não para. Objetivo da companhia é reduzir desperdícios de forma contínua. O Quadro 8 a seguir evidencia o acompanhamento diário do HMP utilizado para alimentar os quadros do gerenciamento da rotina todos os dias da empresa.



Quadro 8: HMP Diário de uma das manutenções da companhia

Fonte: O autor (2020).

Ao realizar o fechamento final do estudo e contabilização de gastos e ganhos, o projeto obteve a aprovação em comissão de manutenção para proceder com as seguintes regras, tendo em vista que o custo médio para aplicação de supressor é de R\$ 5.959,00 por equipamento, portanto, sua aplicação deverá seguir as seguintes premissas:

- Equipamentos que tenham eletrônica aplicada como CLP, CNC, driver e inversor e que sejam críticos para o processo (Críticidade A);
- Equipamentos que apresentam alta perda corretiva e instabilidade na operação (desarmes frequentes) desde que tenham um *payback* comprovado inferior a três anos. Necessário verificar as condições do equipamento para certificar que as falhas não sejam provenientes do ambiente como temperatura e umidade, má utilização;
- Equipamentos novos que seguirão a metodologia de gestão antecipada de riscos ao processo e que possuam eletrônica aplicada;
- Equipamentos novos, onde a instalação do supressor seja uma lição aprendida dos equipamentos já em operação com os supressores instalados.

O atendimento ao plano de abrangência será de responsabilidade de cada Manutenção em comum acordo com a área impactada, seguindo a política de alçadas de aprovação da empresa. As despesas com a instalação do supressor deverão ser imobilizadas, sempre partindo da seção responsável uma solicitação ao Planejamento de Manutenção para proceder com a imobilização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizado o estudo de viabilidade de implantação de supressores de surto, com objetivo de mitigar os custos de manutenção em uma grande empresa de motores elétricos no sul do Brasil, buscando aumentar a disponibilidade das máquinas em relação à produção, reduzir os custos com reposição ou conserto de equipamentos eletrônicos, melhorar o desempenho da manutenção e conseqüentemente aumentar a produtividade dos equipamentos aumentando a disponibilidade dos mesmos para produção, com isso melhorar a satisfação do cliente interno e aumento de lucratividade da companhia.

Na área da manutenção ainda existem muitos obstáculos a serem vencidos, e o mais perceptível durante a realização do estudo de caso, foi a falta de informações e dados referentes aos efeitos e benefícios dos supressores de surto aplicados nos equipamentos fabris, isso demandou maior tempo de testes práticos e acompanhamento. Durante a realização deste trabalho foram realizadas diversas consultas bibliográficas, e desta forma constatado que a eficiência das atividades da manutenção tem consequência direta na melhoria da qualidade e produtividade de uma companhia. Tavares (1999) “explica que as tarefas que os profissionais de manutenção desempenham resultam em impactos diretos ou indiretos nos produtos e serviços das companhias”. Ou seja, a manutenção mal feitas ou inexistente reduz lucros, gera aumento dos custos de mão-de-obra, clientes insatisfeitos, produtos de má qualidade e tempo excessivo de hora de máquina parada.

Portanto, para que a manutenção consiga melhorar seus custos com queimas e falhas eletrônicas e diante dos resultados alcançados, recomenda-se a instalação de supressores de surto em equipamentos com muita eletrônica embarcada, e com isso, reduzir consideravelmente os custos de manutenção na média de 75% e as horas de máquinas paradas na média de 71%. Com esse investimento se melhora os resultados financeiros da companhia, pois não basta funcionários altamente capacitados e recursos de última geração, quando não se tem os equipamentos com os supressores de surto que geram as proteções necessárias a fim de mitigar as falhas. Neste caso, os supressores de surto trabalham silenciosamente para manter a qualidade da energia dos equipamentos a mais estável e limpa possível.

Como sugestão de plano de expansão do estudo sugere-se seguir as seguintes premissas, aplicar supressores de surto sempre que equipamentos que tenham eletrônica aplicada como CLP, CNC, driver e inversor e que sejam críticos para o processo (criticidade

A), equipamentos que apresentam alta perda corretiva e instabilidade na operação (desarmes frequentes). Se faz necessário verificar as condições do equipamento para certificar que as falhas não sejam provenientes do ambiente como temperatura e umidade, equipamentos novos que contemplarem as premissas acima e que possuam eletrônica aplicada, também em equipamentos novos, onde a instalação do supressor seja uma lição aprendida dos equipamentos já em operação.

Sugere-se que o plano de abrangência seja de responsabilidade da Manutenção em comum acordo com a área impactada.

Diante disso, o estudo finalmente torna-se oportuno e eficiente, como no dito popular a respeito da Manutenção:

Quando tudo vai bem, ninguém lembra que existe.

Quando algo vai mal, dizem que não existe.

Quando é para gastar, dizem que não é preciso que exista.

Porém, quando realmente não existe, todos concordam que deveria existir.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.
- ANSI C62.72-2007 – IEEE. **Guide for the Application of Surge Protective Devices for Low Voltage** (1000 Volts or Less). AC Power Circuits
- BRANCO FILHO, G. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**, Editora Ciência Moderna, 2008.
- CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T de. Modelo multicritério de apoio para o planejamento de manutenção preventiva utilizando Promethee II em situações de incerteza. **Revista Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, mai./ago. 2005, p. 279-296. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pope/v25n2/25710.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2020.
- DANTAS, A. **Introdução ao WCM**. Apostila do curso de Especialização em Engenharia de Produção UTFPR, Curitiba. 2016
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SIQUEIRA, I. P. de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- ROSA, F. da C. **Revista Gestão em Foco - Gestão De Backlog Na Manutenção**. Edição nº 10. 2018
- GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1997.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitmark: Petrobrás, 2009.
- RAITZ, A. E. **DPS ou Supressores para um Mundo moderno? Porque Surtos e Transientes de Tensão, representam perdas milionárias no Século XXI**. Fort Worth, TX 76119, 2016. Disponível em: <https://www.ecsintl.com/wp-content/uploads/2017/10/Newsletter...Setembro_2016..pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- TAVARES, L. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 1999.
- TELES, J. **Bíblia do RCM: O guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na indústria 4.0**. Brasília: Engeteles Editora, 2019.
- VIANA, H. R. Garci. **PCM: Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Planilha completa dos resultados dos 70 equipamentos

Deppto	DADOS EQUIPAMENTOS		GANHOS					TOTAL GERAL
	Patrimôn	Equipamento	MO Int.	MO Ext.	Material	HMP		
WVEN-USINA	0225001	CENTRO USINAGEM DECKEL MAHO DMC-100	R\$ 2.548,65	R\$ 11.975,17	R\$ 3.793,84	R\$ -	R\$ 18.317,66	
WMO-CPC	0121034	PRENSA RÁPIDA SCHULER 400T (E04)	R\$ 2.684,33	R\$ -	R\$ 1.482,51	R\$ 1.084,56	R\$ 5.201,40	
WMO-FAB1	0025847	PA-A-BOBINADEIRA STATOMAT RWYE 2A/130 (C4)	-R\$ 308,70	R\$ 1.481,94	-R\$ 449,56	R\$ 46,01	R\$ 769,69	
	0250748	CENTRO INSERÇÃO STATOMAT (C3)	-R\$ 692,78	-R\$ 2.368,66	-R\$ 513,70	R\$ 148,75	-R\$ 3.426,39	
	0836068	PAINELESTEWEGCTB (L-10)	R\$ 314,10	R\$ 13,10	R\$ 301,00	R\$ 589,07	R\$ 1.217,27	
WMO-FAB6	0168910	BOBINADEIRA WEG M-3512	-R\$ 567,63	R\$ -	-R\$ 31,73	-R\$ 564,65	-R\$ 1.164,01	
	0204181	BOBINADEIRA WEG M-4182	R\$ 11,22	R\$ -	R\$ -	R\$ 523,95	R\$ 535,17	
	0224457	BOBINADEIRA WEG M-4182	R\$ 1.301,39	R\$ -	R\$ 96,26	R\$ 211,16	R\$ 1.608,81	
	0227648	BOBINADEIRA WEG M-4122	R\$ 19,80	R\$ -	R\$ 166,76	-R\$ 74,05	R\$ 112,51	
	0230411	BOBINADEIRA WEG M-4122	R\$ 115,00	R\$ -	R\$ -	R\$ 8,62	R\$ 123,62	
	0240005	BOBINADEIRA WEG M-4182	R\$ 128,36	R\$ -	R\$ -	R\$ 100,63	R\$ 229,19	
	0266087	BOBINADEIRA WEG M-4610	-R\$ 25,52	R\$ -	R\$ -	R\$ 16,74	-R\$ 8,78	
	0294610	BOBINADEIRA WEG M-4182	-R\$ 100,62	R\$ 453,07	R\$ -	R\$ 304,45	R\$ 656,90	
	0306111	BOBINADEIRA STATOMAT RWYE 1A/280 A	R\$ 111,99	R\$ -	R\$ 3,00	-R\$ 57,57	R\$ 57,42	
	0818434	ROBO CMA ROBOTICS GR-630 ST	R\$ 118,17	R\$ -	R\$ -	R\$ 728,10	R\$ 846,27	
WMO-FABFJA	0250703	FORNO ESMALTAR VERT MAG V6	-R\$ 1.379,39	-R\$ 849,19	R\$ 13.255,55	R\$ 540,82	R\$ 11.567,79	
WMO-FERR	0175087	CENTRO USINAGEM HERMLE C-800 U	-R\$ 1.990,92	-R\$ 954,68	R\$ 58.653,70	-R\$ 3.082,88	R\$ 52.715,22	
	0180981	CENTRO USINAGEM DECKEL MAHO DMU-50	R\$ 4.943,44	R\$ 2.057,00	R\$ 317,01	R\$ 5.132,99	R\$ 12.450,44	
	0191875	CENTRO USINAGEM HERMLE C-40 U	R\$ 4.951,61	R\$ 7.615,37	R\$ 12.266,54	R\$ 76.580,22	R\$ 101.413,74	
	0248529	CENTRO USINAGEM DECKEL MAHO DMC-105 V	-R\$ 6.051,46	R\$ 2.820,24	R\$ 9.388,09	R\$ 75.306,41	R\$ 81.413,28	
WMO-INJDIV	0022001	FORNO ELET INDUCTOTHERM 400KV (Nº 02)	-R\$ 409,93	R\$ 4.407,45	R\$ 3.865,26	-R\$ 88,82	R\$ 7.773,96	
WMO-MET1	0308012	MOLDA DORA VICK GCM 150	R\$ 6.130,63	R\$ -	-R\$ 14.588,95	R\$ 5.465,88	-R\$ 2.992,44	
WMO-MET2	0010132	FORNO ELET INDUCTO 1500KW2,ST(Nº 01,02)	R\$ 1.276,71	-R\$ 661,57	-R\$ 3.764,13	R\$ 1.982,32	-R\$ 1.166,67	
	0292249	SOPRADORA BICOR DISCO 4200	R\$ 1.897,15	R\$ -	R\$ 108,28	R\$ 2.326,10	R\$ 4.331,53	
WMO-USE1	0030040	RETIFICA CILINDRICA ZEMA G-2000	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
	0201979	TORNO MAZAK NEXUS QTN-300	R\$ 1.102,96	R\$ 9.909,39	R\$ 23.547,94	R\$ 1.757,65	R\$ 36.317,94	
	0228994	AQUECEDOR INDUTIVO	-R\$ 151,14	R\$ -	R\$ 810,93	R\$ 175,49	R\$ 835,28	
	0230806	RETIFICA CILINDRICA ZEMA GH-3000	-R\$ 209,55	R\$ -	-R\$ 430,16	-R\$ 41,63	-R\$ 681,33	
	0250159	RETIFICA CILINDRICA ZEMA G-2000	R\$ 1.580,29	-R\$ 68,22	R\$ 745,52	R\$ 1.257,60	R\$ 3.495,18	
	0250296	AQUECEDOR INDUTIVO JAMO JMMF-150	-R\$ 2.233,64	R\$ -	-R\$ 41,03	-R\$ 79,02	-R\$ 2.353,69	
	0250694	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-46 VAE	R\$ 178,89	R\$ -	R\$ 45,72	R\$ 67,53	R\$ 292,14	
	0252687	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-56 V	R\$ 312,65	R\$ 79,13	-R\$ 11,69	R\$ 145,64	R\$ 525,72	
	0297381	TORNO OKUMA LB-3000 EX	R\$ 1.109,64	R\$ 14.971,46	R\$ 53.501,26	R\$ 8.054,72	R\$ 77.637,08	
	0297382	TORNO OKUMA LB-3000 EX	R\$ 2.388,40	R\$ 4.137,28	R\$ 58.655,64	R\$ 2.138,24	R\$ 67.319,56	
	0298041	TORNO OKUMA LB-3000 EX	R\$ 3.615,50	R\$ 127,34	R\$ 52.741,92	R\$ 7.315,68	R\$ 63.800,44	
	0298042	TORNO OKUMA LB-3000 EX	-R\$ 935,26	R\$ 14.157,00	R\$ -	R\$ 1.299,55	R\$ 14.521,29	
	0802786	RETIFICA CILINDRICA ZEMA G-2000	-R\$ 2.108,29	R\$ -	R\$ 405,42	-R\$ 227,20	-R\$ 1.925,07	
0804376	AQUECEDOR INDUTIVO EURO THERMO 400KVA	-R\$ 623,54	R\$ -	R\$ -	-R\$ 159,45	-R\$ 782,99		
WMO-USF1	0250707	CENTRO USINAGEM MAZAK SVC-2000 L	-R\$ 1.398,64	-R\$ 15.887,68	-R\$ 2.327,88	R\$ 418,04	-R\$ 19.196,11	
	0250709	CENTRO USINAGEM MAZAK SVC-2000 L	-R\$ 1.354,50	R\$ 1.771,64	R\$ 12.406,77	R\$ 2.034,68	R\$ 14.858,59	
	0260748	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-400 HA	R\$ 2.344,53	R\$ -	-R\$ 987,08	R\$ 1.436,26	R\$ 2.793,76	
	0260755	CENTRO USINAGEM OKUMA MF-46 VA	R\$ 1.294,65	R\$ -	-R\$ 2.231,51	R\$ 656,56	-R\$ 280,29	
	0260756	CENTRO USINAGEM OKUMA MF-46 VA	-R\$ 888,58	-R\$ 3.753,05	R\$ 10.513,44	-R\$ 98,23	R\$ 5.793,59	
	0802950	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-4000 H	-R\$ 869,66	-R\$ 251,02	R\$ 2.207,40	-R\$ 4.836,60	-R\$ 3.749,88	
	0802951	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-4000 H	-R\$ 2.398,74	R\$ -	-R\$ 2.947,96	-R\$ 1.957,67	-R\$ 7.304,37	
	0802952	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-4000 H	-R\$ 1.511,28	R\$ -	-R\$ 1.369,84	R\$ 1.036,41	-R\$ 1.834,71	
	0802953	CENTRO USINAGEM OKUMA MB-4000 H	R\$ 5.636,26	R\$ -	R\$ 24.071,12	R\$ 11.227,88	R\$ 40.935,21	
	0807502	FURADEIRA MULTIPLA WEG M-4797	-R\$ 979,90	R\$ -	R\$ 5.106,38	R\$ 84,36	R\$ 4.210,84	
	0830130	FURADEIRA MULTIPLA WEG M-4797	-R\$ 276,23	R\$ -	-R\$ 3.633,55	R\$ 153,94	-R\$ 3.755,84	
	0082535	MANDRIL/FRESADORA CARCAÇAS WEG M-3453	-R\$ 707,05	R\$ 156,74	-R\$ 3.195,02	R\$ 1.079,02	-R\$ 2.666,31	
	0183211	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB	R\$ 212,92	R\$ 1.415,70	R\$ 482,42	R\$ 123,44	R\$ 2.234,48	
	0201944	CENTRO USINAGEM MAZAK FH-6800	-R\$ 4.069,72	-R\$ 1.379,40	-R\$ 60,93	-R\$ 1.166,53	-R\$ 6.676,58	
WMO-USF2	0214409	MANDRIL/FRESADORA CARCAÇAS WEG M-4244	R\$ 1.466,30	R\$ -	R\$ 774,28	R\$ 2.755,78	R\$ 4.996,36	
	0244441	TORNO VERT WEG M-4491 (ENCAIXE)	-R\$ 2.236,75	-R\$ 429,01	R\$ 29,67	-R\$ 131,95	-R\$ 2.768,04	
	0244620	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-500HA	R\$ 698,44	R\$ 54,57	R\$ 866,40	R\$ 373,87	R\$ 1.993,28	
	0244621	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB	R\$ 177,75	R\$ -	-R\$ 5.940,08	R\$ 105,45	-R\$ 5.656,88	
	0250084	TORNO TAURUS WOTAN TWTV-160	-R\$ 940,51	R\$ -	R\$ -	-R\$ 356,98	-R\$ 1.297,49	
	0250145	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB	R\$ 518,75	R\$ -	R\$ 1.872,00	R\$ 446,80	R\$ 2.837,55	
	0250708	CENTRO USINAGEM MAZAK SVC-2000 L	-R\$ 1.897,55	R\$ 1.531,64	R\$ 2.462,05	-R\$ 22,72	R\$ 2.073,42	
	0253938	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB	-R\$ 391,21	R\$ -	-R\$ 3.083,17	-R\$ 19,67	-R\$ 3.494,05	
	0260749	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-500HA	-R\$ 209,63	-R\$ 126,25	-R\$ 390,22	R\$ 8,08	-R\$ 720,02	
	0260750	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-500HA	R\$ 3.240,66	-R\$ 81,86	R\$ 9.680,45	R\$ 1.814,55	R\$ 14.653,80	
	0260751	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HA	-R\$ 872,95	R\$ -	-R\$ 3.020,53	-R\$ 353,51	-R\$ 4.246,99	
	0260752	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB	-R\$ 117,81	R\$ 706,04	R\$ 665,04	R\$ 759,21	R\$ 2.012,48	
	0263971	MANDRIL/FRESADORA CARCAÇAS WEG M-4557	-R\$ 30,94	R\$ -	-R\$ 1.724,45	R\$ 9,60	-R\$ 1.745,79	
	0290725	TORNO VERT WEG M-4625 (ENCAIXE)	R\$ 114,45	R\$ -	R\$ 2.573,99	R\$ 238,98	R\$ 2.927,42	
	0291600	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HB	-R\$ 3.591,03	-R\$ 50,93	-R\$ 8.311,75	-R\$ 903,23	-R\$ 12.856,94	
	0293935	CENTRO USINAGEM WEG M-4672	R\$ 390,12	-R\$ 27,29	-R\$ 1.086,42	R\$ 303,78	-R\$ 459,81	
0807350	CENTRO USINAGEM OKUMA MA-600HII	R\$ 4.015,22	-R\$ 46,02	R\$ 1.137,42	R\$ 1.142,04	R\$ 6.248,66		
0809212	CENTRIFUGA HIDR GRI SANTI EOD-3	-R\$ 0,56	R\$ -	R\$ -	R\$ -	-R\$ 0,56		
		R\$ 14.424,32	R\$ 52.904,44	R\$ 308.819,80	R\$ 205.295,38	R\$ 581.443,94		

Table with 25 columns: ID, Description, Code, Date, Value, and Category. The table lists numerous entries, likely financial or administrative records, organized in a structured grid format.

Table with columns: ID, Description, Date, Value, Status, and various codes. It lists numerous entries with alphanumeric identifiers and associated numerical data.

