

**IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE
MÓVEIS HOSPITALARES
ORTOMED HOSPITALAR INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA**

Daniel da Silva Figueira (1)

Vitor Alves Pereira (1)

Bruno Fagundes Ferreira (1) (2)

RESUMO:

A Gestão da Manutenção vem se tornando uma prática comum nos processos industriais, haja vista que sua prática permite um acompanhamento efetivo dos custos de produção, quando consideradas as ações no chão de fábrica, possibilitando uma formação de preço mais realista e competitiva.

Assim sendo, esse trabalho teve como objetivo implementar a gestão da manutenção em uma indústria de móveis hospitalares visando uma melhoria no processo produtivo, bem como a implantação de gestão de ativos efetiva e conseqüentemente uma diminuição nos custos de produção, possibilitando conscientizar a equipe gestora da importância da gestão da manutenção de ativos dentro do processo produtivo através de indicadores e relatórios que permitem um acompanhamento constante da relação *custo x produção*, de forma a auxiliar na tomada de decisões e formação de preços competitivos. Foi analisado o cenário da empresa no início do estudo e reunidos dados de serviços realizados no passado, dados atuais passaram a ser registrados e esses dados foram agrupados e transformados em informações. A definição dos indicadores e o acompanhamento dos relatórios gráficos possibilitaram a tomada de decisão no gerenciamento produtivo de forma a se alinhar às exigências das normas técnicas e direcionando as atividades para o cumprimento de metas de custos e paradas dos processos do chão de fábrica, posicionando os custos de manutenção com média de 13% do orçamento e aumentando o tempo médio entre falhas para, em média 330 dias, sendo que as horas gastas com manutenção corretiva representam menos de 1% das horas disponíveis, considerando as três máquinas com maior criticidade. Isso possibilitará futuramente, após englobar todos os ativos, a obtenção da certificação de qualidade a nível nacional.

1 Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

2 Faculdade de Tecnologia SENAI Ítalo Bologna, Goiânia, GO, Brasil,
brunofagundes.senai@sistemafieg.org.br

1. INTRODUÇÃO

A manutenção efetiva dos equipamentos que fazem parte do processo produtivo é de suma importância para uma maximização dos resultados da empresa. Portanto, a manutenção deve se configurar como agente proativo dentro da organização. Para isso, a gestão da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro, e os processos gerenciais devem focar na satisfação plena dos clientes, através da qualidade intrínseca de seus produtos e serviços, tendo como balizadores a qualidade total dos processos produtivos. Para tal, a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada". (KARDEC & NASCIF, 2009).

Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal implantar um planejamento de gestão da manutenção na empresa Ortomed Hospitalar Indústria e Comércio Ltda, buscando estabelecer um processo analítico baseado em índices. A análise desses índices auxiliará no desenvolvimento do plano de manutenção visando controlar de forma efetiva as necessidades de parada da produção, diminuindo o impacto nos resultados da empresa. Além disso, será implantado o *software* de gestão da manutenção, e será feita a análise de prioridade dos equipamentos do processo produtivo.

Foram considerados, em ordem de importância, a segurança do trabalhador, o quanto a máquina afeta o meio ambiente, a questão de segurança patrimonial, o quanto uma falha no equipamento impacta em custo, a qualidade e o tempo de reparo, além da questão da relação *custo x benefício*.

Inicialmente foi desenvolvida uma prévia revisão bibliográfica sobre o assunto, para efeito de planejamento do plano de ação. Após o desenvolvimento do plano de manutenção, foi implantado um *software* de gerenciamento da manutenção. Através do desenvolvimento do plano geral, foi elaborado um plano mestre, e implantado o *checklist* de manutenção preventiva e preditiva na empresa através de análise termográfica e, por fim, os indicadores foram analisados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para elaboração do trabalho, foram feitas pesquisas bibliográficas sobre o tema, visando um embasamento de referência para desenvolvimento de resultados satisfatórios.

2.1 Histórico

Na década de 50 surge a Engenharia de Manutenção, onde as equipes eram dedicadas a controlar e planejar as manutenções preventivas, com o objetivo de dar mais agilidade aos processos de diagnósticos de falhas. Esse processo ficou conhecido como Manutenção Produtiva. A partir daí a manutenção ganhou força nos processos produtivos, onde a análise de índices passou a ser uma referência para escolha dos equipamentos a serem disponibilizados para manutenção. Esse tipo de manutenção é conhecido como preditiva.

Hoje, com o avanço tecnológico dos últimos anos, os profissionais de manutenção passaram a ter acesso a softwares de gestão da manutenção, e o controle da manutenção passa a ser indispensável no processo produtivo. Na

década de 90, a ISO passa a reconhecer a função manutenção como necessária no processo de obtenção de certificações, no reconhecimento da confiabilidade, redução de custos, prazo de fabricação e entrega, garantia de segurança no trabalho, e preservação do meio ambiente.

2.2 Tipos de Manutenção

Atualmente existem várias ferramentas disponíveis que levam em sua designação a palavra manutenção. É importante ressaltar que não são novos tipos de manutenção, mas ferramentas que possibilitam a aplicação dos tipos básicos de manutenção (KARDEC, 2009). De forma tradicional, a manutenção é classificada como planejada e não planejada. Essas classificações têm suas estruturas na correção e na prevenção de danos ao equipamento.

2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a manutenção que visa substituir peças ou componentes que se desgastaram, gerando uma parada, por falha ou pane (NEPOMUCENO, 1999). A manutenção corretiva é uma ação, na maioria das vezes não programada, basicamente composta por necessidades de manutenção imprevisíveis que não podem ser planejadas (DHILLON, 2002).

2.2.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é a manutenção com o objetivo de evitar as paradas emergenciais, tendo como base a inspeção e intervenções programadas, sem grande impacto na produção. Pode ser entendida como uma série de procedimentos, ações, atividades ou diretrizes que podem ou não, ser adotados para se evitar, ou minimizar a necessidade de manutenção corretiva (FARIA, 1994). Pode ser relacionada com alta produtividade, diminuição de custos, e aumento da vida útil dos equipamentos. Esse tipo de manutenção é mais oneroso, devido a troca de componentes antes do final de sua vida útil, mas em contrapartida o número de falhas é reduzido, gerando um custo menor que a corretiva (XENOS, 2004).

2.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho das máquinas e equipamentos, visando definir o momento correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo (OTANI & MACHADO, 2008).

Essa abordagem utiliza de ferramentas mais efetivas para obter a condição operativa real dos sistemas produtivos, ou seja, consegue fornecer dados sobre a condição mecânica de cada máquina, determinando o tempo médio real para a falha, de forma que as atividades de manutenção sejam programadas conforme o necessário. A premissa comum da manutenção preditiva é que o monitoramento regular da condição mecânica real, o rendimento operacional, e outros indicadores da condição operativa das máquinas e sistemas de processo fornecerão os dados necessários para assegurar o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimizaria o número e os custos de paradas não programadas criadas por falhas da máquina. A manutenção preditiva é a base da implantação da Engenharia de Manutenção nos processos produtivos. Esse método utiliza rendimento de processo, perda de calor, ou outras técnicas não destrutivas, podendo quantificar o rendimento operacional de equipamentos ou sistemas não mecânicos da planta industrial. Estas técnicas, usadas em conjunto com a análise de vibração podem fornecer ao gerente de manutenção

ou engenheiro da planta industrial informações fatuais que os habilitarão a obter confiabilidade ótima, e a disponibilidade a partir de sua planta (ALMEIDA, 2000).

2.2.3.1 Análise Termográfica

Dentre as técnicas de manutenção preditiva, a termografia vem atualmente ganhando espaço para análise e medidas de temperatura por ser uma ferramenta bastante adequada, tanto para medida de temperatura, como para monitoramento da assinatura térmica de máquinas e equipamentos. Uma das principais características são a sua praticidade de uso e o fato da sua aplicação não exigir o desligamento dos equipamentos sob inspeção. Isso vem consagrando sua utilização nas diversas áreas de manutenção, principalmente, como ferramenta de avaliação não destrutiva (SANTOS & PEREIRA, 2010).

A inspeção termográfica é uma técnica não destrutiva realizada para medir temperaturas ou observar os padrões de distribuição de calor utilizando sistema infravermelho. O objetivo é obter informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo (VERATTI, 2010).

O manuseio desse equipamento requer a capacitação dos operadores. Além do conhecimento das limitações dos equipamentos, os operadores devem saber se as informações colhidas são confiáveis e se podem orientar as ações da manutenção. Os programas aplicativos utilizados são capazes de classificar os componentes elétricos aquecidos considerando as temperaturas máximas admissíveis para cada tipo de componente além da influência da carga e do vento (em instalações externas). Um aplicativo assim permite a emissão de relatórios com a classificação correta dos componentes aquecidos em termos de criticidade e de risco para o sistema produtivo (VERATTI, 2010).

2.2.4 Manutenção Detectiva

A partir da década de 90, com o aumento da automação nos processos produtivos, o termo manutenção detectiva começa a ser referenciado. O objetivo da prática dessa política é aumentar a confiabilidade dos equipamentos, haja vista, que o processo é caracterizado pela intervenção em sistemas de proteção para detectar falhas ocultas e não perceptíveis ao pessoal da operação (SOUZA, 2008).

2.2.5 Engenharia de Manutenção

A Engenharia de Manutenção significa perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas, e estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo. A Tabela 1 relaciona os tipos de manutenção com a ação executada.

Engenharia de Manutenção	Corretiva não planejada	Ação após ocorrência, sem planejamento
	Corretiva planejada	Ação planejada em função da preditiva
	Preventiva	Ação planejada com intervalos definidos
	Preditiva	Inspeção e acompanhamento de parâmetros físicos
	Detectiva	Inspeção para detecção de falhas ocultas

Tabela 1 - Engenharia de Manutenções: Tipos de Manutenção (KARDEC & NASCIF, 2009-Adaptado)

A ação da Engenharia da Manutenção visa, dentre outros fatores:

- Aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade;
- Eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos;

- Melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes;
- Participar de novos projetos e dar suporte à execução;
- Fazer análise de falhas e estudos;
- Elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica (KARDEC & NASCIF, 2009).

2.3 Estratégia de Manutenção

A implantação dos processos de gestão de ativos é vista como uma tarefa desafiadora devido a muitas restrições, tais como: falta de conhecimento e de estratégia, falta de ferramentas para implementar e executar as estratégias, restrições financeiras, questões relacionadas com os recursos humanos e a falta de um método especialmente concebido que permita medir e comunicar desempenhos, assim como informar as partes interessadas (COELHO, 2015).

2.3.1 Gerenciamento da Manutenção

O alcance dos objetivos no gerenciamento da manutenção passa por fases e escolhas de ferramentas específicas em busca do melhor retorno, maior disponibilidade e desempenho do equipamento, e chega à análise do ciclo de vida dos ativos (MÁRQUEZ et al, 2009). A Tabela 2 mostra as oito fases, especificando as estratégias, as técnicas envolvidas e o objetivo a ser alcançado no processo.

Fase	Estratégia	Técnicas	Foco
1ª	Definição de indicadores-chave	Indicadores-Chave de Desempenho (Key Performance Indicators – KPI) Indicadores Balanceados de Desempenho (Balanced Scorecard – BSC)	Efetividade
2ª	Estratégia de definição de ativos prioritários e manutenção	Análise de Criticidade (Criticality Analysis – CA); Matriz de Criticidade (Criticality Matrix – CM)	
3ª	Intervenção imediata nos pontos fracos de maior impacto	Análise Causa-Raiz de Falhas (Failure Root Cause Analysis – FRCA ou RCFA), Análise do Modo e Efeito de Falha (Failure, Mode and Effects Analysis – FMEA), Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), etc.	
4ª	Planejamento de planos e recursos da manutenção preventiva	Manutenção Centrada em Confiabilidade (Reliability-Centred Maintenance – RCM); Análise do Modo, Efeito e Criticidade de Falhas (Failure Mode, Effect, and Criticality Analysis – FMECA)	Eficiência
5ª	Plano preventivo, otimização da programação e recursos	Análise de Risco de Otimização de Custo (Risk-Cost Optimization – RCO)	
6ª	Avaliação e controle da manutenção	Análise da Confiabilidade (Reliability Analysis – RA) Método do Caminho Crítico (Critical Path Method – CPM)	Avaliação
7ª	Análise de ciclo de vida dos ativos, otimização e substituição	Análise do Custo do Ciclo de Vida (Life Cycle Cost Analysis – LCCA)	
8ª	Melhoria contínua e utilização de novas técnicas	Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM)	Melhoria

Tabela 2 - Modelo de Gerenciamento e Técnicas de Manutenção. Adaptado de Márquez et al. (2009).

O primeiro esforço real para desenvolver um quadro global de gestão de ativos foi a especificação disponível publicamente, PAS 55, desenvolvido pelo Instituto de Gestão de Ativos do Reino Unido (IAM). Esta estrutura proporciona uma definição clara da gestão de ativos e um sistema de gestão de ativos, com 24

elementos agrupados de acordo com o Ciclo de Deming – *Plan-Do-Check-Act* (PDCA - *Planejar – Desenvolver – Checar – Agir*) (VISSER, 2015).

A partir da PAS 55 foi criada a ISO 55000, que define um ativo como um item, coisa ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização, e a gestão de ativos é definida como as atividades coordenadas de uma organização para gerar valor aos ativos (NBR ISO 55000, 2014).

2.4 Índices de Manutenção

Os índices de manutenção de um equipamento são desenvolvidos através da análise do histórico de necessidade de paradas no processo produtivo, na dependência da utilização desse equipamento.

A análise desses índices permite ao gestor de manutenção planejar de forma mais efetiva as necessidades de parada, podendo assim ter um maior controle nos resultados da produção, pois geram informações acuradas, oportunas e relevantes, melhorando os desempenhos de qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos. Os indicadores de gestão da manutenção são mostrados na Tabela 3 (SLACK, 1993).

OBJETIVO DE DESEMPENHO		SIGLA	DESCRIÇÃO
Qualidade	Principais	IOP	Indisponibilidade Operacional
		EGE	Eficácia Global dos Equipamentos
	Complementares	DOP	Disponibilidade Operacional
		ROP	Rendimento Operacional
		IAP	Índice de Aprovação
		IRP	Índice de Reprovação
		HP	Horas Paralisadas
Velocidade	Principais	TMDR	Tempo Médio de Reparo
		IPR	Indisponibilidade Programada
		VAT	Velocidade de Atendimento
	Complementares	DIP	Disponibilidade Programada
		NI	Número de Intervenções
		HCI	Horas Consumidas nas Intervenções
Confiabilidade	Principais	TMEF	Tempo Médio entre Falhas
		IRE	Índice de Risco de Equipamento
		IFO	Indisponibilidade Forçada
	Complementares	NF	Número de Falhas
		HMC	Horas de Manutenção Corretiva
		DIF	Disponibilidade Forçada
Flexibilidade	Principais	TPE	Taxa de Polivalência das Equipes
		TRT	Taxa de Realização de Treinamento
		TRSM	Taxa de Reatividade dos Serviços de Manutenção
Custos	Principais	CTM	Custo Total de Manutenção
		CTMUP	Custo Total de Manutenção/Unidade Produzida
		CMUP	Custo de Manutenção/Unidade de Produto
		CPP	Custo de Paralisação da Produção
	Complementares	CAA	Custo das Atividades de Apoio
		CMC	Custo da Manutenção Corretiva
		CMP	Custo da Manutenção Preventiva
		CHA	Custo Horário das Atividades de Manutenção
CHS	Custo da Hora em Serviço dos Equipamentos		

Tabela 3 - Indicadores de Gestão da Manutenção, (SLACK, 1993)

Inicialmente foram determinados como cruciais para a implantação da gestão da manutenção os indicadores, Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), Horas de Manutenção Corretiva (HMC) e Custo Total de Manutenção (CTM). A escolha desses indicadores teve como referência o impacto na equipe gestora quanto ao tempo de paralisação das máquinas e o custo gerado dentro do orçamento

da empresa, uma vez que o interesse da equipe na implantação do processo de gestão de manutenção era questionável.

O TMEF é a métrica que se refere à média de tempo transcorrido entre uma irregularidade e o próximo lapso em um determinado período de análise e é dado por:

$$TMEF = \frac{\text{horas disponíveis para produção}}{\text{número de quebras}},$$

O HCM indica a relação entre a quantidade de horas gastas com manutenção corretiva e a quantidade de horas em que a máquina ficou disponível para operação em um determinado período de tempo, ou seja,

$$HMC = \frac{\text{horas de manutenção corretiva}}{\text{horas disponíveis para produção}},$$

Esses dois indicadores foram analisados trimestralmente, facilitando a análise do comportamento nos últimos três anos.

Já o CTM, devido indisponibilidade das informações nos anos anteriores, foi analisado mensalmente desde o início dos estudos em janeiro de 2020, e seu resultado é dado pela equação:

$$CTM = \frac{\text{Custo realizado com Manutenção}}{\text{Custo orçado para Manutenção}},$$

Esse indicador compara o valor gasto com manutenção, e o valor orçado para a manutenção da máquina, uma vez que, o custo de manutenção deve ser previamente planejado, afim de definir uma política de preços baseada em todos os custos do processo produtivo.

2.5 Matriz de Risco

Para determinar quais máquinas seriam analisadas foi necessário priorizar a máquina dentro do processo produtivo. Para tal existem matrizes de risco ou priorização que possibilitaram verificar quantitativamente qual o impacto da paralização desse ativo dentro do processo de produção. Entre as matrizes que mais utilizadas podem ser citadas a matriz G.U.T, que visa priorizar quais são os problemas que devem ser tratados em uma determinada situação, considerando a **G**ravidade, **U**rgência e **T**endência das adversidades. A matriz de Probabilidade e Impacto, que permite verificar as ameaças e as oportunidades do risco, analisando o impacto de acordo com a probabilidade de o evento ocorrer. E a matriz B.A.S.I.C.O que visa priorizar as soluções a serem tomadas para que os problemas que afetam os sistemas sejam resolvidos e que auxilia na tomada de decisão considerando os critérios de **B**enefícios, **A**brangência, **S**atisfação, **I**vestimento, **C**liente e **O**peracionalidade (TEIXEIRA & SOUSA, 2018).

Devido a facilidade, simplicidade e eficácia, para este trabalho foi utilizada a matriz G.U.T, onde avaliar a **G**ravidade significa analisar o impacto do problema no sistema em geral, ou seja, as prováveis consequências caso ele não seja sanado a longo prazo. A **U**rgência se refere ao tempo que se tem disponível ou o tempo necessário para resolução do problema. Já a **T**endência faz referência à capacidade de o problema aumentar, piorando a situação de todo o sistema (TEIXEIRA & SOUSA, 2018).

De acordo com PERIARD (2011), para a utilização desta matriz, as situações problemáticas são numeradas de 1 a 5 para as três vias de classificação, onde

1 não é uma questão de grande prioridade e 5 tende a piorar caso não seja resolvido. Para cada problema, devem ser preenchidas três colunas com a informação quanto à severidade de cada uma das categorias, que devem ser feitas de acordo com a Tabela 4.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência ("se nada for feito...")
5	extremamente grave	precisa de ação imediata	...irá piorar rapidamente
4	muito grave	é urgente	...irá piorar em pouco tempo
3	grave	o mais rápido possível	...irá piorar
2	pouco grave	pouco urgente	...irá piorar a longo prazo
1	sem gravidade	pode esperar	...não irá mudar

Tabela 4 - Matriz G.U.T (Nota X Situação Problemática). PERIARD (2011)

Após classificar cada situação problemática quanto à gravidade, urgência e tendência, as pontuações de cada problema são multiplicadas. O caso que tiver maior pontuação será a prioridade, logo o de menor pontuação terá a menor prioridade para solução do problema.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Ortomed Hospitalar Indústria e Comércio Ltda é uma microempresa em atividade desde 1995, na cidade de Aparecida de Goiânia, tendo como principal ramo de atuação a fabricação de móveis hospitalares com predominância de metal.

A empresa é constituída de dois sócios, sendo que um atua na área administrativa e, o outro, na área produtiva/técnica (Figura 1).

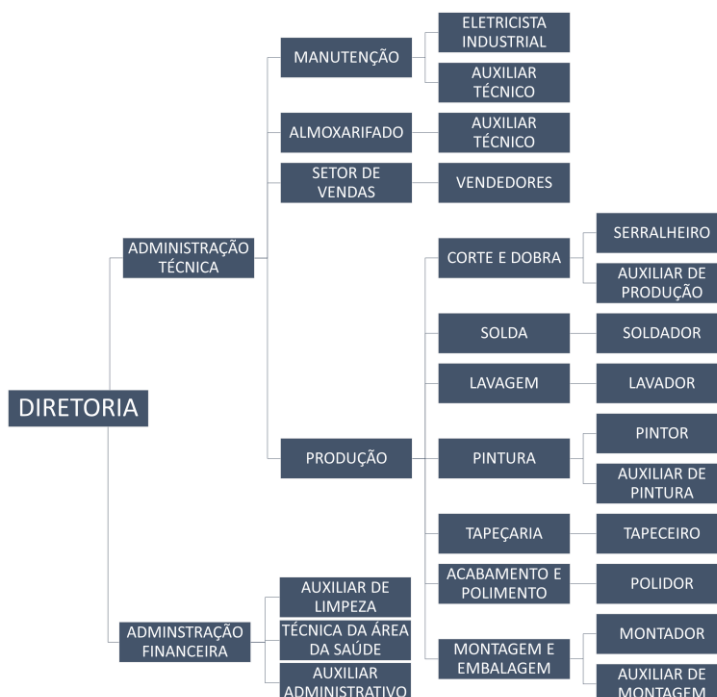


Figura 1 - Organograma Hierárquico da Empresa

O quadro de funcionários da empresa é composto por 21 colaboradores fichados, sendo: dois serralheiros, um torneiro mecânico, três soldadores, um polidor, um lavador, um pintor, um auxiliar de pintura, um tapeceiro, três auxiliares de montagem, dois vendedores, um eletricista industrial, um auxiliar

técnico, um auxiliar administrativo, um técnico da área da saúde e um auxiliar de limpeza.

3.1 Máquinas e Equipamentos

Os ativos da empresa constituem um setor imprescindível para a diminuição dos custos de produção e maximização dos lucros, pois deles dependem a qualidade dos produtos fabricados e conseqüentemente a satisfação do cliente e usuários desses produtos. As máquinas e equipamentos que compõem os ativos da empresa estão listados na Tabela 5.

1. Ion Eletrostática Prisma.	7. Furadeira de bancada Motomil 0001.
2. Dobradeira Elétrica Newton PDM 20/25x2050.	8. Máquina de solda ESAB Smashweld 250E.
3. Guilhotina Newton GMW 2002.	9. Máquina de solda FDB Bandeirantes Skillweld 2503.
4. Prensa Joinville PB8	10. Máquina de solda Bambozzi Mega Plus 250.
5. Prensa Harlo 65T.M2.	11. Torno mecânico Nardini Mascote.
6. Hydraulic Ironworker Sunrise IW-80S.	

Tabela 5 - Máquinas e Equipamentos da empresa

Os ativos da empresa são compostos por máquinas eletromecânicas que cortam e dobram as barras de metal maciço, e as chapas de aço conforme a necessidade do produto a ser fabricado. O corte das barras maciças é feito pela máquina *Hydraulic Ironworker* (Figura 2). A Dobradeira Elétrica Newton (Figura 3) dobra as chapas, dando formato as peças que formam os produtos.



Figura 2 – Hydraulic Ironworker Sunrise



Figura 3 - Dobradeira Elétrica Newton

3.2 Produtos Fabricados

O *mix* de produção (Tabela 6) é focado nos principais aparelhos utilizados em clínicas e hospitais, desde os equipamentos de uso geral, como camas, sofás e poltronas, e aos equipamentos de uso específico, como mesa cirúrgica, berço, suporte para soro, mesa ginecológica, poltrona para hemodiálise, entre outros.

1. Cama Tipo Beliche	15. Divã para Exame Clínico Luxal em Formica
2. Cama para acompanhante	16. Mesa Ginecológica
3. Cama Fowler Manual (2 e 3 Manivelas)	17. Mesa Ginecológica Luxal em Formica
4. Cama Fowler Elétrica	18. Mesa para Ultrassom
5. Carro Maca	19. Mesa para Autópsia
6. Carro de Emergência	20. Mesa Auxiliar
7. Carro para Transporte de Roupas	21. Mesa Auxiliar de Mayo
8. Carro para Transporte de Bandejas (Aberto e Fechado)	22. Mesa de Cabeceira
9. Carro de Transferência	23. Suporte para Soro (3,4 ou 5 pés)
10. Carro para Transporte de Cilindro de Oxigênio	24. Suporte para Soro de Teto
11. Poltrona Reclinável Mecânica	25. Banco Giratório
12. Poltrona Soft para Hemodiálise	26. Berço para Recém-Nascido
13. Poltrona Mecânica Otomana	27. Armário Vitrine
14. Divã para Exame Clínico (Adulto e Pediátrico)	

Tabela 6 - Lista completa dos equipamentos produzidos na empresa.

3.3 Descrição Situacional da Manutenção na Empresa

Inicialmente havia um déficit no processo produtivo da empresa no setor de manutenção industrial, sem registro de ordem de serviço e custos em nenhum documento físico ou *software* de gestão. A política de manutenção era a corretiva, pois ocorria somente quando alguma máquina parava de funcionar ou quando a produção ficava comprometida. O funcionário que opera o equipamento, ao constatar alguma anomalia, informava seu superior imediato o possível problema e, após uma breve avaliação, o administrador técnico efetuava a compra das peças necessárias para o conserto, e mesmo não havendo treinamento específico para realização da manutenção, o próprio operador (ou o eletricitista industrial) realizava a substituição da peça. Após a coleta de informações sobre as manutenções realizadas antes do início da implantação e a definição da criticidade das máquinas no processo produtivo, já é possível aos gestores da empresa um acompanhamento dos indicadores pré-definidos, possibilitando uma análise de tempo de manutenção ou paralização da produção por conta de falhas em máquinas ou equipamentos no decorrer dos dois últimos anos, o custo gerado pelas manutenções no último ano, e a comparação com os resultados alcançados após a implantação da gestão da manutenção.

4. METODOLOGIA

A implantação da gestão da manutenção na empresa em sua fase de planejamento, foram analisados históricos físicos de notas fiscais de compra de material para manutenção de equipamentos, relatos de colaboradores sobre paradas não programadas no processo produtivo, tagueamento e cadastramento das máquinas no *software* SIGMA, *layout* das máquinas no chão de fábrica, desenvolvimento de um plano mestre de manutenção, definição dos indicadores a serem analisados, uso de planilhas do Excel para gerar gráficos para acompanhamento dos indicadores e início da prática da manutenção preditiva com a análise das imagens termográficas dos quadros elétricos.

O desenvolvimento do plano mestre de manutenção auxiliou na eficiência do processo de implantação, haja vista que nele estão integradas as melhores técnicas com enfoque na manutenção preventiva, visando reduzir falhas, quebras e paradas não programadas no processo produtivo, diminuindo assim, os impactos financeiros e de produção.

Os gráficos dos indicadores são gerados a partir de planilhas do Excel de fácil manuseio, tendo que ser alimentados os valores das horas disponíveis, horas de manutenção corretiva, quantidade de quebras, custo programado e custo realizado de cada máquina prioritária de acordo com o período analisado. A partir do início da implementação, esses dados foram coletados em ordens de serviço e lançados no *software* SIGMA.

A priorização das máquinas que fazem parte do processo inicial de implantação da gestão da manutenção foi determinada pela matriz G.U.T de criticidade, que consiste na verificação do impacto da paralisação da máquina no processo produtivo (G – gravidade), análise do tempo disponível para resolução do problema (U – urgência) e capacidade de agravamento do problema dentro do setor de produção (T – tendência). Cada item da matriz recebeu uma pontuação que varia de 1 a 5, sendo 1 equivalente a um mínimo impacto e 5 ao máximo impacto e, para definir a criticidade da máquina dentro do processo produtivo, analisa-se o resultado da multiplicação das pontuações dos itens de cada máquina.

A técnica de análise termográfica da manutenção preditiva consiste em comparar a temperatura dos componentes dos quadros elétricos das máquinas com os parâmetros de fábrica, definidos no manual de utilização desses componentes. A qualidade dos equipamentos de medição utilizados e a capacitação do operador são de extrema importância para a qualidade dos resultados.

A primeira manutenção preditiva foi realizada utilizando o equipamento *Câmera Termovisora Minipa MTV-2010* com 2.209 (47X47) Pixels de resolução da imagem (Figura 4). Para a realização da segunda preditiva, foi utilizada a *Câmera Termovisora FLIR E6 19.200 (160X120) Pixels* (Figura 5). Esses equipamentos possibilitaram verificar, no quadro elétrico, a existência de locais com temperatura superior aos parâmetros dos componentes do circuito elétrico.



Figura 4 - Câmera Termovisora Minipa MTV-2010



Figura 5 - Câmera Termovisora FLIR E6

5. RESULTADOS ALCANÇADOS

Neste capítulo estão apresentados os resultados obtidos na implantação da gestão da manutenção na Ortomed Hospitalar. Este trabalho possibilitou a coleta e armazenamento de dados das manutenções realizadas, o tratamento dessas informações e a geração de relatórios e gráficos que auxiliaram na tomada de decisões da equipe gestora.

5.1 Documentação

Após a definição do layout das máquinas e equipamentos no chão de fábrica, foi feito tagueamento das máquinas (Figura 6).

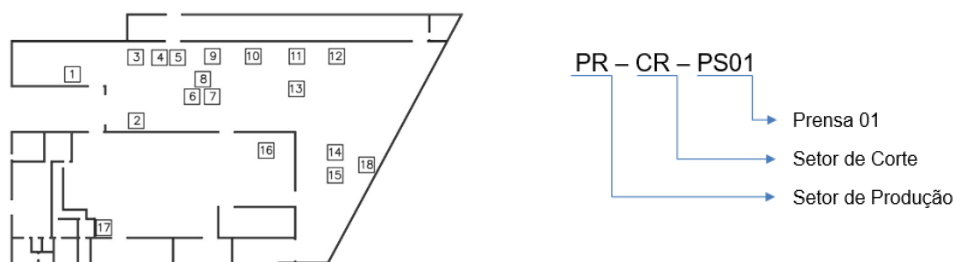


Figura 6 - Layout do chão de fábrica e modelo de Tagueamento das máquinas

O tagueamento auxilia na identificação das máquinas e agiliza o processo de coleta e armazenamento de dados para preenchimento de informações nas ordens de serviço e na alimentação do *software*, possibilitando gerar relatórios por setores de produção.

Para o registro físico dos serviços realizados foi desenvolvido um modelo de *checklist* padrão para cada máquina, obedecendo os critérios de prazos, sendo semanal para a *Íon Eletrostática Prisma* e trimestral para as máquinas

Dobradeira Elétrica Newton e Hydraulic Ironworker Sunrise, necessários para cada verificação. A Figura 7 mostra o modelo adotado para a máquina Íon Prisma.

Registro de manutenção preventiva																
ORTOMED HOSPITALAR INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA																
Identificação																
Setor:	Pintura	Sistema:	N.A.	Nomenclatura:	ION Prisma	TAG:	PR-PT-PE01									
Manutenção Preventiva semanal																
Ano:	2020		Folha: 1/3													
Mês	Janeiro			Fevereiro				Março				Abril				
Descrição/Semana	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
Verificação do sistema de vazão de partícula da tinta em pó no painel de controle																
Verificação do sistema de ar de transporte de partícula da tinta em pó no painel de controle																
Verificação do sistema de fluidização de partícula da tinta em pó no painel de controle																
Limpeza e manutenção da pistola e do tanque de pó																
Ajuste de tensão (kV) e corrente e(µA) no painel de controle																

Figura 7 - Modelo de Checklist adotado (Íon Eletrostática Prisma)

Para que as manutenções pudessem ser registradas no *software SIGMA*, foi adotado um modelo padrão de ordem de serviço (Figura 8), de modo que os responsáveis pela solicitação e realização do serviço ficassem devidamente identificados em documentos que pudessem gerar um histórico para cada máquina e que pudesse ser acompanhado pelo gestor.

Logo	Ordem de Serviço - O.S. M	Revisão 0	Anexo 00
Emitente			
O.S. nº:	03/01/2019 08:00	Equipamento / Aplicação:	GULLHOTINDA CORTE
Serviço Solicitado:	AC LIGAR O EQUIPAMENTO, PERCEBER RUÍDOS, TUDO INDICA FALTA DE LUBRIFICAÇÃO		
Operador do Equipamento:	LUCIO FLAVIO PEREIRA DA SILVA		
Visto do Emiteente:	Matrícula:	Prioridade:	
	1215	<input type="checkbox"/> Baixa	<input checked="" type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Planejada
Recibo			
Data:	03/01/2019	Hora:	08:00
Visto:	Vitor Alves Pereira		Matrícula:
			2065
Executante			
Tipo de Manutenção:	Setor Executante:		
<input checked="" type="checkbox"/> Corretiva <input type="checkbox"/> Montagem <input type="checkbox"/> Preventiva	<input type="checkbox"/> Elétrica <input checked="" type="checkbox"/> Lubrificação <input type="checkbox"/> Civil <input type="checkbox"/> Ferramentas <input type="checkbox"/> Mecânica <input type="checkbox"/> Serralheria		
Disponibilidade do Equipamento			
Máquina Parou:	03/01/2019 08:00	Máquina Funcionou:	03/01/2019 08:15
Interferência na Produção?		<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Tempo de Inerf:			
00:15			
Causa do problema:			
Obs. espaço reservado para preenchimento somente após avaliação do manutentor:			
<input type="checkbox"/> Elétrico <input checked="" type="checkbox"/> Lubrificação <input type="checkbox"/> Mecânico <input type="checkbox"/> Operacional			
Registro de Serviço			
Data/Hora de Início:	03/01/2019 08:00	Data/Hora de Término:	03/01/2019 08:15
Visto:		Matrícula:	
		1215	
Tempo Total: 00:15			
Descrição do Serviço: (Obs. descrever de modo claro e objetivo o serviço executado, o material usado e a sua especificação)			
APÓS A LUBRIFICAÇÃO, O EQUIPAMENTO VOLTOU A OPERAR NORMALMENTE, SEM RUÍDOS.			
Aprovação			
Resp. Manutenção:	Solicitante do serviço: Vitor Alves Pereira		

Figura 8 - Modelo de Ordem de Serviço adotada

Na O.S em questão, foi realizada uma manutenção corretiva devido a uma constatação por parte do colaborador de um ruído anormal na máquina. Na maior parte das vezes, esses tipos de manutenção em equipamentos incluem revisões parciais ou totais em períodos específicos, trocas de óleo e lubrificação. Também contemplam inspeções para verificar vazamentos e eventual desgaste de componentes, evitando custos com trocas de peças e gerando um aumento da vida útil do ativo.

Esse modelo de O.S permite a coleta de informações cruciais para a geração dos indicadores da gestão da manutenção e acompanhamento da funcionalidade do ativo, tais como, tipo de problema ocorrido, prioridade de execução da manutenção, data da execução do serviço, tempo de paralisação da máquina, necessidade de paralisação da produção, colaborador responsável

pela manutenção, tipo de manutenção executada e a descrição do serviço executado evidenciando se o problema foi resolvido.

O custo da manutenção fica sob responsabilidade do departamento administrativo e essas informações financeiras são juntamente acrescentadas no *software* SIGMA para elaboração dos relatórios que possibilitam verificar a efetividade da gestão da manutenção.

5.2 Software SIGMA

Com os ativos devidamente catalogados, taguados e inseridos no *software* SIGMA – Sistema Gerencial de Manutenção, o histórico dos equipamentos possibilitou acompanhar os índices de forma eficiente, tendo acesso a rotinas de manutenção corretiva, planejamento, programação e cadastro de todas as etapas da manutenção preventiva, cadastro de todos os valores e etapas para acompanhamento da manutenção preditiva, checklist para rotas de trabalho e documentação eficiente e programação de datas, custo de manutenção, horas de paralização, entre outros. Esses dados auxiliarão na diminuição de custos de produção da empresa, além de fornecer relatórios matriciais e gráficos e ordens de serviço das manutenções efetuadas.

Com base nos históricos e relatos de manutenção corretiva existentes, e com intuito de impactar a equipe gestora da necessidade da implantação da gestão da manutenção, foram priorizados a utilização dos seguintes indicadores:

- TMEF – Tempo Médio entre Falhas;
- HMC – Horas de Manutenção Corretiva;
- CTM – Custo Total de Manutenção.

Os ativos definidos para fazer parte da análise inicial, após a elaboração da tabela G.U.T foram:

- Íon Eletrostática Prisma
- *Hydraulic Ironworker Sunrise IW-80S*
- Dobradeira Elétrica Newton PDM 20/25-2050

A definição dos valores de cada item da tabela foi determinada após uma pesquisa com os colaboradores e com o gerente de produção. A Tabela 7 mostra a criticidade das principais máquinas, dentro da linha de produção, onde a máquina com maior valor de criticidade deverá receber maior atenção da equipe responsável pela gestão da manutenção.

MATRIZ G.U.T				
MÁQUINA	G	U	T	TOTAL
ÍON ELETROSTÁTICA PRISMA	5	5	4	100
HYDRAULIC IRONWORKER SUNRISE IW-80S	2	3	5	30
DOBRADREIRA ELÉTRICA NEWTON PDM 20/25 - 2050	3	4	3	36

Tabela 7 - Matriz de Criticidade - Matriz G.U.T

O sistema de gestão SIGMA e as planilhas do Excel possibilitaram, através dos relatórios e gráficos, um acompanhamento ágil e efetivo do tempo de parada das máquinas com maior criticidade, maximizando a disponibilidade das máquinas no processo produtivo. A Figura 9, mostra a alimentação com os dados da O.S

no *software* SIGMA de uma manutenção corretiva devido uma falha mecânica por falta de manutenção preventiva.

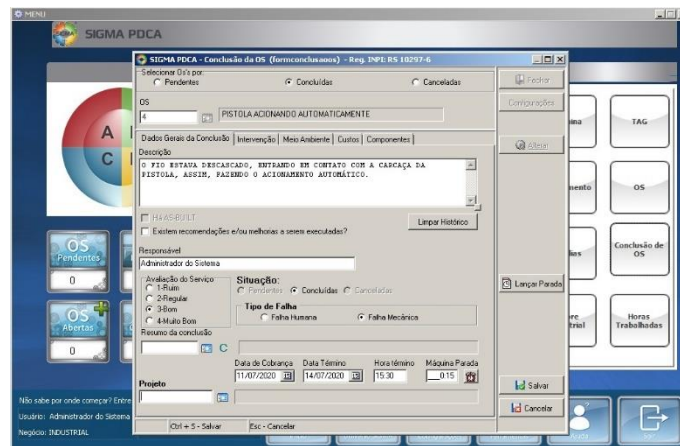


Figura 9 - Tela de conclusão de O.S - Software SIGMA

Com a alimentação dos dados no *software* de gestão da manutenção, a gerência de produção e a gerência financeira estarão alinhados com as necessidades de paradas e intervenções necessárias no maquinário da empresa, visando manter o processo produtivo e as finanças da empresa, possibilitando uma permanência competitiva no mercado de móveis hospitalares.

Para a realização da manutenção preventiva foi elaborado o *checklist* de cada uma das máquinas definidas, inicialmente, com maior criticidade dentro do processo produtivo. Esse documento é uma lista de verificação que possibilita avaliar se todos os procedimentos de determinada operação foram efetuados corretamente e se não há nenhuma etapa ou item em falta para a conclusão bem-sucedida do trabalho.

5.3 Manutenção Preditiva via Análise Termográfica

Por serem equipamentos elétricos, o uso da termografia é imprescindível na análise da necessidade de intervenção para evitar paradas não programadas. Nas imagens termográficas (Figuras 10, 11 e 12), são verificadas as temperaturas dos componentes do quadro elétrico (fios, contadores, disjuntores, temporizadores, etc.) e os valores são comparados com os parâmetros de fábrica de cada componente, possibilitando verificar a existência de algum parâmetro do componente fora das especificações do fabricante. A análise inicial termográfica mostrou não existir, no momento, nenhuma anomalia nos equipamentos que compõem os circuitos elétricos dos equipamentos, conforme mostram as imagens.



Figura 10 - Quadro Elétrico da Hydraulic Ironworker com as temperaturas máximas de operação

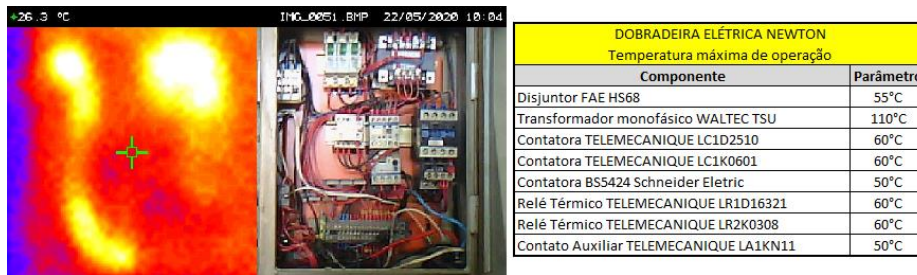


Figura 11 - Quadro Elétrico da Dobradeira Elétrica com as temperaturas máximas de operação

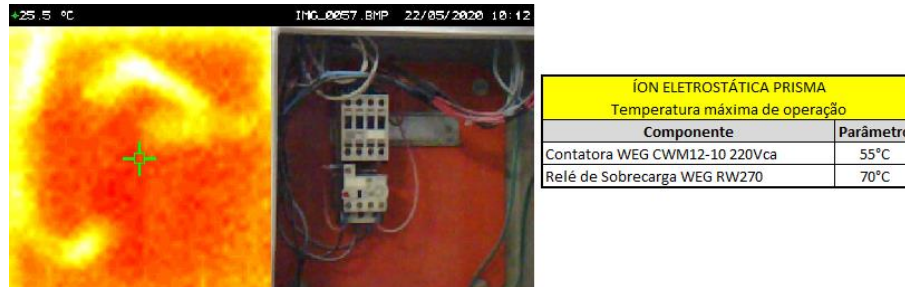


Figura 12 - Quadro Elétrico da Ïon Eletrostática com as temperaturas máximas de operação

Os valores dos parâmetros de referência das temperaturas máximas de operação foram obtidos nos manuais de operação das máquinas.

A primeira manutenção preditiva foi realizada com um equipamento mais simples e com recursos limitados, mas mesmo assim foi possível verificar a inexistência de locais com temperatura acima do limite dos componentes. Além disso, vale ressaltar que, todos os profissionais que participam do processo de manutenção devem estar treinados e capacitados para executarem suas atividades de forma a obter dados confiáveis.

A segunda manutenção preventiva nos equipamentos críticos, foi realizada 110 dias após a primeira, e deixa evidente a importância do uso de equipamentos de qualidade e de pessoal capacitado para a realização das medições e análises. Na imagem termográfica (Figura 13) obtidas na segunda medição, nota-se uma diferença considerável na qualidade dos dados obtidos.

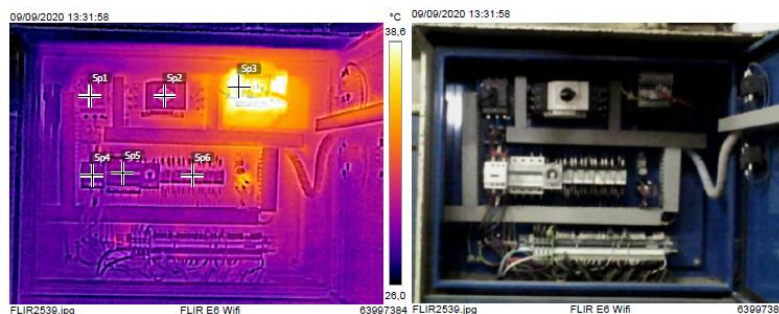


Figura 13 – Quadro Elétrico da Hydraulic Ironworker Sunrise (2ª manutenção preventiva)

Na Tabela 8 estão as comparações entre temperatura medida e parâmetros de fábrica de cada componente do quadro da *Hydraulic Ironworker Sunrise*.

HYDRAULIC IRONWORKER SUNRISE			
Componente	Sp	Temperatura	
		Medida	Parâmetro
Chave Seccionadora manual trifásica OT63F3 ABB	2	28,1°C	55°C
Transformador SP-TBSN-10250 SUENN LIANG	3	39,0°C	105°C
Contatora LC1D32 Schneider Eletric	4	27,3°C	60°C
Contato Auxiliar RMIA2I024 VCD-M FEMME	6	27,8°C	60°C
Disjuntor Termomagnético TESYS GV3 EVERLINK 30-40A Schneider Eletric	1	28,0°C	80°C
Temporizador H3-M1 FOTEC	5	27,6°C	60°C

Tabela 8 - Comparação Temperatura medida X Temperatura Parâmetro

Na imagem termográfica do quadro da Dobradeira Elétrica Newton gerada na segunda manutenção (Figura 14), é possível identificar e comparar as temperaturas em todos os componentes do quadro elétrico, sendo que em nenhum equipamento foi constatado anomalias na medição.



Figura 14 - Quadro Elétrico Dobradeira Elétrica Newton (2ª manutenção preditiva)

Na Tabela 9 foram feitos os comparativos entre as temperaturas medidas em cada componente e os parâmetros de temperatura máxima de operação definido pelo fabricante.

DOBRADERA ELÉTRICA NEWTON			
Componente	Sp	Temperatura	
		Medida	Parâmetro
Disjuntor FAE HS68	2	28,2°C	55°C
Transformador monofásico WALTEC TSU	3	34,0°C	110°C
Contatora TELEMECANIQUE LC1D2510	5	28,4°C	60°C
Contatora TELEMECANIQUE LC1K0601	6	27,3°C	60°C
Contatora BS5424 Schneider Electric	1	29,9°C	50°C
Relé Térmico TELEMECANIQUE LR1D16321	8	27,8°C	60°C
Relé Térmico TELEMECANIQUE LR2K0308	7	26,9°C	60°C
Contato Auxiliar TELEMECANIQUE LA1KN11	4	27,4°C	50°C

Tabela 9 - Comparação Temperatura medida X Temperatura Parâmetro

Na manutenção preditiva do quadro elétrico da Íon Eletrostática Prisma (Figura 15), a segunda medição foi verificada no quadro que contém a placa de comando da pistola de jato de tinta, pois esse equipamento é o que mais estava causando paradas inesperadas na máquina. No entanto, as temperaturas registradas no termovisor não indicaram nenhuma anomalia no funcionamento da máquina (Tabela 10)



Figura 15 – Quadro Íon Eletrostática Prisma (2ª manutenção preventiva)

ÍON ELETROSTÁTICA PRISMA			
Componente	Sp	Temperatura	
		Medida	Parâmetro
Transformador 220V/18V	Sp1	29,3°C	100°C
Micro-Eletrônicos da Placa de Circuito Impresso	Sp2	31,0°C	85°C*
Micro-Eletrônicos da Placa de Circuito Impresso	Sp3	31,9°C	

Tabela 10 - Comparação Temperatura medida X Temperatura Parâmetro. (*SILVA & FERNANDES, 2013)

5.4 Análise dos Indicadores

A pesquisa com os colaboradores responsáveis pelas manutenções corretivas antes da implantação da gestão da manutenção e os registros recentes das novas manutenções corretivas efetuadas, já estão disponibilizando informações que possibilitam uma análise de como a gestão da manutenção melhora o desempenho das máquinas e consequentemente os resultados da empresa.

Os gráficos gerados com essas informações já demonstram o quanto a gestão da manutenção tem se tornado necessária nos processos produtivos, auxiliando os gestores da empresa na tomada de decisões. Na Figura 16, observa-se um aumento no indicador TMF (Tempo Médio entre Falhas) desde as últimas informações disponibilizadas pelos colaboradores para o período de 2018 e 2019, até as informações já verificadas nas ordens de serviço armazenadas no *software* SIGMA até setembro de 2020. O indicador TMF determina o tempo entre uma parada e outra da máquina de acordo com a quantidade de horas que a máquina ficou disponível para operação no período analisado. Devido ao baixo número de ocorrências, a análise desse indicador foi feita no período trimestral, possibilitando uma análise mais coerente, sem que haja uma distorção das informações. É possível observar que, para todas as máquinas o tempo médio de ocorrência entre falhas teve um aumento significativo.

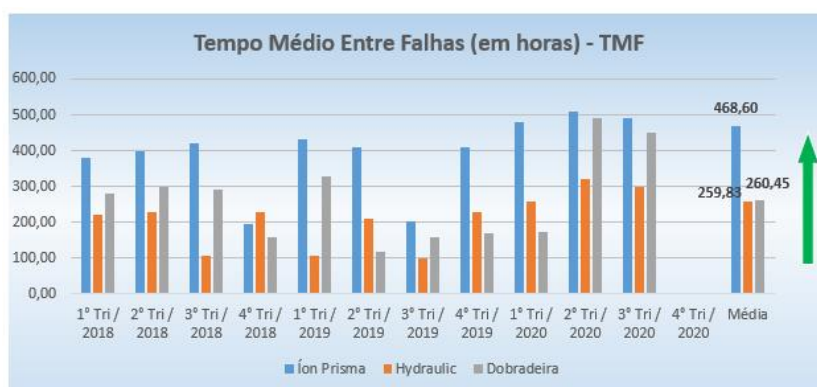


Figura 16 – Tempo Médio entre Falhas - Máquinas críticas (2018 – 2020)

O indicador HMC (Horas de Manutenção Corretiva), cujos dados foram verificados nas mesmas condições do TMF, apresentam um comportamento positivo para o período considerado nas três máquinas analisadas. A Figura 17 mostram uma queda no número de horas gastas com manutenções corretivas. O valor desse indicador relaciona a quantidade de horas que a máquina ficou parada em manutenção corretiva com a quantidade de horas que a máquina ficou disponível para operação. Esse indicador foi definido para um período de três anos com informações trimestrais.

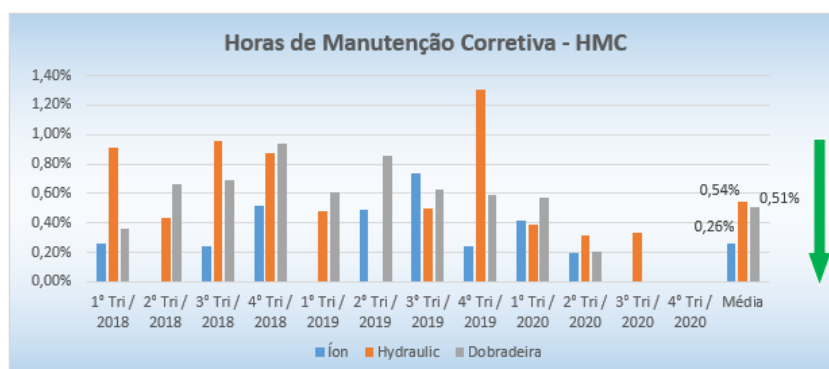


Figura 17 - Horas de Manutenção Corretiva - Máquinas críticas (2018 - 2020)

O indicador CTM (Custo Total de Manutenção) foi analisado de forma diferente dos anteriores, uma vez que, como não havia registros das manutenções antes da implantação, os colaboradores tinham a capacidade de fornecer apenas as datas das manutenções realizadas, e os custos não eram disponibilizados a esses colaboradores. Dessa forma, foi possível analisar os custos das manutenções apenas para o ano corrente. A Figura 18 mostra a relação entre os gastos realizados com manutenção e os gastos previstos pela gerência da empresa para cada máquina. As determinações desses gastos previstos envolvem critério mais complexos de responsabilidade da gestão financeira da empresa, analisando depreciação das máquinas, custos de aquisição de novos equipamentos, entre outros aspectos. Esse indicador relaciona o custo da realização da manutenção com o custo que foi previamente programado para ser usado para determinada máquina.

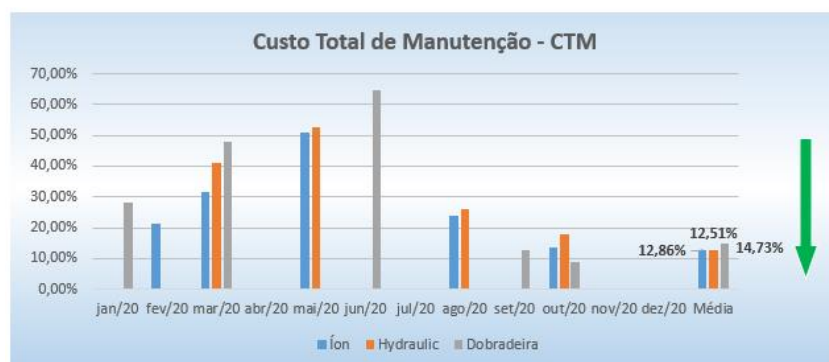


Figura 18 - Custo Total de Manutenção - Máquinas críticas (2020)

Vale a pena ressaltar que, devido ao aumento da demanda por móveis hospitalares ocasionado pela pandemia do coronavírus (COVID-19), alguns dos indicadores tiveram variações consideráveis que podem ser relacionadas ao aumento da disponibilidade das máquinas para cumprir as obrigações de prazo com os clientes.

6. CONCLUSÃO

A implantação da gestão da manutenção na empresa acontece em um momento de aumento significativo na demanda de equipamentos hospitalares devido à pandemia do novo coronavírus. Devido a esse aumento da produção, a empresa aumentou o tempo de trabalho em duas horas por dia, mantendo suas atividades até as 20 horas. Como consequência, as máquinas tiveram um aumento de horas trabalhadas e o acompanhamento preditivo das instalações e

componentes indicará qualquer necessidade de intervenção prévia evitando a paralisação das máquinas essenciais ao processo produtivo.

A manutenção preditiva, através das imagens termográficas dos quadros elétricos, eliminou a necessidade de interromper o processo produtivo para a realização das análises e diminuiu a necessidade de realizar manutenção corretiva, não sendo identificadas anomalias durante as medições. Dessa forma, pode-se considerar um prolongamento na vida útil dos equipamentos, diminuição do consumo de energia elétrica e um aumento na produtividade da indústria, sendo assim, uma ferramenta de extrema importância no aumento da receita e na diminuição dos custos de produção. As paralisações serão planejadas de acordo com os indicadores, observando o tempo médio entre as falhas para cada máquina, as horas gastas com a manutenção do ativo evitando assim o conflito entre a equipe de manutenção e a equipe de produção. O indicador de custo de manutenção auxiliará o gestor financeiro na tomada de decisão quanto à necessidade de substituição do ativo.

Para um trabalho de Implantação da Gestão da Manutenção, o uso de dados coletados através de entrevistas com os colaboradores e sem registros formais, podem ser considerados válidos sendo a única opção no momento, pois as informações obtidas no processamento desses dados possibilitou a elaboração de indicadores, baseados em médias de ocorrências de falhas, que relataram a situação da empresa sem um processo de manutenção estruturado, dando credibilidade a equipe responsável pela execução do plano de manutenção. No entanto, para um melhor acompanhamento e entendimento da saúde dos ativos da empresa, seria mais eficiente o uso de informações mais precisas, processando esses dados com uma estatística mais elaborada, tal como a distribuição Normal e a distribuição de Weibull que são geradas usando o desvio padrão disponibilizando relatórios mais exatos.

A gestão da manutenção desenvolvida de forma gradativa e efetiva em todos os ativos, possibilitará a empresa uma desejável obtenção da certificação de qualidade, posicionando a empresa de forma mais competitiva no mercado nacional de móveis hospitalares.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

KARDEC, A.; NASCIF J. Manutenção: função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.

NEPOMUCENO, L. X. Técnicas de Manutenção Preditiva. Vol. 1. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1999.

DHILLON B.S. ENGINEERING MAINTENANCE A Modern Approach, CRC PRESS Boca Raton. London New York Washington. 2002.

FARIA, Jose Geraldo de Aguiar. Administração da manutenção: sistema P.I.S. São Paulo: E. Blücher, 1994.

XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Produtiva. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

ALMEIDA, M. T. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 19 mar. 2020.

SANTOS, Gilnete Leite; PEREIRA, João Antônio. Utilização da Análise de Componentes Principais em Termografia. Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico – nº 10 – dez.2010 /ISSN 1980-5950.

VERATTI, Atílio Bruno. Sistema Básico de Inspeção Termográfica. UFBA, 2010.

SOUZA, J. B. Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

COELHO, Russell William Sinclair. Aplicação do Conceito de Gestão de Ativos Físicos numa Estação Elevatória de Águas. Trabalho Final de Mestrado. Dez. 2015. Pág.01.

MÁRQUEZ, A. C. et al. The Maintenance Management Framework: a Practical View to Maintenance Management. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 15, n. 2, p. 167-178, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55000: gestão de ativos: visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro, 2014a.

VISSER, J.K. & BOTHA, T.A. (2015), "Evaluation of the importance of the 39 subjects defined by the global forum for maintenance and asset management", South African Journal of Industrial Engineering May 2015 Vol 26(1), pp 44-58.

SLACK, N. Vantagem Competitiva em Manufatura: Atingindo Competitividade nas Operações Industriais. Tradução – Sônia Maria Corrêa. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

TEIXEIRA, T.M.L & SOUSA, J.N. Análise e Priorização de Riscos de Manutenção de Linhas de Transmissão Energizadas. UFRJ, 2018.

PERIARD, Gustavo. Matriz GUT: Guia Completo, 2011. Disponível em:

<<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

SILVA, Andréia da & FERNANDES, José Maria Campos. Proteção de placas eletrônicas em ambientes agressivos. UNIBH, 2013.

Engenharia de Manutenção

GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SANTOS, Danielle Freitas; PRATA, Auricélio Barros. Engenharia de Manutenção. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Biblioteca A, PUC-Go.