



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA



DISCIPLINA: PROJETO DE FIM DE CURSO II - FEMEC41100

**MÓDULO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE
MANUTENÇÃO DENTRO DE PLATAFORMA DE GESTÃO
EMPRESARIAL**

ESTUDANTES:

DANIEL OLIVEIRA SCACCIA - 11621EMC006

GABRIEL BORGES RUGUÊ - 11521EMC019

Uberlândia, 27 de junho de 2023

**DANIEL OLIVEIRA SCACCIA
GABRIEL BORGES RUGUÊ**

Orientador

PROF. DR. EUSTÁQUIO SÃO JOSÉ DE FARIA

**MÓDULO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO
DENTRO DE PLATAFORMA DE GESTÃO EMPRESARIAL**

Projeto de fim de curso apresentado para a Faculdade de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Uberlândia, como item obrigatório para a conclusão da graduação.

UBERLÂNDIA - MG

2023

**MÓDULO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO
DENTRO DE PLATAFORMA DE GESTÃO EMPRESARIAL**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eustáquio São José de Faria
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Edson Pereira Parreira
Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Elaine Gomes Assis
Universidade Federal de Uberlândia

Aprovado em 27 de junho de 2023

UBERLÂNDIA - MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, à nossa família, que sempre foi nossa base, apoio e auxílio para tudo aquilo que almejamos, sendo assim essenciais para tudo que já conquistamos e conquistaremos. Também devemos citar nossos amigos, os quais a maioria nos acompanham desde a infância, obrigado por toda a força e apoio que dedicaram para realização de nossos sonhos.

Por fim, somos gratos à Universidade Federal de Uberlândia, por proporcionar toda a estrutura física e humana para o aprendizado totalmente gratuito, em especial à Faculdade de Engenharia Mecânica, que vem se destacando dentro da instituição durante vários anos como reflexo de todo o profissionalismo e paixão dos envolvidos.

“Os dias prósperos não vêm por acaso, nascem de muita fadiga e persistência. ”
(Henry Ford)

RESUMO

Atualmente, a indústria está mais competitiva do que nunca. Para permanecerem bem-sucedidas e competitivas, as empresas devem se transformar continuamente, reduzindo custos, esforços e riscos. Isso tem levado a um aumento do investimento em ferramentas de gestão, mesmo que tenham um alto custo inicial, pois podem trazer retornos significativos à longo prazo. Como resultado, uma ampla gama de ferramentas foi desenvolvida para diversas finalidades, como gestão administrativa, patrimonial, financeira e operacional. No entanto, essa diversidade também pode tornar a gestão mais complexa e descentralizada. Para resolver esse problema, foi criado o módulo PCM (Planejamento de Controle e Manutenção). Esse sistema permite a gestão da manutenção dos ativos dentro de uma organização e está integrado com o software ERP AudaCorp Management (ADM), desenvolvido pela AudaCorp. Este módulo será contextualizado dentro do processo administrativo geral das empresas que operam e/ou fazem a manutenção de máquinas no dia a dia. O trabalho a seguir demonstrará todo o processo de controle da área de manutenção dentro de um ERP, suas justificativas, benefícios, projetos futuros e o potencial de aliar conhecimentos de engenharia com administração e gestão empresarial. Serão discutidas todas as etapas do desenvolvimento do produto, incluindo as tecnologias e estudos necessários, bem como a utilização e testes realizados pelo cliente no processo produtivo, trazendo a perspectiva do produtor e do cliente.

Palavras-chave: gestão, PCM, ERP, manutenção

ABSTRACT

The industry is currently more competitive than ever before. To remain successful and competitive, companies must continuously transform themselves by reducing costs, efforts, and risks. This has led to an increase in investment in management tools, even if they have a high initial cost, as they can bring significant returns in the long run. As a result, a wide range of tools have been developed for various purposes such as administrative, asset, financial, and operational management. However, this diversity can also make management more complex and decentralized. To address this issue, the PCM (Control and Maintenance Planning) module was created. It allows for the management of asset maintenance within an organization and is integrated with the ERP software AudaCorp Management (ADM), developed by AudaCorp. This module will be contextualized within the general administrative process of companies that operate and/or maintain machinery on a daily basis. The following work will demonstrate the entire process of control of the maintenance area within an ERP, its justifications, benefits, future projects, and the potential of combining engineering knowledge with business administration and management. All stages of the product's development, including the required technologies and studies, as well as the use and testing by the customer in the production process, will be discussed, providing both the producer and customer's perspectives.

Keywords: management, PCM, ERP, maintenance

Lista de figuras

1	Cadastro de ativos	20
2	Cadastro de criticidade	21
3	Cadastro de tipos de manutenção	21
4	Cadastro de prioridade	22
5	Registro de medidor	22
6	Troca de medidores	23
7	Plano de atividade	24
8	Fluxo de ordem de manutenção planejada	26
9	Fluxo de ordem de manutenção corretiva/emergencial (não planejada)	27
10	Nova ordem de manutenção	29
11	Ordem de manutenção	31
12	Agenda de manutenção	32
13	Fluxo de utilização	33
14	Ciclo de utilização	34
15	Diagrama simplificado de relacionamento do Cadastro de Ativos	35
16	Diagrama simplificado de relacionamento do Plano de Atividades	35
17	Diagrama simplificado de relacionamento da Ordem de Manutenção	36
18	Dashboard de custeio	37
19	Dashboards painel	38
20	Resumo de ordem de manutenção	39

Lista de tabelas

1	Custo médio de manutenção	11
---	-------------------------------------	----

Sumário

1	Introdução	2
1.1	Objetivos gerais	2
1.2	Objetivos específicos	3
1.3	Justificativa	3
1.4	Estrutura do trabalho	3
2	Revisão bibliográfica	5
2.1	Evolução da manutenção	6
2.2	História da manutenção	7
2.2.1	Primeira geração	7
2.2.2	Segunda geração	7
2.2.3	Terceira geração	8
2.2.4	Quarta geração	8
2.3	Tipos de manutenção	8
2.3.1	Manutenção corretiva	9
2.3.2	Manutenção preventiva	9
2.3.3	Manutenção preditiva	10
2.4	Planejamento e controle da manutenção (PCM)	11
2.5	Conceitos aplicados	12
2.5.1	Falhas	12
2.5.2	MTTR (<i>mean time to repair</i> - tempo médio para reparo)	12
2.5.3	MTBF (<i>mean time between failure</i> - tempo médio entre as falhas)	12
2.5.4	Disponibilidade	13
2.5.5	Indicadores de manutenção	14
3	Desenvolvimento prático do módulo PCM	15
3.1	Tecnologias	15
3.1.1	Java 6	15
3.1.2	Javascript e HTML 5	16
3.1.3	Banco de dados Oracle e MS SQL Server	16
3.2	Desenvolvimento do produto	17
3.3	Manual de uso	17
3.3.1	Cadastro de ativos	18
3.3.2	Cadastro de criticidade	20
3.3.3	Cadastro de tipos de manutenção	21
3.3.4	Cadastro de prioridades	21

3.3.5	Registro de medidor	22
3.3.6	Troca de medidores	22
3.3.7	Plano de atividades	23
3.3.8	Ordem de manutenção	25
3.3.9	Agenda de manutenção	32
3.3.10	Resumo do fluxo de utilização	32
3.3.11	Exemplo de ciclo de uso	34
3.3.12	Diagramas simplificados de relacionamentos	34
3.4	Gráficos e resultados	36
4	Conclusão	40
	Referências	42

1 Introdução

Dentro do mundo corporativo altamente competitivo que existe hoje, as empresas se vêem obrigadas a estarem sempre visando a inovação e otimização de seus processos para continuarem vivas. Desse modo, a gestão interna adquire papel de grande relevância para garantir o funcionamento otimizado. Junto a isso, com a revolução tecnológica recente e as diversas ferramentas disponíveis no mercado, o investimento em softwares de gestão, como o *Enterprise Resource Planning* (ERP, ou sistema de gestão integrado) cresce exponencialmente.

Os sistemas ERP são atraentes porque unificam as informações, pois surgiram com a promessa de resolver problemas de integração, disponibilidade e confiabilidade de informações ao incorporar em um único sistema as funcionalidades que suportam diversos processos de negócios em uma empresa (OLIVEIRA e RAMOS, 2002). Esse sistema fornece rastreamento e visibilidade global da informação de qualquer parte da empresa e de sua cadeia de suprimento, o que possibilita decisões inteligentes (CHOPRA e MEINDL, 2003).

1.1 Objetivos gerais

Por ser um sistema bastante abrangente, o ERP também engloba o setor de manutenção. A criação do módulo de planejamento de controle de manutenção (PCM), proposta por este trabalho, visa auxiliar na gestão de processos de manutenção em máquinas em geral (veículos, máquinas pesadas, equipamentos e qualquer outro produto que haja necessidade de ser preservado), assim como controlar os custos resultantes.

Esse tipo de funcionalidade já existe há anos no mercado, contudo, o diferencial deste projeto é a sua utilização dentro de um ERP, de modo que propiciará a unificação dos sistemas de gestão utilizados, reutilizando os cadastros, dados e até mesmo a expertise de utilização por parte dos funcionários. O módulo centralizará o cadastro de todos os itens no cadastro de ativos, podendo os demais cadastros do sistema serem vinculados a este, como veículos, máquinas, equipamentos, bens e produtos.

O objetivo do PCM é, basicamente, integrar a gestão empresarial ao controle de manutenção muitas vezes realizado pela equipe técnica responsável. Basicamente, o produto propõe, após amadurecimento de fluxos e completude dos cadastros, que a rotina de trabalho funcione ciclicamente junto à utilização do sistema, de modo que o uso de maquinário cotidiano será organizado, facilitado e otimizado devido às informações presentes nele.

1.2 Objetivos específicos

Quanto à utilização prática, é possível realizar o planejamento das atividades a serem executadas nos planos de manutenção, conforme a exigência da organização e/ou exigências de manutenção do fabricante da máquina. O planejamento possibilita gerar ordens de manutenção automaticamente a partir deste, respeitando a periodicidade previamente estipulada, de modo que viabiliza a montagem de cronogramas de manutenção. Além disso, é possível gerar ordens corretivas para realizar o conserto não programado em ativos, e assim como é feito com a manutenção planejada, permite realizar a gestão da execução e gerir os resultados ocasionados por ela.

O sistema ainda permite manter as etapas dos processos com maior número de dados possível, descrever os materiais que são utilizados no equipamento, fazer uma rotina de manutenção preventiva e programá-la, ter o histórico geral de ordens de manutenção, acompanhar indicadores para ajudar no planejamento, exibir o status de manutenção, controlar o tempo de uso e parada das máquinas e realizar toda a descrição do serviço com riqueza de detalhes.

1.3 Justificativa

A motivação inicial do trabalho foi atender uma demanda não suprida anteriormente, que é a introdução do conceito de manutenção mecânica dentro do ecossistema de um famoso ERP brasileiro, de modo que, do ponto de vista comercial, já seja de interesse de uma grande quantidade de empresas que já utilizam o ERP desde seu lançamento. Além disso, sob uma perspectiva teórica, agrega à indústria nacional aproximando a gestão empresarial com o bom cuidado junto ao maquinário, otimizando as produções, reduzindo custos e aumentando a competitividade das empresas brasileiras no contexto global.

1.4 Estrutura do trabalho

Diante dos pontos apresentados, nesse trabalho, foi criado o módulo PCM. Esse sistema permite a gestão da manutenção dos ativos dentro de uma organização e está integrado com um software ERP no mercado há mais de 30 anos. Este módulo será contextualizado dentro do processo administrativo geral das empresas que operam e/ou fazem a manutenção de máquinas no dia a dia. O trabalho a seguir demonstrará todo o processo de controle da área de manutenção dentro de um ERP, suas justificativas, benefícios, projetos futuros e o potencial de aliar conhecimentos de engenharia com administração e gestão empresarial. Serão discutidas todas as etapas do desenvolvimento do produto, incluindo as tecnologias e estudos necessários, bem como a utilização e testes realizados pelo cliente no processo produtivo, trazendo a perspectiva do produtor e do cliente.

No trabalho, não será mencionado o nome da empresa e o nome do sistema, os quais foram necessários para o desenvolvimento do projeto. AudaCorp será o nome fictício para a empresa e AudaCorp Management (ADM) o nome do sistema utilizado.

2 Revisão bibliográfica

Desde os primórdios, a gestão dos negócios foi uma atividade intrínseca à atividade empresarial em si, mesmo que feita de maneira desorganizada e sem um fim específico. A partir da evolução da tecnologia da informação e desenvolvimento dos computadores, criaram-se os primeiros softwares de gestão de recursos, os MRP (*Materials Requirements Planning*, ou Planejamento de Recursos de Produção), que objetivam otimizar a compra e utilização de recursos a fim de se reduzir desperdícios na produção industrial.

Segundo Oliver Wight, no livro “*Manufacturing Resources Planning*”, conhecido por MRP II, um novo conceito estava sendo construído, o qual visava integrar vários conceitos existentes dentro do processo de manufatura, como o planejamento financeiro, de negócio (estudos primários de vendas, tempo de produção) e também os materiais e inventário. Assim, se popularizou a ideia de que o estudo e planejamento antecipado de diversas variáveis do processo produtivo é essencial para o bom funcionamento das fábricas.

De acordo com Alsène (1999), a ideia de sistemas de informação integrados existe desde o início da utilização dos computadores em empresas, na década de 60. Porém, uma série de dificuldades de ordem prática e tecnológica não permitiram que esta visão fosse implementada em grande parte das empresas.

Davenport e Short (1990) afirmavam, no início da década de 90, que a TI (tecnologia da informação) havia sido utilizada até então para automatizar atividades dentro de departamentos sem uma visão integrada dos processos. Buscava-se um aumento na eficiência local, mas desconhecia-se a performance do processo a qual esta atividade estava ligada. Segundo os autores, “cada departamento (vendas, crédito, faturamento, etc.) achava que tinha otimizado a sua performance, mas o processo como um todo era lento e ineficiente”, e, “quando a TI era empregada, era usualmente com a finalidade de acelerar ou automatizar componentes isolados de um processo. Isso criou problemas de comunicação entre os processos e barreiras para o seu redesenho”. Os autores afirmam também que “um grande problema no redesenho de processos interfuncionais é o fato de que muitos dos sistemas de informação do passado foram desenvolvidos para automatizar áreas funcionais específicas, ou parte de funções. Poucos pacotes foram desenvolvidos para dar suporte a processos completos. Poucas organizações identificaram e criaram modelos de processos interfuncionais existentes ou os redesenharam, e as empresas terão problemas substanciais para desenvolver sistemas interfuncionais sem tais modelos”.

Desse modo, a ausência do enfoque em processos e as pressões para a solução de problemas locais, levaram ao desenvolvimento de sistemas isolados nas empresas, embora existisse a possibilidade de construção de sistemas totalmente integrados. Como resultado, as

empresas terminaram por ficar dependentes de uma série de sistemas diferentes, cujas interfaces dependem de trabalho manual sujeito a erros, e tornaram-se incapazes de fornecer informações de qualidade a respeito da empresa como um todo.

Com isso, os sistemas de gestão foram evoluindo organicamente, agregando-se funcionalidades que eram integradas entre si, possibilitando cada vez mais, maior controle do funcionamento empresarial. Assim, com tamanha integração de gestão entre os processos, criou-se o novo conceito para as ferramentas - *Enterprise Resource Planning* - ERP, uma vez que a gestão já não se restringia mais a processos de manufatura, e sim aos processos empresariais. Os sistemas ERP surgiram, então, explorando a necessidade de rápido desenvolvimento de sistemas integrados, ao mesmo tempo em que as empresas eram (e ainda são) pressionadas para terceirizarem todas as atividades que não pertençam ao seu foco principal de negócios.

Assim, diversas soluções de ERP se disseminaram pelo mundo, desde aquelas mais simples, com público alvo de menor porte, às mais complexas, que atendem os processos produtivos de gigantes multinacionais. Entretanto, nota-se nesse mercado a ausência de ferramentas especializadas em questões específicas, como a manutenção mecânica, de modo que muitas empresas optam por contratar mais de um software para áreas mais seletas do negócio, o que aumenta custos e abre margem para divergência de dados.

2.1 Evolução da manutenção

Manutenção é o conjunto de ações necessárias para garantir o bom funcionamento dos equipamentos, com o objetivo de maximizar a vida útil deles. Dessa maneira, a manutenção assume cada vez mais uma função estratégica nas organizações. Portanto, a manutenção visa corrigir defeitos e, principalmente, impedir que eles ocorram.

A atividade de manutenção não pode ser somente eficaz, bastando apenas reparar o equipamento ou a instalação o mais rápido possível. A atividade de manutenção precisa principalmente manter o equipamento disponível operativamente, evitando a ocorrência de falhas e reduzindo possíveis riscos de uma interrupção de produção indesejada (KARDEC e NASCIF, 2009).

Na economia globalizada, a sobrevivência das organizações depende de sua habilidade e rapidez de inovar e efetuar melhorias contínuas. Desse modo, as empresas vêm buscando novas tecnologias, novas ferramentas de gerenciamento, que as encaminham para uma maior competitividade de mercado.

A manutenção, como função estratégica, é responsável direta pela disponibilidade de ativos, possuindo assim, uma relevância muito grande nos resultados da empresa. Segundo

estudos realizados pela Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN, 2005), o gasto médio com manutenção é de aproximadamente 5% do faturamento bruto total da indústria e o investimento das indústrias com a manutenção, em geral, representa cerca de 4,5% do PIB brasileiro. A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) estimou que o Brasil poderia economizar R\$73 bilhões ao ano com a implementação de fatores presentes na Indústria 4.0. Segundo a ABDI também, os gastos com manutenções podem ser reduzidos em até R\$ 35 bilhões.

2.2 História da manutenção

Na perspectiva histórica, é muito difícil dizer ao certo quando começou a manutenção. Desde a criação de ferramentas e utensílios, o ser humano precisou de alguma forma para mantê-los. Porém, na literatura, considera-se o surgimento da manutenção no final da Revolução Industrial, no século XVIII (COSTA, 2013).

Segundo Alan Kardec e Julio Nascif (2008) e Moubray (1997), pode-se classificar a história da manutenção em quatro gerações.

2.2.1 Primeira geração

Até 1914, ano em que iniciou-se a primeira guerra mundial, a manutenção não era vista como de importância primária. Juntamente à primeira guerra mundial, foi introduzido o conceito de linhas de montagem idealizadas por Henry Ford e isso fez com que as fábricas passassem a necessitar de equipes específicas para efetuar os reparos nas máquinas no menor tempo possível, cujo objetivo era basicamente executar o que hoje é denominado de manutenção corretiva. Além disso, a manutenção não era sistematizada e os serviços eram registrados manualmente e sem muitos critérios.

2.2.2 Segunda geração

Na década de 30, agora devido à segunda guerra mundial e à necessidade de maior rapidez na produção, as indústrias começaram a se preocupar não só na manutenção corretiva, mas também queriam investigar o porquê elas aconteciam, o que é chamado hoje de manutenção preventiva.

Em processo de expansão, as indústrias investiram na mecanização de seus métodos e aumentaram a complexidade a fim de atender a demanda crescente. A busca por melhorias na produtividade incentivou as equipes de manutenção a trabalhar de forma mais padronizada e a não aceitar mais as paradas não programadas.

Entretanto, isso fez com que o custo da manutenção aumentasse consideravelmente, pois as técnicas preventivas consistiam em paradas programadas e trocas muitas vezes desnecessárias de peças.

2.2.3 Terceira geração

Com o desenvolvimento da aviação comercial nos anos 1940 a 1970 e na década de 60, com a difusão dos computadores e a sofisticação de equipamentos de proteção, medição e controle, fizeram com que as atividades de manutenção desenvolvessem critérios de previsão de falhas, que hoje é conhecido por manutenção preditiva. Esses critérios foram associados a sistemas de planejamento e controle informatizados e acarretando o aparecimento de duas grandes áreas formais: a de estudos de ocorrências crônicas e a de PCM - Planejamento e Controle de Manutenção. (FILHO, 2008).

Além disso, as indústrias começaram a colocar em prática sistemas como o *just-in-time*, método projetado para aumentar a eficiência, cortar gastos e reduzir o desperdício de tempo e recursos durante a produção, acelerando, assim, a mecanização e a automação das máquinas.

2.2.4 Quarta geração

No início dos anos 80, os órgãos de manutenção começaram a desenvolver seus próprios programas de gerenciamento automatizado. Em algumas empresas, esta atividade tornou-se tão importante que o PCM passou a se constituir em um órgão de assessoramento à própria supervisão geral de produção. (FILHO, 2008).

Dentro destes novos cenários e contextos, a manutenção passou, então, a ser reconhecida por sua contribuição estratégica para os negócios, através da redução do tempo de paralisação dos ativos, obtida pelos reparos em ritmo expedito das ocorrências com impacto sobre o potencial produtivo (aumento da disponibilidade e produtividade), e do cuidado com a precisão de suas intervenções, possibilitando que os produtos finais pudessem atender a critérios e padrões pré-estabelecidos, melhorando a confiabilidade (FILHO, 2008).

2.3 Tipos de manutenção

O modo como é feito um reparo ou intervenção em uma máquina ou equipamento, caracteriza seu respectivo tipo de manutenção como foi visto anteriormente. Nesse trabalho serão abordados os três principais tipos de manutenção: preventiva, corretiva e preditiva.

2.3.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva caracteriza-se pela execução das ações após o surgimento de uma falha ou defeito em um equipamento. Sendo assim, ela tem como objetivo restaurar um equipamento à condição anterior à falha, de forma que o mesmo venha executar uma função requerida (NBR 5462, 1994).

Esse tipo de manutenção exige altos custos referentes à peças de reposição, horas extras dos funcionários, baixa disponibilidade de produção e ociosidade do equipamento (Almeida, 2000).

Ainda segundo Almeida (2000, p. 2) “(...) O resultado líquido deste tipo reativo de gerência de manutenção é o maior custo de manutenção e menor disponibilidade de maquinaria de processo. A análise dos custos de manutenção indica que um reparo realizado no modo corretivo-reativo terá em média um custo cerca de 3 vezes maior que quando o mesmo reparo for feito dentro de um modo programado ou preventivo.”

A manutenção corretiva se subdivide em duas categorias:

- **Manutenção corretiva planejada:** uma correção de uma falha ou de um desempenho menor do que o esperado, porém se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva (KARDEC e NASCIF, 2009).
- **Manutenção corretiva não planejada:** efetua a correção das falhas de modo aleatório. A natureza desse tipo de manutenção sempre será de caráter emergencial.

2.3.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva, ao contrário da manutenção corretiva, é voltada para que a falha não aconteça, através de manutenções em intervalos de tempo predeterminados.

Esse tipo de manutenção é muito planejado, oferecendo assim, inúmeras vantagens, como por exemplo: o aumento da confiabilidade de um equipamento, reduzindo suas falhas em operação, aumento da duração da vida eficaz de um equipamento, a melhora do planejamento dos trabalhos, a redução e regularização da carga de trabalho da manutenção, facilitação da gerência dos estoques e o aumento da segurança, entre outros (MONCHY, 1989).

O maior problema dessa manutenção é basear-se em estatísticas para programação de paradas sem verificar as variáveis específicas da planta que afetam diretamente a vida operacional normal daquela máquina ou equipamento.

2.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva é o método de manutenção que requer acompanhamento e monitoramento de várias variáveis e parâmetros de desempenho dos equipamentos através de controle estatístico ou métodos específicos, tendo como objetivo estimar o instante exato da intervenção com aproveitamento máximo do ativo, fazendo a predição da falha com maior precisão.

As quatro técnicas desse tipo de manutenção mais utilizadas são:

1. Termografia.
2. Análise de óleos lubrificantes.
3. Análise de vibrações mecânicas.
4. Ensaio por ultrassom.

Ao contrário da manutenção preventiva, a manutenção preditiva baseia-se na performance do equipamento, a manutenção só ocorre quando há sinais de falha iminente, realiza monitoramento constante e possui um maior investimento inicial, entretanto, tem maior economia de recursos e tempo ao longo prazo, com alto retorno de investimento.

Assim, fica claro que a manutenção preditiva tem um papel determinante na continuidade das operações de manufatura. Além de estar muito mais alinhada aos padrões da indústria moderna, que precisa ser ágil, econômica e eficiente, a prática em questão, também traz outros benefícios estratégicos como o aumento da vida útil dos equipamentos, otimização da produtividade (tempo de reparo das máquinas reduzido), prevenção de falhas, redução de custos, garante a segurança dos profissionais (redução dos riscos de acidentes), economia do consumo de energia.

A implementação da manutenção preditiva faz parte de uma série de políticas de monitoramento e prevenção. Dessa maneira, para se implantar a manutenção preditiva deve-se obter um intenso comprometimento gerencial e, além disso, precisa ser bem organizada para ser eficiente quanto ao assunto e à produtividade.

A Tabela 1 apresenta os tipos de manutenção, o custo e a relação entre elas. Através disso, fica muito claro que a manutenção corretiva não planejada tem um custo muito maior que os outros tipos de manutenção.

Tabela 1: Custo médio de manutenção

TIPO DE MANUTENÇÃO	CUSTO US\$/HP/ANO	RELAÇÃO
Corretiva não planejada	17,00 ~ 18,00	2,0
Preventiva	11,00 ~ 13,00	1,5
Preditiva	7,00 ~ 9,00	1,0

Fonte: Artigo - Gestão para a manutenção classe mundial (Xavier, 2005).

2.4 Planejamento e controle da manutenção (PCM)

O planejamento e controle da manutenção (PCM) é responsável por toda a gestão do setor de manutenção, com foco na gestão estratégica para melhorar a produtividade do trabalho operacional. “É um conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, conseqüentemente, da missão da empresa” (SOUZA, 2008, p. 141).

Nesse contexto, o grande foco do PCM é entender, identificar as reais falhas e problemas e definir qual é a melhor solução. Portanto, é de muita importância que a gerência de manutenção faça um acompanhamento dos equipamentos e das máquinas utilizadas na empresa, com o controle das informações, alinhamento das inspeções e definindo ordens de serviço. Para isso, a tecnologia é uma grande aliada. Softwares e aplicativos podem ser utilizados com o objetivo de catalogar equipamentos, programar procedimentos de manutenção, desenvolver históricos e criar padrões de falhas.

Dessa maneira, eles podem ajudar a organização a ganhar mais confiança no bom funcionamento das máquinas, a tomar decisões baseadas em dados e a analisar os custos de cada tipo de manutenção, garantindo uma maior disponibilidade, confiabilidade e manutenibilidade da planta.

O produto integrado ao sistema de gestão empresarial, além de centralizar os dados para fins de histórico, utilização e automatização, permite também a exposição de *dashboards* (um painel de informações que contém métricas e indicadores de performance) que simplifiquem graficamente o desempenho dos processos de manutenção para que o gestor possa analisar. Para isso, o PCM disponibiliza indicadores padrões, como MTTR (*Mean time to repair* - tempo médio para reparo), MTBF (*Mean time between failure* - Tempo médio entre as falhas), disponibilidade, além de dados centralizados sobre tipos de manutenção, entre outros, esses recursos serão melhor detalhados posteriormente.

2.5 Conceitos aplicados

MTBF “*mean time between failures*”, em português, tempo médio entre falhas e MTTR “*mean time to repair*”, tempo médio para reparo, são tipos de indicadores importantes quando se trata de disponibilidade de um equipamento e aplicação dele. Muitos gestores utilizam esses indicadores de desempenho em suas rotinas de controle..

2.5.1 Falhas

A falha é associada à perda total da capacidade de produção de um equipamento, ou seja, o ativo não funciona da maneira adequada e afeta a produção da operação.

Existem três conceitos principais de falha que precisam ser mencionados:

1. **Falha crítica:** falha que provavelmente resultará em condições perigosas e inseguras para pessoas.
2. **Falha aleatória:** ocorrem no período de operação sendo relacionadas à natureza técnica, operacional ou humana.
3. **Falha por desgaste:** acontecem devido ao tempo, condição, vida útil do ativo ou falta de manutenção adequada.

2.5.2 MTTR (*mean time to repair* - tempo médio para reparo)

O MTTR é a média de tempo que se leva para realizar uma correção após a ocorrência de uma falha, ou seja, é o cálculo que avalia a média de tempo que o equipamento demora para voltar à ativa, durante o seu tempo operacional, depois de uma parada. Resumindo, é o tempo que a equipe leva para avaliar o problema e solucioná-lo a cada parada.

Com esse cálculo, o gestor passa a identificar o tempo médio que cada ativo fica parado quando apresenta um problema, sendo que, quanto menor for o MTTR, maior será a eficiência da equipe.

O cálculo do MTTR é realizado através da seguinte fórmula:

$$MTTR = \frac{\text{tempo total de reparo}}{\text{quantidade de paradas}} \quad (1)$$

2.5.3 MTBF (*mean time between failure* - tempo médio entre as falhas)

O MTBF se refere a média de tempo que se passa entre uma falha (parada não programada) e a próxima falha que virá a acontecer. É uma previsão do tempo entre as falhas de uma

máquina durante o seu tempo de operação ou quanto tempo uma peça do equipamento opera sem interrupção. Desse modo, é um indicador que serve para que os gestores definam o desempenho esperado de um equipamento.

O cálculo do MTBF é realizado através da seguinte fórmula:

$$MTBF = \frac{\text{tempo de atividade esperada} - \text{tempo total de paradas}}{\text{quantidade de paradas}} \quad (2)$$

2.5.4 Disponibilidade

A disponibilidade na manutenção é utilizada para mensurar a performance de máquinas. Segundo a NBR 5462, um item está disponível quando consegue executar suas funções com eficiência, no momento em que é necessário.

Para realizar o cálculo da disponibilidade, é possível utilizar os números encontrados a partir do MTBF e o MTTR. A fórmula é a seguinte:

$$DISPONIBILIDADE = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (3)$$

A simplificação da fórmula leva ao seguinte resultado:

$$DISPONIBILIDADE = \frac{\text{Tempo total} - \text{Tempo perdido}}{\text{Tempo total} - \text{Tempo de parada programada}} \quad (4)$$

Existem três principais classificações dessa métrica:

1. **Disponibilidade intrínseca:** a máquina pode desempenhar suas funções, conforme definido no planejamento da planta industrial. Essa métrica exclui tempo de parada para reparos e inspeções e tempo livre do ativo.
2. **Disponibilidade operacional:** define o tempo real em que a máquina ficou em operação, considerando um determinado período. Essa métrica subtrai paradas para manutenção, falta de materiais, espera por peças de reposição, entre outros fatores que levam o equipamento a ficar parado, sem utilização.
3. **Inerente:** é considerado o tempo em que a máquina permaneceu parada para passar por

manutenção corretiva.

2.5.5 Indicadores de manutenção

Os indicadores de manutenção demonstram de forma clara e objetiva todo o acompanhamento dos processos, orientando nas correções caso necessário. Os indicadores são instrumentos de gerenciamento, que medem os resultados de uma empresa. Dessa forma, é possível acompanhar tudo o que acontece na gestão dela. Através dos indicadores, pode-se ver o quanto positiva ou negativa está sendo cada atividade.

Antigamente tinha-se um conceito que a manutenção gerava grandes prejuízos às empresas. Nos dias atuais esse conceito mudou de visão, passou a ser visto de modo de redução de custos, menor número de paradas e quebras dos equipamentos, culminando em maior produtividade. Atualmente, a manutenção aderiu uma série de conceitos e normatizações, com isso, a utilização de indicadores passou a ser mais rotineira nas empresas. De acordo com Petrilli (2011), os indicadores necessitam acompanhar os processos por meio de seus aspectos básicos. As escolhas dos indicadores fica a critério de cada organização.

Os indicadores de manutenção são inúmeros, definidos como: a ordenação das atividades a serem executados, custos, resultados, segurança, qualidade profissional, dentre outros. A ideia do indicador é claramente mostrar de forma percentual a utilização e distribuição das atividades.

3 Desenvolvimento prático do módulo PCM

O módulo PCM originou-se a partir de uma carência dentro do ERP ADM, um dos maiores do Brasil em termos de base de clientes. Esse se destaca entre os competidores justamente por ser robusto e complexo, abrangendo as mais diversas áreas do negócio. Contudo, foi identificado que não havia suporte nativo especializado para esta área crucial do funcionamento de diversos tipos de empresa, a manutenção mecânica de ativos. Essa carência foi enxergada a partir de um pedido de uma empresa cliente AudaCorp, que solicitou a criação de uma personalização do software para atender demandas internas de manutenção que eram, até então, controladas por planilhas. Com isso, vislumbrada a possibilidade de escala da solução, essa personalização foi feita de modo que pudesse ser transformada em produto, sendo assim mais completa que o encomendado e útil para vários outros futuros clientes.

Todo o desenvolvimento foi pautado a partir do conhecimento técnico dos envolvidos, além da expertise de uso de sistemas voltados para manutenção mecânica. Outro ponto que auxiliou foi o contato direto com um cliente que possuía a necessidade de imediato, de modo que diversas funcionalidades foram desenvolvidas e validadas em produção durante a fase de criação.

Assim, o PCM nasceu visando atender os clientes como um produto especializado, mas ao mesmo tempo integrado ao ERP, reutilizando-se de dados que auxiliam na gestão (principalmente a partir de dashboards e indicadores gerados dentro do próprio produto), garantindo integridade de informações, economia e praticidade.

3.1 Tecnologias

Como o desenvolvimento foi feito junto ao ADM, as tecnologias utilizadas estavam limitadas àquelas que constituem o software já existente. Com isto, o ponto negativo é que foi necessária a utilização de tecnologias já consideradas antigas, porém foi poupado esforço relevante em questões de desenvolvimento, como questões estruturais de configurações de servidor, sistemas de autenticação e outros pontos necessários para se criar um software.

3.1.1 Java 6

O Java é uma linguagem de programação criada em 1995, por James Gosling, então funcionário da empresa Sun Microsystem. Hoje, trata-se de uma das linguagens mais conhecidas e utilizadas em todo o mundo, principalmente por sua portabilidade - facilidade de se criar aplicações diversas a partir dela - e escalabilidade, que é a facilidade de se adaptar um programa de acordo com seu crescimento.

Como o ADM é um sistema criado há 30 anos e muito robusto, a dificuldade de

atualização da versão utilizada nos códigos é alta, de modo que a versão utilizada no momento do desenvolvimento foi o Java 6, mesmo que a versão 13 da tecnologia já estivesse disponível no mercado. Embora isso não tenha sido um impeditivo, foi um obstáculo devido à ausência de recursos úteis como *Streams* e, principalmente, à ausência de materiais e fontes de pesquisa para a solução de dúvidas específicas da versão.

Embora o Java possua inúmeros *frameworks* utilizados globalmente, nenhum foi aplicado na criação do PCM, uma vez que a própria AudaCorp desenvolveu um *framework* próprio para o desenvolvimento *back-end*, de modo que este se mostrou mais viável por já ter diversas funcionalidades específicas e úteis para o software em questão.

3.1.2 Javascript e HTML 5

Para a camada visual, ou *front-end*, a linguagem de programação utilizada foi o JavaScript. Este, assim como o Java, é bastante difundido nos sistemas atuais, sendo utilizado pela grande maioria dos navegadores de internet. Já o HTML 5 é a versão mais atual do HTML (*HyperText Markup Language*), que consiste em uma linguagem de marcação que serve como componente básico da *web*, organizando as informações que serão apresentadas ao usuário final.

Como o produto é integrado ao ERP, este foi desenvolvido utilizando-se os mesmos padrões visuais, de modo que a grande maioria das telas foi feita a partir de componentes prontos da AudaCorp, reduzindo consideravelmente o esforço para o desenvolvimento dessa parte. O *framework* utilizado foi o AngularJS, mais uma vez devido a já utilização deste dentro do ADM em si.

3.1.3 Banco de dados Oracle e MS SQL Server

Banco de dados é uma coletânea de dados, onde é possível recolher, armazenar e promover o acesso facilitado às informações de consulta dos dados. Eles são organizados e projetados para atender a uma proposta específica de alta complexidade, de acordo com o interesse dos usuários.

Para o banco de dados, foram utilizados tanto o Oracle, quanto o MS SQL Server, que são os utilizados pelas aplicações do ADM. Não foi necessário nenhum esforço de configuração de banco de dados, criação e/ou integração com o código, uma vez que toda essa estrutura já estava pronta no *software* base, foi necessário apenas a criação dos scripts necessários para a composição do sistema de tabelas do produto, sendo estes armazenados em um *software* também provido pela AudaCorp que realizava automaticamente todo o versionamento do banco para os clientes.

3.2 Desenvolvimento do produto

A criação do produto foi subdividida em três etapas: prototipação, desenvolvimento e comercialização. Na prototipação, foram feitos levantamentos internos e com clientes acerca das necessidades e possibilidades do módulo, sendo que as telas principais foram criadas no aplicativo FIGMA com caráter unicamente visual para facilitar entendimento das partes e validar os pontos levantados nas discussões de modo mais prático, uma vez que simulava a utilização.

Após validadas as funcionalidades, estas eram desenvolvidas via código, criando-se as regras de negócio, telas e tabelas necessárias. Uma vez desenvolvidas, atualizava-se uma base de testes interna com uma instância do ADM já populada com dados fictícios que simulavam uma empresa real, de modo que todo o desenvolvimento era previamente testado pela equipe de negócios da empresa antes de ser encaminhado ao cliente.

Como toda a evolução do produto foi pautada na metodologia ágil, SCRUM, o processo de comercialização e entrega aos clientes foi feito em partes, uma vez que foram feitas diversas entregas de funcionalidades específicas do produto que funcionam independentes e se complementam ao fim para a entrega completa. Durante o MVP (*Minimum Viable Product* – ou Produto Mínimo Viável), a versão mais simples do produto foi comercializada apenas com uma empresa que foi a responsável pelo início do projeto. Após a consolidação e estabilização do sistema, este foi aberto para vendas na base de clientes da AudaCorp.

3.3 Manual de uso

A utilização do PCM foi pensada de acordo com o padrão de uso do ADM, de modo que este fosse visto basicamente como um recurso nativo, sem a necessidade de aprendizado extra por parte dos usuários. O intuito é que os mesmos funcionários que cuidam da gestão de outras áreas pudessem atuar na gestão dos recursos de manutenção, salvo exceções de planejamentos e utilizações específicas, que seria necessário o auxílio de um profissional especializado na área.

O fluxo de uso é subdividido em quatro etapas:

1. **Cadastros:** etapa em que é feita a preparação da base de dados para uso de acordo com as necessidades específicas da empresa. Aqui, se inserem dados como: ativos a serem controlados pelos processos de manutenção, tipos de manutenção abrangidos pelos processos da companhia, criticidade dos processos, especificando-se prazos e prioridades para cada um, modelos de notas, além de todos os outros cadastros nativos do ERP, como centros de custos, parceiros, locais de estoque, etc.
2. **Planejamento:** assim que finalizados os cadastros, o sistema se torna pronto para se realizar o planejamento das atividades. Neste momento, o engenheiro responsável pela

área de manutenção na empresa pode criar planos de manutenção preditiva e preventiva para os ativos cadastrados. Nesse planejamento são especificadas todas as atividades que devem ser realizadas na ordem de manutenção, além da periodicidade (medida por horímetro, hodômetro ou data) que esta deve ser realizada, bem como os responsáveis e produtos a serem utilizados, além de outros dados que serão esclarecidos posteriormente.

3. **Ordens de manutenção:** momento em que o fluxo se consolida na prática em que são geradas as ordens de manutenção (OM) planejadas e/ou corretivas. Neste ponto, caso a OM seja planejada, todas as especificações feitas são transportadas para a ordem, e, após realizada, são inseridos todos os dados de tempo, materiais gastos, geradas ordens de compra e, enfim, avaliadas as atividades necessárias. É possível gerar ordens de manutenção corretivas diretamente, bem como são geradas automaticamente a partir de inconformidades encontradas dentro da execução das atividades planejadas.
4. **Análise de dados:** um recurso essencial para o gestor de qualquer empresa é possuir uma interpretação gráfica sumarizada das atividades de cada departamento. O PCM conta com *dashboards* especializados para demonstrativos de eficiência da área de manutenção da empresa, exibindo dados de gastos, números de não conformidades, tempo médio para a realização de cada OM, entre outros. É importante ressaltar que dentro do ERP já existe um recurso nativo de construtor de *dashboards* e, como todas as tabelas do produto são integradas ao sistema, é possível construir facilmente quaisquer *dashboards* específicos desejados dentro dos dados armazenados no produto.

Abaixo, serão detalhadas algumas telas importantes para o funcionamento do produto de acordo com a ordem previamente descrita de uso.

3.3.1 Cadastro de ativos

Nesta tela (figura 1), se inicia o fluxo de uso do módulo PCM. Aqui serão cadastrados todos os ativos que estarão sujeitos a determinada ação de manutenção dentro do sistema. Por ativo, entende-se qualquer objeto que, durante sua vida útil, estará sujeito a procedimentos de manutenção. Para fins de cadastro no sistema, esse ativo deverá ser previamente inserido no sistema sob um dos seguintes cadastros:

- Veículo (cadastro de veículos nativo do ADM)
- Máquina (cadastro de máquinas do módulo de produção do ADM)
- Equipamento (cadastro de equipamento dentro do próprio PCM)
- Bem (cadastro de bens do módulo patrimonial do ADM)

- Maquinário (cadastro de maquinário do módulo FARM do ADM)

Alguns dados são preenchidos automaticamente após selecionado o ativo, como por exemplo a descrição e o código/placa/tag, se houver, podendo esses serem editados. Existem, nessa tela, outras diversas informações de controle úteis aos usuários, sendo essas:

- **Local:** local pré-cadastrado no sistema onde se encontra o ativo fisicamente.
- **Centro de trabalho/custo:** cadastro nativo do sistema em que se especifica, quando existente, o centro de custo dentro da empresa ao qual este ativo se refere.
- **Família:** campo utilizado para agrupamento de ativos, por exemplo: escavadeiras, motoserras, etc.
- **Cliente:** informa-se, se existente, em qual cliente o ativo está alocado.
- **Escala de trabalho:** especificação da carga horária a qual o ativo estará sujeito durante sua utilização, sendo esta utilizada pelo sistema para fins de cálculos de previsões de entregas de ordens de manutenção em dias.
- **Tipo de controle:** campo que indica qual o tipo de medição do ativo, sendo possível ser em horas, quilômetros ou metros.
- **Leitura atual do medidor:** demarcação de quantidade utilizada pelo ativo de acordo com o tipo de controle. Este dado só é editado no cadastro do ativo e atualizado posteriormente por meio das ordens de manutenção e nas telas “Troca de medidores” e “Registro de medidores” do PCM.

Para cada ativo podem ser vinculados diversos componentes (pré-cadastrados no cadastro de componentes que será citado posteriormente), sendo que estes sejam partes específicas do ativo que podem ser mantidas separadamente, por exemplo um rolamento que seja utilizado pelo ativo. Este controle é utilizado durante a ordem de manutenção para a solicitação de compra de peças, quando necessário. Para ser ainda mais específico, cada componente pode ser subdividido em peças (previamente incluídas no cadastro de produtos nativo do sistema), de modo que auxiliará também na solicitação de compra da ordem de manutenção.

Esta tela também conta com algumas abas informativas e de histórico:

- **Ordem de manutenção:** aba que registra todas as manutenções realizadas para o ativo, com a opção de direcionar o usuário para a tela detalhada de cada uma.
- **Troca de medidores:** histórico de trocas de medidores do ativo, informando datas da troca, leitura do medidor antigo, entre outras informações.

- **Histórico de leitura:** apresenta o histórico de atualizações da leitura do medidor atual, informando o momento e onde esta foi feita, sendo via ordem de manutenção, registro de medidor ou abastecimento.
- **Histórico de locais:** registro de todos os locais onde o ativo foi direcionado, de acordo com a funcionalidade ‘Encaminhamento de ativos’ da tela de ‘Ordem de manutenção’, que será explicada posteriormente.
- **Histórico de planejamento:** expõe os planos de atividade (manutenção preventiva/preditiva) aos quais o ativo está inserido.

Figura 1: Cadastro de ativos

The screenshot shows a web application interface for asset registration. At the top, there's a header with 'ATI' and a star icon, followed by '7 - Ativo teste UFU'. Below this is a 'Foto Ativo' section with a blue logo. The main form contains several input fields: 'Cód. ativo' with the value '7', 'Item Ativo' with a green checkmark, 'Referência de Cadastro' set to 'Produto', 'Cód. referência' with '76' and 'Produto teste UFU', and 'Descrição' with '* Ativo teste UFU'. Below the form are four tabs: 'Informações Complementares' (selected), 'Componentes', 'Ordem Manutenção', and 'Histórico de Planejamento'. The 'Informações Complementares' tab contains a list of fields with search icons or dropdowns: 'Local', 'Centro de Custo', 'Projeto', 'Centro de Trabalho', 'Cliente', 'Tipo de Controle', 'Leitura Acumulada do Medidor', 'Fornecedor', 'Familia', 'Data início de funcionamento', 'Leitura Atual do Medidor', 'Natureza', 'Validade (em dias)' (set to 0), 'Data da última Calibração', 'Data da próxima Calibração', and 'Chassi'.

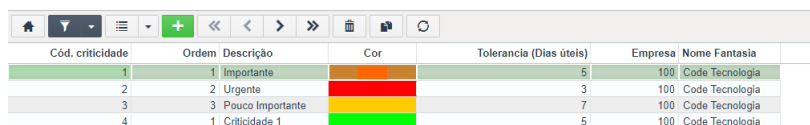
Fonte: Autor.

3.3.2 Cadastro de criticidade

Trata-se de uma tela bem simples (figura 2), que servirá apenas como referência de cadastro para criticidade de etapas que serão divididas na ordem de manutenção. Nela, se informa uma descrição de acordo com a nomenclatura habitual da empresa cliente, uma tolerância, que corresponderá à margem para que seja realizada uma manutenção corretiva em caso de não conformidade da etapa em que esta criticidade estará vinculada na ordem de manutenção, sendo de acordo com o tipo de controle do ativo. Também é vinculada uma cor que será utilizada na

avaliação de etapas da ordem de manutenção, a fim de se finalizar a visualização e separar as etapas por criticidade.

Figura 2: Cadastro de criticidade



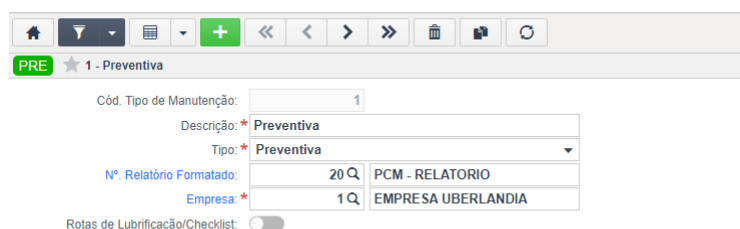
Cód. criticidade	Ordem	Descrição	Cor	Tolerancia (Dias úteis)	Empresa	Nome Fantasia
1	1	Importante	Amarelo	5	100	Code Tecnologia
2	2	Urgente	Vermelho	3	100	Code Tecnologia
3	3	Pouco Importante	Verde	7	100	Code Tecnologia
4	1	Criticidade 1	Verde	5	100	Code Tecnologia

Fonte: Autor.

3.3.3 Cadastro de tipos de manutenção

Em “Tipos de manutenção” (figura 3), o usuário informará quais os tipos de manutenção utilizados dentro da empresa, sendo informada uma descrição para este e um vínculo a um dos tipos predefinidos no campo “Tipo”, sendo eles: corretiva, preventiva, preditiva, inspeção e predial. Esses dados serão utilizados posteriormente para formulação de planos de atividades e qualificação de ordens de manutenção.

Figura 3: Cadastro de tipos de manutenção



PRE ★ 1 - Preventiva

Cód. Tipo de Manutenção: 1

Descrição: * Preventiva

Tipo: * Preventiva

Nº Relatório Formatado: 20 Q PCM - RELATORIO

Empresa: * 1 Q EMPRESA UBERLANDIA

Rotas de Lubrificação/Checklist:

Fonte: Autor.

3.3.4 Cadastro de prioridades

Cadastro informativo em que se informa uma descrição, ordem e cor para a prioridade, sendo que os dados serão posteriormente vinculados às ordens de manutenção e, assim, estas serão reorganizadas na tela (figura 4) de acordo com a ordenação de prioridade informada.

Figura 4: Cadastro de prioridade

Cód. Prioridade	Descrição	Ordem	Cor	Empresa	Nome Fantasia
1	Alta		Red		
2	Média		Yellow		
3	Baixa		Cyan		
4	Urgente		Magenta		

Fonte: Autor.

3.3.5 Registro de medidor

Tela (figura 5) utilizada para se atualizar a marcação do medidor de determinado ativo. Nela, se informa o ativo, a leitura atual observada no medidor e a data desta leitura, de modo que esse dado é atualizado dentro do cadastro do próprio ativo no campo "Leitura atual do medidor".

Figura 5: Registro de medidor

Ativo: * 22 Q New Holland 2

Medidor atual: * 50,00

Usuário de alteração: 0 Q SUP

Data: * 18/01/2022 00:00

Fonte: Autor.

3.3.6 Troca de medidores

Utilizada para a atualização dos medidores atual e acumulado do ativo, quando ocorre a quebra, e posterior troca do equipamento (horímetro, odômetro, etc) como pode-se visualizar na Figura 6. Os campos “Medição atual do ativo” e “Medição acumulada do ativo”, atualizam os campos de mesmo nome do cadastro do ativo.

Caso o usuário tenha a informação da medição antes de efetuar a troca do medidor, deve-se informar no campo “Medidor antes da troca”. É informado também a “Data da troca” e após salvar o registro, o sistema pergunta se deseja atualizar o medidor, e, caso não, há a opção manual no botão ‘Atualizar Medidor’ para efetuar o processo.

Figura 6: Troca de medidores

Ativo	Descrição	Medição atual do ativo	Medição acumulada do ativo	Data da troca	Medição antes da troca	Medição atual	Status	Usuário atualização	Nome	Dt. atualização
22	New Holland 2	233	233	17/01/2022		0	Atualizado	0 SUP		25/01/2022 12:35
22	New Holland 2	105	105	17/01/2022		0	Atualizado	0 SUP		25/01/2022 12:32
3	Savero Robot 1.0 MC	6000	6000	29/01/2022		1000.55	Atualizado	0 SUP		29/01/2022 17:23
1	Jhon deere	12	12	09/02/2022		0	Atualizado	0 SUP		09/02/2022 17:34
1	Jhon deere	0	0	22/12/2021		0	1.2 Atualizado	0 SUP		22/12/2021 12:18
1	Jhon deere	0	0	22/12/2021		0	1.2 Atualizado	0 SUP		22/12/2021 12:18
1	Jhon deere	0	0	17/01/2022		2.1	Atualizado	0 SUP		17/01/2022 19:48
1	Jhon deere	0	0	22/12/2021		0	Atualizado	0 SUP		22/12/2021 12:07
1	Jhon deere	0	0	22/12/2021		1	Atualizado	0 SUP		22/12/2021 12:16
1	Jhon deere	12	12	09/02/2022		0	Atualizado	0 SUP		09/02/2022 17:49
2	VW Correlation Truck	8106	8106	17/01/2022		10.5	Atualizado	0 SUP		17/01/2022 19:00
8	Embraer Legacy 500	0	0	17/01/2022		1.1	Atualizado	0 SUP		17/01/2022 11:47
8	Embraer Legacy 500	0	0	13/12/2021		-11111	Atualizado	0 SUP		13/12/2021 18:40

Fonte: Autor.

3.3.7 Plano de atividades

O maior diferencial de um sistema integrado é a possibilidade de automatização de processos. O planejamento de atividades, portanto, é o método criado dentro do PCM para automatizar o processo de agendamento, planejamento e execução de ordens de manutenção antecipadamente. Como o sistema não necessariamente será utilizado pelo engenheiro responsável, este será necessário somente no procedimento do planejamento, onde serão apontadas as etapas, periodicidade, equipamentos e responsáveis sob todos os procedimentos necessários.

A tela "Plano de atividades"(figura 7) foi criada para possibilitar essa automação da solicitação de Ordens de Manutenção planejadas. Nela, o responsável criará planos de manutenção (preventiva, preditiva, rotas de lubrificação, inspeção e lista de verificações) periódicos (por horas, dias, meses, metros e quilometragem). Inicialmente, serão preenchidos dados gerais do cabeçalho:

- **Descrição:** como será nomeado o plano de atividades.
- **Ciclo de inspeção:** dado que representará a unidade de planejamento (horas, dias, meses, metros e quilometragem).
- **Periodicidade:** quantidade de unidades (selecionada no ciclo de inspeção) para a geração de cada ordem de manutenção.
- **Criar alerta:** caixa de seleção onde o usuário irá informar se é necessário enviar algum alerta aos responsáveis quando necessário.
- **Alertar faltando:** caso 'Criar alerta' esteja marcado, se informa a quantidade de unidades restantes serão consideradas para envio do alerta.
- **Tolerância:** quantidade de unidades permitidas de atraso até que o status da ordem seja efetivamente considerada atrasada (uma vez que prazos podem ser considerados com antecedência).

- **Tipo de manutenção:** busca de cadastro anterior de tipos de manutenção.

Para cada plano de atividades, poderão ser vinculados, por meio de abas anexas ao cabeçalho, algumas informações:

- **Etapas:** aba utilizada para descrição das etapas em que a ordem de manutenção será executada, de modo que seja possível ao executante fazer o acompanhamento e posteriormente análise se todas foram cumpridas em conformidade ao solicitado. Para cada etapa é determinada uma ordem de execução, o tempo estimado a ela, a criticidade dela e, se necessário, o componente em que esta será executada. Também há espaço para adicionar observações/recomendações pertinentes ao executante e informar se gera ordens de manutenção corretivas em caso de não conformidades. Por último, cada etapa possui uma aba de produtos onde são inseridas todas as matérias primas e ferramentas necessárias a ela.
- **Ativos:** aba onde se informam todos os ativos que farão parte deste plano de atividades, de modo que, de acordo com a periodicidade, sejam geradas ordens de manutenção para cada um deles quando necessário. Para cada ativo se informa uma data base (de início da vigência do plano) e uma data final, quando este plano não será mais executado a ele. Por fim, também há a opção de se acrescentar um responsável (desde que já cadastrado no sistema) para as ordens de manutenção desse ativo.
- **Referências dos ativos:** aba utilizada caso o plano se refira a uma série de produtos semelhantes (um exemplo disso ocorre quando deve ser realizado um procedimento de manutenção em uma série de cem ventiladores, cadastra-se apenas um ativo e utiliza-se da aba de referências para referenciá-lo ao produto ventilador).

Figura 7: Plano de atividade

Etapa	Ordem	Tempo	Criticidade	Descrição (Cadastro de Criticidade)	Recomendações
Retirar painel de retenção do óleo do filtro	1	00:05	1 Importante		Retire o painel de retenção de óleo do filtro, afrouxe o filtro com a chave de filtro útil, deixando o óleo escoar. Retire o filtro. Estregue um pouco de óleo novo na junta do novo filtro.
Colocar novo óleo	2	00:10	1 Importante		
Chegar o funcionamento com o óleo	3	00:02	1 Importante		Enquanto o carro ainda está levantado, execute o motor por ao menos 30 segundos. Verifique agora se existem vazamentos em torno do filtro. Se identificar algum, desligue o motor.
Reciclar o antigo óleo	4	00:05	1 Importante		Não despeje o óleo refinado em qualquer lugar. Guarde e depois leve para reciclagem.

Fonte: Autor.

3.3.8 Ordem de manutenção

A ordem de serviço (O.S) ou ordem de manutenção (OM), é um detalhamento escrito que define as ações a serem tomadas em relação a um equipamento (Viana, 2014), ou seja, formaliza a execução de uma determinada tarefa. Pode-se destacar os elementos de uma O.S. como: profissional responsável, número da ordem de serviço, natureza do ativo e seu grau de criticidade, descrição do problema, local de prestação de serviço, data e hora, tipo de serviço a ser realizado e instrumentos necessários para execução da tarefa.

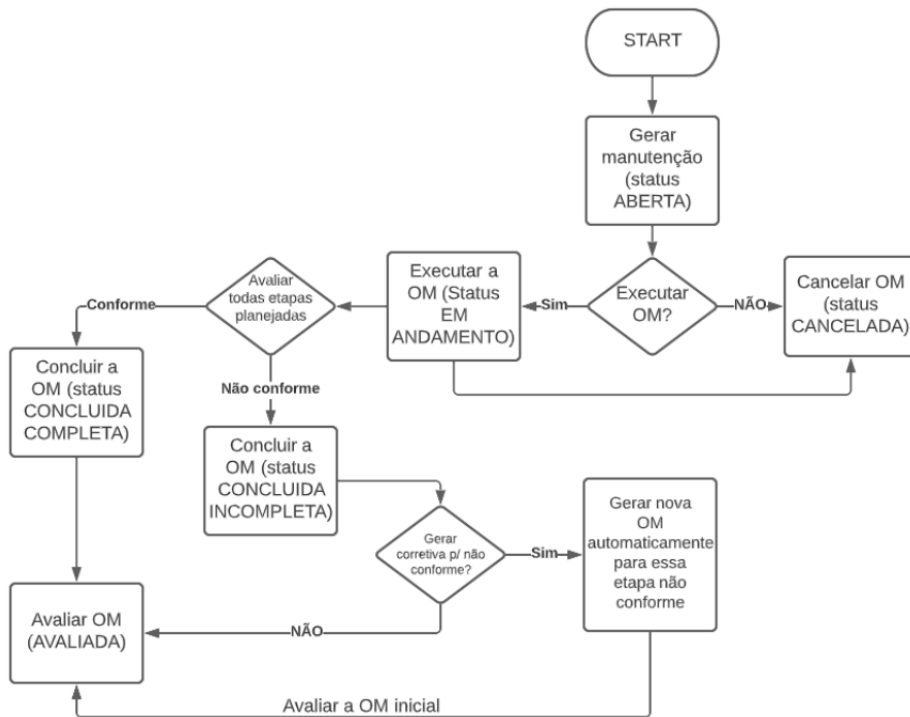
A tela de Ordem de Manutenção é o produto final resultante de todas as outras apresentadas anteriormente. É onde registra-se toda a atividade prática voltada à manutenção executada nos ativos da empresa, sendo ela oriunda de um plano de atividades ou lançada diretamente na tela (corretiva/emergencial).

Trata-se do recurso mais rico em funcionalidades de todo o sistema, uma vez que sintetiza tudo que constrói o PCM seja com as informações necessárias ao executor, integração com outros módulos como o financeiro no lançamento de notas fiscais e, enfim, na avaliação do trabalho realizado no maquinário pelo responsável técnico, de modo que seja armazenado todo o histórico de trabalho realizado dentro de cada ativo da empresa.

As ordens de manutenção são geradas por dois meios:

1. **Planejado:** Ao se incluir um ativo dentro do Plano de Atividades, é gerada uma ordem automaticamente de acordo com os dados informados no plano, sendo que o prazo é calculado a partir da data base e periodicidade previamente cadastradas. Assim, toda vez que uma ordem planejada é concluída, surge a opção de gerar uma nova seguindo o planejamento periódico estipulado pelo responsável que, caso seja negada, o ativo é removido do plano de atividades. Na figura 8 é apresentado o fluxo de ordem de manutenção planejada.

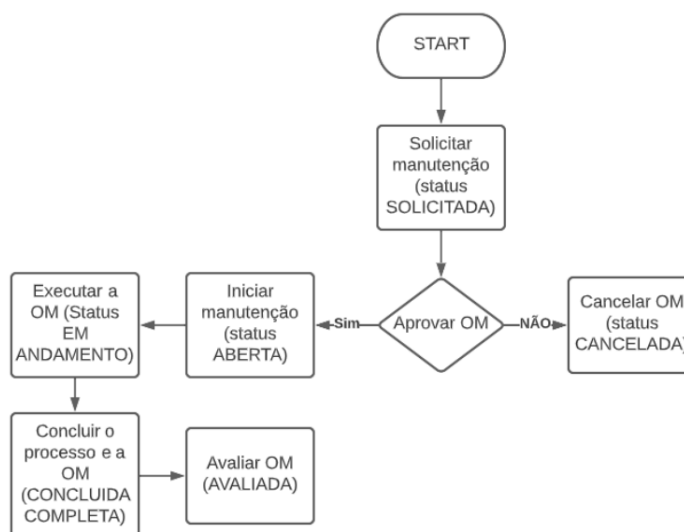
Figura 8: Fluxo de ordem de manutenção planejada



Fonte: Autor.

2. **Corretivo/emergencial:** Compõe a necessidade de registro de manutenções corretivas realizadas no ativo. Nesse caso, o registro é gerado dentro da própria tela de Ordem de Manutenção, sendo cadastrada com o status de "Solicitada", de modo que as ações só serão liberadas à medida que um usuário responsável a aprovar, podendo ele editar informações pertinentes antes dessa aprovação. Na figura 9 é apresentado o fluxo de ordem de manutenção não planejada.

Figura 9: Fluxo de ordem de manutenção corretiva/emergencial (não planejada)



Fonte: Autor.

As ações respectivas à cada ordem no sistema variam de acordo com o status que ela se encontra, sendo eles:

- **Solicitada:** quando uma OM corretiva é criada e ainda não foi aprovada pelo responsável.
- **Aberta:** OM aprovada, disponível para a realização de apontamentos. Ordens geradas por meio de um plano de atividades já são automaticamente cadastradas como "Abertas".
- **Cancelada:** quando o usuário aprovador entende que a OM solicitada não é pertinente e clica no botão "Cancelar OM", informando-se o motivo do cancelamento.
- **Em andamento:** Assim que é realizado algum apontamento dentro de um OM em aberto, seu status é alterado automaticamente para "Em andamento", registrando-se que já foram realizadas atividades naquele ativo relativas à ordem em questão.
- **Concluída (completa/incompleta):** após a realização de todos os apontamentos, o responsável seleciona o botão "Concluir OM", informa a data e hora de conclusão e o tempo de máquina parada, encerrando-se portanto a Ordem de Manutenção. Caso a execução apresente inconformidades, esta se dá como concluída incompleta, se não, concluída completa.
- **Avaliada:** ao fim do processo, o responsável poderá avaliar o serviço executado no ativo, podendo informar detalhes a respeito de execução, resultado e notas para os prestadores de serviço que ali atuaram.

O cadastro de ordens de manutenção corretivas é feito a partir da própria tela (figura 10), sendo necessário clicar no botão "Cadastrar Ordem de Manutenção". Assim que selecionado, abre-se um pop-up para preenchimento dos dados necessários nesse cadastro:

- **Ativo:** informa-se o ativo ao qual a OM irá se referir.
- **Tipo de OM:** dado preenchido conforme a categorização das ordens de manutenção na empresa, sendo ele previamente cadastrado na tela "Tipos de manutenção".
- **Sintoma:** dado que representará o motivo inicial para a abertura do chamado.
- **Prioridade:** informação referente ao grau de urgência do requerimento.
- **Afeta produção:** caixa de seleção que representará se os trabalhos a serem realizados interferem na linha de produção.
- **Retrabalho:** caixa de seleção informativa que deve ser marcada caso a OM seja oriunda de outra previamente executada, sendo que esta deverá também ser informada.
- **Data e hora de entrada:** dado referente ao momento da criação da solicitação.
- **Atividade terceirizada:** caixa de seleção para indicar se o chamado será realizado por terceiros ou internamente na empresa.
- **Descrição:** campo de texto em que o solicitante informa brevemente detalhes sobre o requerimento para a avaliação do responsável.

Figura 10: Nova ordem de manutenção

Nova Ordem de Manutenção

Ativo * **Local**

Ordem de Manutenção

Tipo de OM * **Sintoma *** **Prioridade ***

Afeta produção Retrabalho OM Origem

Data e hora de entrada *

Atividade Terceirizada

Descrição *

Cancelar Nova OM

Fonte: Autor.

Ao concluir, será gerada, como citado anteriormente, uma solicitação para o responsável avaliar e aprovar ou cancelar. Assim que aprovada, estará disponível para consulta e apontamentos.

Inicialmente, quando se seleciona uma OM são apresentados dados não editáveis referentes a ela. À esquerda há um resumo do requerimento, onde se consultam basicamente todos os dados citados no cadastro, mesmo que esta seja planejada. No canto direito estão as informações sobre o ativo, tais como: foto do ativo, descrição, número de série/código, fornecedor, local, centro de custo, cliente, centro de trabalho, medidor atual, medidor acumulado.

Abaixo estão as abas, que compõem o corpo da OM:

- **Geral:** aba que resume informações referentes à execução do requerimento e alguns de seus indicadores, separados em dois grupamentos:
 1. **Execução da ordem de manutenção:** seleção de dados informativos referentes aos apontamentos realizados: data e hora de conclusão (caso concluída), status atual da OM, tempo estimado de execução, tempo de máquina parada, tempo total trabalhado e tempo improdutivo total, sendo os três últimos calculados a partir dos apontamentos

realizados na aba "Lançamentos".

2. **Controle de medidor:** quando há controle por algum tipo de medidor (horas, quilômetros, metros) esse grupamento reúne os dados necessários para esse controle: leitura medidor do Ativo (dado referente ao cadastrado no ativo), leitura atual do medidor (dado informativo que atualizará a leitura do ativo ao término da OM) e medidor limite para controle de atraso. Caso a leitura atual do medidor seja menor que a cadastrada no ativo, é solicitado um ajuste nas informações preenchidas ou, caso elas estejam corretas, o usuário é redirecionado à tela de "Troca de medidores".
- **Lançamentos:** local onde são registrados os apontamentos das atividades executadas durante a resolução da OM. Para cada apontamento, são informados: parceiro executante, dia trabalhado, hora de início, hora de fim e descrição do serviço. Também é possível inserir, para cada apontamento, registros de improdutividade, como por exemplo: espera por peças, mal tempo, entre outros.
 - **Etapas:** dados referentes às etapas de execução do requerimento informadas pelo responsável técnico. Esses dados, em caso de OM planejada, são importados do plano de atividades, podendo, de acordo com a liberação de acessos, serem editados pelo usuário. Para cada etapa são também cadastrados os produtos necessários a ela, que também alimentarão a aba "Solicitação de Materiais".
 - **Avaliação de etapas:** aba populada pela aba de "Etapas", onde todas as etapas cadastradas são listadas a fim de serem avaliadas. Para cada uma, o responsável informará se ela está "Conforme", "Não conforme" ou se "Não se aplica". Em casos de não conformidades, poderão ser geradas ordens de manutenção corretivas para cada uma.
 - **Solicitação de materiais:** é comum durante a execução de uma ordem de manutenção, que produtos sejam utilizados ou peças precisem ser trocadas. Para automatizar este processo, na aba "Solicitação de materiais" o usuário informa os produtos demandados pela OM. No botão "Importar materiais", o usuário consegue inserir de forma massiva peças para troca. Para isso é necessário que as peças estejam devidamente informadas no cadastro do ativo. Quando o usuário possui a informação do "Local" de armazenamento do produto e o informa, na tela é retornado o saldo do produto no campo "Estoque". Clicando no botão "Solicitar materiais", é criado um registro para a central de notas do ADM. O tipo de registro gerado (requisição interna, pedido de compra ou outro) é de acordo com o informado no modelo de notas previamente cadastrado nas preferências do sistema.
 - **Devolução de peças:** quando existe a necessidade de devolver peças/materiais ao estoque, o usuário o faz por esta tela. Seleciona-se a peça (previamente cadastrada na "Solicitação

de Materiais"), informa a quantidade e se essa peça foi utilizada. Assim que selecionado o botão "Devolver", é criado um registro para a central de notas do ADM. O tipo de registro gerado (requisição interna, pedido de compra ou outro) é de acordo com o informado no modelo pedido/nota configurado.

- **Notas:** a aba “Notas” faz vínculo das notas fiscais geradas nas centrais, muito utilizada para atrelar notas de serviços de manutenções terceirizadas.
- **Histórico:** aba em que se registram todas as alterações de status da OM desde sua criação, informando também data e hora de alteração e o usuário responsável por ela.
- **Avaliação:** na aba “Avaliação” é registrado, pelo próprio sistema, a avaliação feita pelo solicitante da OM após a sua conclusão. É dada uma nota e feita uma observação a respeito dos serviços prestados.
- **Alertas:** local onde se cadastram os usuários que deverão receber alertas de atualização da OM em questão.

A ordenação em lista das ordens de manutenção (figura 11) é feita por ordem de cadastro, contudo, a fim de se facilitar a visualização, o grid é colorido de acordo com a prioridade de cada uma, utilizando-se das cores cadastradas no "Cadastro de Prioridades".

Figura 11: Ordem de manutenção

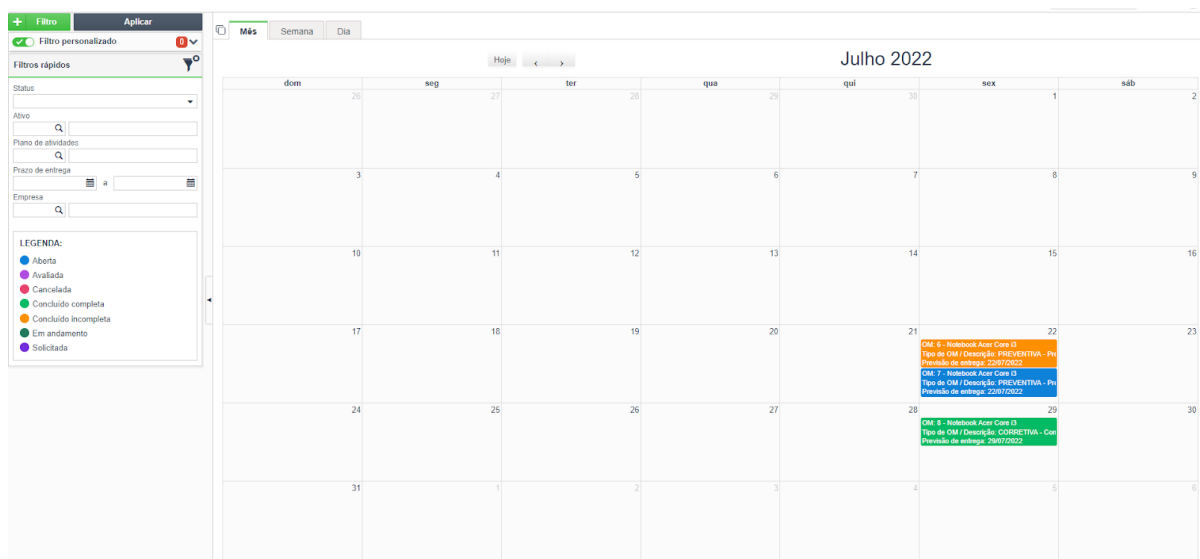
Fonte: Autor.

3.3.9 Agenda de manutenção

A tela de agenda de manutenção (figura 12) foi criada com o intuito de facilitar a visualização de todo o fluxo de manutenção pelo gestor. Nela, foi criado um calendário de aparência semelhante às agendas online muito utilizadas onde são expostas as ordens de manutenção do sistema de acordo com a previsão de entrega ou data de conclusão delas.

A diferenciação de status de cada uma é feita a partir das cores dentro da agenda, sendo utilizada uma cor para cada status. O gestor poderá visualizar todas as requisições com data de conclusão preenchida ou previsão de entrega, podendo filtrar os resultados por ativo, plano de atividades, status, empresa e intervalo de tempo. Para agilizar a navegação no sistema, ao selecionar qualquer OM dentro da agenda, o usuário é direcionado para a tela "Ordem de manutenção" já posicionada na OM previamente escolhida.

Figura 12: Agenda de manutenção

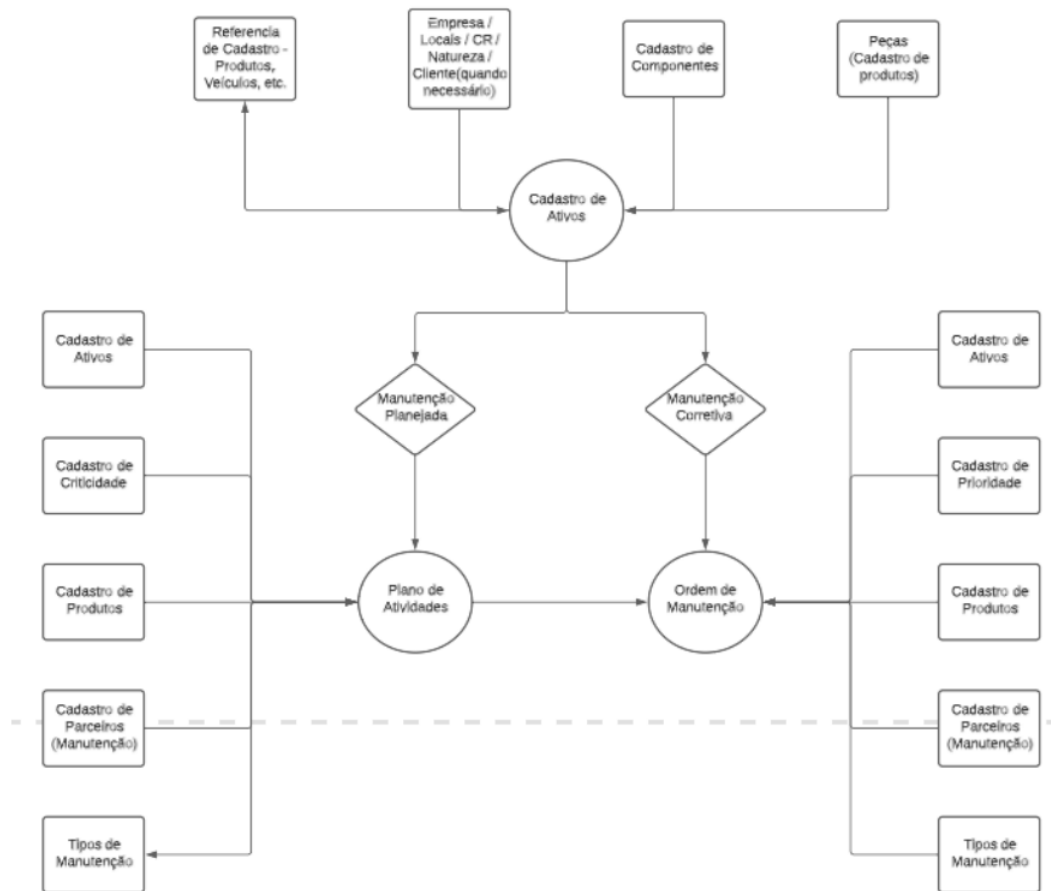


Fonte: Autor.

3.3.10 Resumo do fluxo de utilização

Em suma, com o intuito de gerar uma ordem de manutenção dentro do PCM, o fluxo é definido de acordo com o diagrama representado na figura 13 abaixo:

Figura 13: Fluxo de utilização



Fonte: Autor.

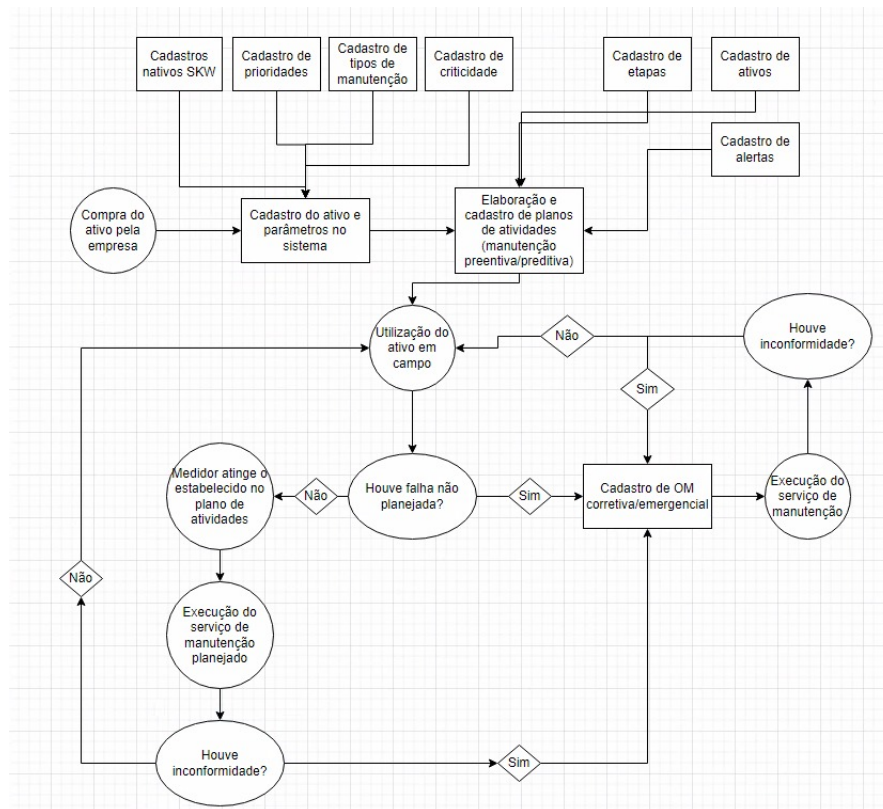
De acordo com a Fig. 13, segue os conceitos abaixo:

1. **Cadastro de ativos:** inserção do item a ser mantido dentro do sistema, para isso, são utilizados diversos cadastros secundários, como por exemplo empresa, locais, centros de resultados, naturezas, produtos entre outros.
2. **Plano de atividades:** possibilidade de automatização na geração de ordens de manutenção. Também faz uso de cadastros paralelos do sistema, como tipos de manutenção, criticidade, parceiros e tipos de manutenção.
3. **Ordem de manutenção:** consolidação do fluxo gerencial da manutenção, podendo ser gerada de forma automática, através de um plano de manutenção, ou manual, de forma corretiva.

3.3.11 Exemplo de ciclo de uso

A partir do fluxo de utilização previamente exposto, é possível formular um ciclo resumido de uso do módulo PCM (figura 14), que retrata desde o início (aquisição / cadastro do maquinário) até o ponto em que a utilização do sistema atinge uma maturidade cíclica que atenda a produção continuamente.

Figura 14: Ciclo de utilização

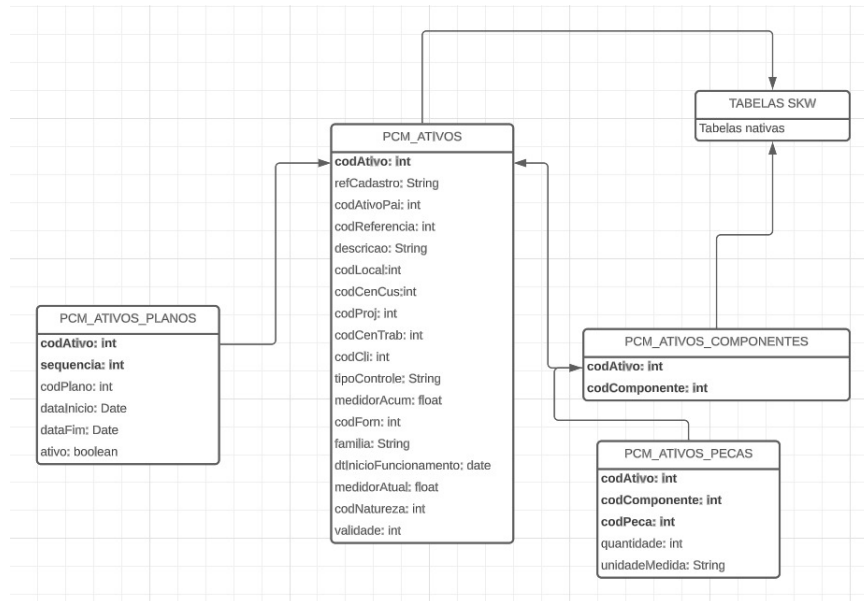


Fonte: Autor.

3.3.12 Diagramas simplificados de relacionamentos

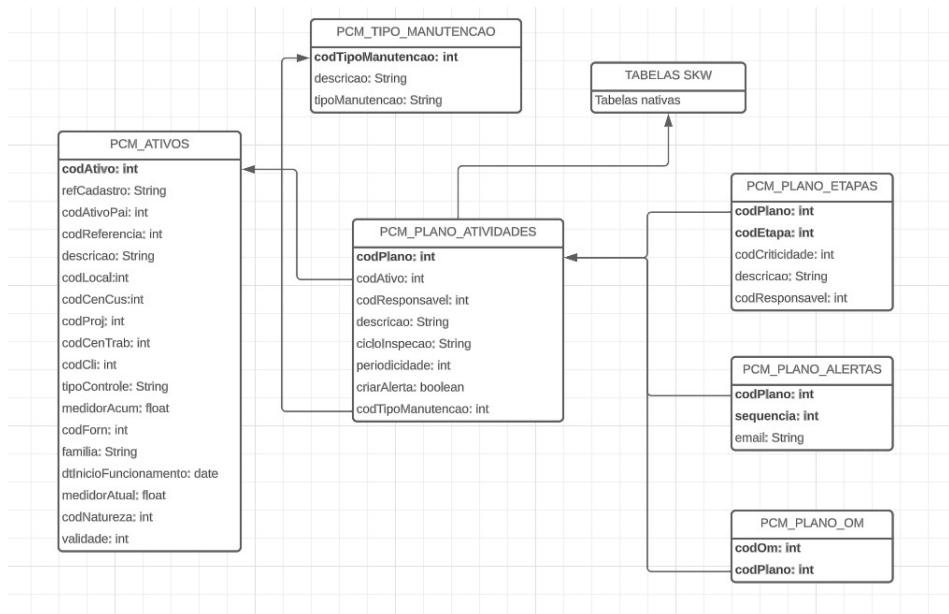
Quanto às questões técnicas, devido à comercialização do produto essa deve ser restrita. Abaixo seguem os diagramas simplificados de relacionamento das três principais telas do PCM: cadastro de ativos (figura 15), plano de atividades (figura 16) e ordem de manutenção (figura 17). Através dos diagramas, podemos ver como algumas tabelas se relacionam e se interligam para manter a integridade de dados e a integração entre todas as extremidades do sistema.

Figura 15: Diagrama simplificado de relacionamento do Cadastro de Ativos



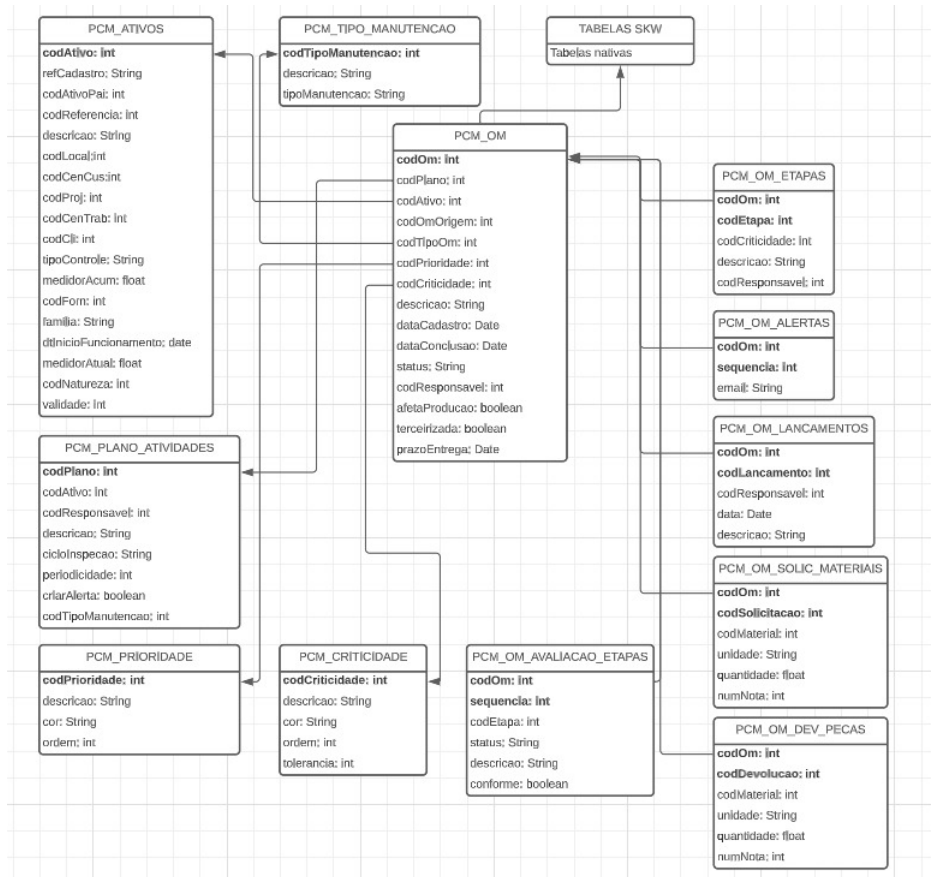
Fonte: Autor.

Figura 16: Diagrama simplificado de relacionamento do Plano de Atividades



Fonte: Autor.

Figura 17: Diagrama simplificado de relacionamento da Ordem de Manutenção



Fonte: Autor.

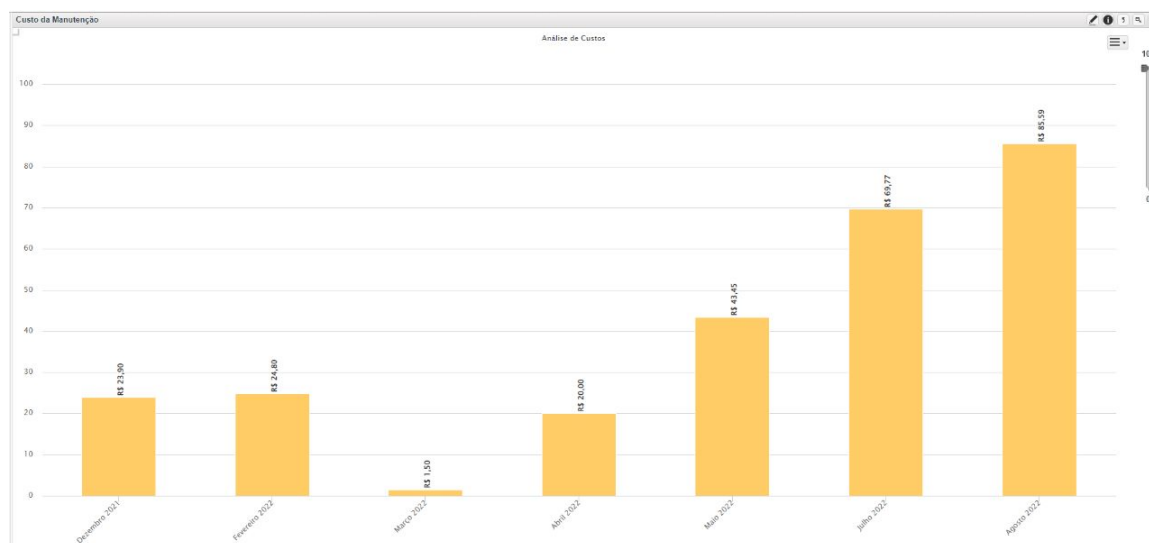
3.4 Gráficos e resultados

Além de auxiliar no cotidiano dos funcionários, um dos principais diferenciais da transformação digital dentro de uma empresa é a possibilidade de se analisar o processo como um todo a partir de dados armazenados pelo software. No PCM não é diferente, o produto conta com um módulo voltado a indicadores e dashboards que sumarizam os principais dados do fluxo de manutenção.

São disponibilizadas três telas voltadas à análise de dados obtidos pelo fluxo dentro do sistema do PCM:

- **Custeio** (figura 18): Organização dos dados de solicitação de materiais e produtos a partir de notas de compras geradas.

Figura 18: Dashboard de custeio



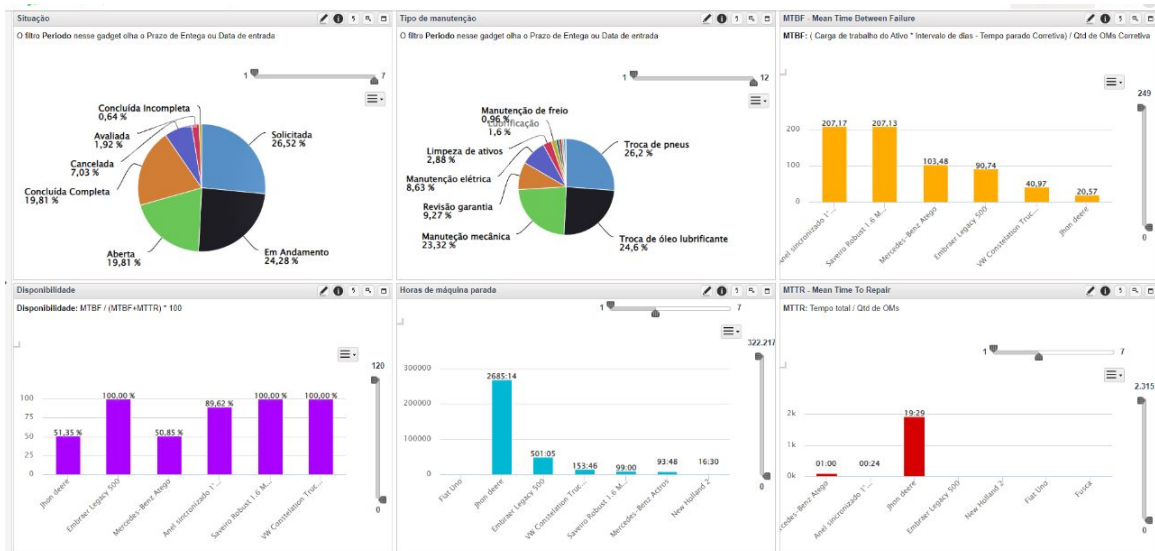
Fonte: Autor.

- **Painel** (figura 19): Área voltada à análise geral do processo. Nela são exibidos seis painéis, populados de acordo com os filtros pré-selecionados (período, responsável, tipo de manutenção, status, prioridade, empresa e ativo), sendo que cada painel varia de acordo com as Ordens de Manutenção contidas dentro desses filtros:
 - **Situação**: gráfico de pizza que denota o percentual de OMs dentro de cada status (solicitadas, abertas, canceladas e concluídas completas e incompletas).
 - **Tipo de manutenção**: diferenciação entre o percentual de chamados preventivos e corretivos.
 - **MTBF - Mean time between failure (tempo médio entre falhas)**: representa o tempo médio em que os ativos funcionam na linha de produção até que apresentem falhas e sejam sujeitos a manutenções corretivas. Calculado a partir da divisão do tempo total de trabalho do ativo (carga horária de funcionamento vezes o intervalo de dias, subtraído pelo tempo parado em manutenção) pela quantidade de ordens de manutenção corretivas.
 - **Hora de máquina parada**: demonstra, por ativo, o tempo total gasto em cada um em atividades de manutenção no período filtrado.
 - **MTTR - Mean time to repair (tempo médio para reparo)**: representa basicamente o tempo médio gasto dentro dos serviços de manutenção, calculado a partir da divisão

do tempo total gasto em manutenção pelo número de ordens corretivas do período.

- **Disponibilidade:** dado referente ao uso efetivo do ativo dentro da linha de produção, resume-se a porcentagem em que o ativo se manteve disponível durante o período selecionado, obtida através da divisão do MTBF pelo somatório de MTBF mais MTTR, multiplicando-se o produto por cem a fim de se obter um dado percentual.

Figura 19: Dashboards painel



Fonte: Autor.

- **Resumo de OMs (figura 20):** tela onde se especifica um período e um ativo, podendo separar seu uso por empresa, e se formula um relatório detalhado acerca de todas as Ordens de Manutenção geradas para ele. Nele estão presentes todos os dados da OM, bem como especificidades do ativo, datas de solicitação, execução, conclusão, entre outras, detalhamento das etapas e recomendações para realização do serviço, produtos utilizados e separação dos serviços com seus respectivos executantes.

Figura 20: Resumo de ordem de manutenção

PRESSAO POSITIVA - UNIDADE 1 - OM 30				
Empresa: AGUA MINERAL VIVA LTDA - MATRIZ		Afeta Produção: Não		
Ativo: TRANSPORTE DE PRESSAO POSITIVA		Leitura do Medidor: 0.0		
Código/Placa/Tag:		Data Emissão: 24/10/2022		
Tipo de OM: PREVENTIVA - UNIDADE 1		Prazo de Entrega: 31/10/2022		
Responsável: EDSON FERREIRA DA ROCHA		Data de Execução: 12/11/2022		
Solicitante: B.SILVA		Tempo Estimado: 00:30:00		
Prioridade:		Tempo Realizado: 00:30:00		
Local:		Data Conclusão: 12/11/2022 15:00		
Centro de Custo:				
Descrição: PRESSAO POSITIVA - UNIDADE 1				
Etapas		Recomendações		Condições
				Status
COLOCAR AS MANTAS NA GRADES		COLOCAR NO MESMO TAMANHO EM TO		CONFORME
FAZER O CORTE DAS MANTAS SE NECESSARIO		USAR GABARITO PARA REFERENCIA		CONFORME
RETIRADA DAS MANTAS		RETIRAR BORBOLETAS DAS LATERAI		CONFORME
Produtos				
Cód. Prod.	Produto	Unidade	Quantidade	
3847	MANTA ACRILICA P/ FILTRO PRESSÃO POSITIVA 70 X 70 X 5CM EMBALADAS	UN	15	
Executantes				
Data	Executante	Serviço	Início	Fim
			:	:
			:	:
			:	:
			:	:
			:	:
			:	:
Observações:				
Responsável EDSON FERREIRA DA ROCHA			Solicitante B.SILVA	
Assinatura		Assinatura		
		Executor		
Nome:				
		Assinatura		

Fonte: Autor.

4 Conclusão

Por meio deste trabalho realizado, fica claro que, quando não existe um planejamento, conhecimento e um treinamento adequado, se tem um enorme desgaste em relação à otimização de tempo, que poderia ser convertido em produtividade, aumentando assim a condição de lucro e melhorando o tempo de vida útil de cada equipamento.

No cenário atual da indústria 4.0, fica muito evidente a importância do ERP na gestão da manutenção na indústria. No cliente da AudaCorp, através da adoção de um ERP, foi possível digitalizar todo o processo administrativo. Os dados ficam registrados em um banco de dados central e as informações são atualizadas de forma automática e com maior confiabilidade, proporcionando a unificação dos sistemas de gestão utilizados. Dessa maneira, é possível tomar decisões mais assertivas e ágeis, de acordo com a estratégia de negócios e as metas estabelecidas.

A mudança para um sistema ERP é demorada e possui um custo elevado, porém, os benefícios compensam. Com o sistema funcionando, foi possível planejar, programar e acompanhar ordens de serviço, registrar tarefas executadas, centralizar os serviços executados, visibilidade total da indústria, padronização das tarefas, além de otimizar o trabalho e o tempo dos colaboradores.

Com o trabalho conjunto com a AudaCorp, os responsáveis pelo desenvolvimento da solução tiveram conhecimento do setor, mitigando dificuldades desnecessárias aos gestores de manutenção e aumentando os recursos que realmente são importantes para o trabalho dos profissionais de manutenção do cliente. Portanto, foi possível conseguir aliar uma estratégia de manutenção adequada à realidade da empresa com uma ferramenta eficiente. Assim, a manutenção está sendo orientada pela política correta e poderá ser executada com precisão e em benefício da empresa.

Quanto aos objetivos do trabalho, ao final dele, foi possível realizar o planejamento das atividades a serem executadas nos planos de manutenção. Com esse planejamento, possibilitou gerar ordens de manutenção automaticamente, respeitando a periodicidade previamente estipulada, de modo que viabilizou a montagem de cronogramas de manutenção. Além disso, foi possível gerar ordens corretivas para realizar o conserto não programado em ativos, e assim como é feito com a manutenção planejada, permitiu realizar a gestão da execução e gerir os resultados ocasionados por ela.

O sistema ainda permite manter as etapas dos processos com maior número de dados possível, descrever os materiais que são utilizados no equipamento, fazer uma rotina de manutenção preventiva e programá-la, ter o histórico geral de ordens de manutenção, acompanhar indicadores para ajudar no planejamento, exibir o status de manutenção, controlar o tempo de

uso e parada das máquinas e realizar toda a descrição do serviço com riqueza de detalhes.

Para finalizar, o que conseguiu-se com esse trabalho conjunto foi um sistema integrado à manutenção que possibilitou:

- Armazenamento de todos os ativos da empresa em um local adequado.
- Garantir a integridade dos equipamentos, pois foi possível assegurar uma melhor disponibilidade e rentabilidade dos ativos.
- Melhor aproveitamento de ativos da empresa com todo o seu histórico em um sistema.
- Os dados retratam a situação real da indústria, pois apresentam alta confiabilidade.
- Menor risco de falhas durante a operação devido à confiabilidade de boa condição do equipamento e dos dados.
- Tomada de decisões mais ágeis e coerentes com os objetivos da empresa.

Referências

- ABNT, N. 5462 - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Confiabilidade e Manutenibilidade*. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ALMEIDA, M. D. Manutenção preditiva: confiabilidade e qualidade. Itajubá, MG, 2000.
- ALSÈNE, É. The computer integration of the enterprise. *IEEE Transactions on Engineering Management*, IEEE, v. 46, n. 1, p. 26–35, 1999.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento, e operação. In: *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 465–465.
- COSTA, M. d. A. Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. *Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)*. Juiz de Fora: UFJF, 2013.
- DAVENPORT, T. H.; SHORT, J. E. et al. The new industrial engineering: information technology and business process redesign. Center for Information Systems Research, Sloan School of Management . . . , 1990.
- FILHO, G. B. *Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade*. [S.l.]: ABRAMAN, 1996.
- FILHO, G. B. Indicadores e índices de manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, sn, 2006.
- FILHO, G. B. *A organização, o planejamento eo controle da manutenção*. [S.l.]: Ciência Moderna, 2008.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: função estratégica rio de janeiro: Qualitymark, 2008. 2008.
- MONCHY, F. A função manutenção: formação para a gerência da manutenção industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda, p. 3, 1989.
- MOUBRAY, J. *Reliability-centered maintenance*. [S.l.]: Industrial Press Inc., 2001.
- PADILHA, T. C. C.; MARINS, F. A. S. Sistemas erp: características, custos e tendências. *Production*, SciELO Brasil, v. 15, p. 102–113, 2005.
- RAMOS, A. S. M.; OLIVEIRA, M. A. d. Fatores de sucesso na implementação de sistemas integrados de gestão empresarial (erp): estudo de caso em uma média empresa. Encontro Nacional de Engenharia da Produção, 2002.
- SCHEER, A.-W.; HABERMANN, F. Enterprise resource planning: making erp a success. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 43, n. 4, p. 57–61, 2000.
- SILVA, L. F. D. et al. Estudos sobre a manutenção preventiva e preditiva: História e perspectivas para indústria brasileira. *Anais do SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIAS E ENGENHARIAS (SINACEN)*, v. 5, n. 1, p. 94–111, 2020.

SOUZA, J. B. d. et al. Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (pcm) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (pcp): uma abordagem analítica. *Orientador: Prof. Dr. Rui Francisco Martins Marçal*, v. 169, 2008.

VIANA, H. R. G. *PCM-Planejamento e Controle da manutenção*. [S.l.]: Qualitymark Editora Ltda, 2002.

WIGHT, O. *Manufacturing resource planning: MRP II: unlocking America's productivity potential*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1995.