



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Colegiado do curso de Engenharia de Produção



Análise de implementação do *Systems Applications and Products in Data Processing* (SAP) como ferramenta estratégica para aprimorar o processo de gestão da manutenção de ar condicionados de uma mineradora em Minas Gerais

Alexsandro Gomes Neto

João Monlevade, MG

2024

Alexsandro Gomes Neto

Análise de implementação do *Systems Applications and Products in Data Processing* (SAP) como ferramenta estratégica para aprimorar o processo de gestão da manutenção de ar condicionados de uma mineradora em Minas Gerais

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Profa. Ma. Carla Danielle Araújo Costa

Coorientador: Prof. Dr. Wagner Ragi Curi Filho

João Monlevade, MG

2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

G633a Gomes Neto, Alexsandro.

Análise de implementação do Systems Applications and Products in Data Processing (SAP) como ferramenta estratégica para aprimorar o processo de gestão da manutenção de ar condicionados de uma mineradora em Minas Gerais. [manuscrito] / Alexsandro Gomes Neto. - 2024.

43 f.: il.: , gráf., tab..

Orientadora: Profa. Ma. Carla Danielle Araújo Costa.

Coorientador: Prof. Dr. Wagner Ragi Curi Filho.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Ar condicionado - Manutenção e reparos. 2. Indústria mineral. 3. Planejamento da produção. 4. Planejamento empresarial. 5. Prestação de serviços. 6. Tecnologia da informação. I. Costa, Carla Danielle Araújo. II. Curi Filho, Wagner Ragi. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 658.5:004

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6/2431



FOLHA DE APROVAÇÃO

Alexsandro Gomes Neto

Análise de implementação do Systems Applications and Products in Data Processing (SAP) como ferramenta estratégica para aprimorar o processo de gestão da manutenção de ar condicionados de uma mineradora em Minas Gerais

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 25 de Setembro de 2024

Membros da banca

Profa. Me. Carla Danielle Araújo Costa - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Wagner Ragi Curi Filho - Coorientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Profa. Dra. Clarissa Barros da Cruz - Universidade Federal de Ouro Preto
Profa. Dra. Rita de Cássia Oliveira - Universidade Federal de Ouro Preto

Carla Danielle Araújo Costa, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 01/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Carla Dánielle Áraujo Costa, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 01/10/2024, às 22:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0787415** e o código CRC **00B83EAF**.

Resumo

O presente trabalho analisa a implementação do sistema de **Planejamento de Recursos Empresariais (ERP)**, especificamente o *Systems Applications and Products in Data Processing (SAP)* para a gestão de manutenção de ar condicionados em uma mineradora de Minas Gerais. A necessidade de melhorar o acompanhamento das manutenções preventivas e corretivas dos aparelhos motivou a adoção do **SAP**, que é utilizado em outros setores da empresa. O estudo envolveu visitas às instalações da mineradora, interação com o gestor e analista do setor, e análise do cenário anterior à implementação do **SAP**, identificando dificuldades como a falta de detalhamento nos relatórios de manutenção e a ausência de histórico das intervenções. A implementação do **SAP** incluiu o cadastro dos equipamentos, a parametrização do **Plano de Manutenção Operação e Controle (PMOC)** e a geração de ordens de serviço detalhadas. Os resultados entre abril e agosto mostraram variações na execução das manutenções preventivas, com percentuais de 83% em abril, 41% em maio, 39% em junho, 100% em julho e 64% em agosto, evidenciando a necessidade de ajustes contínuos. A implementação trouxe melhorias significativas na rastreabilidade e controle das manutenções, melhor desempenho em auditorias e maior transparência no processo de manutenção, resultando em um planejamento mais organizado e eficiente das atividades.

Palavras-chaves: Ar condicionado. Sistema **ERP**. Gestão da Manutenção. Ordens de Serviço. Sistema **SAP**.

Abstract

This project analyzes the implementation of the Enterprise Resource Planning (ERP) system, specifically SAP, for the management of air conditioning maintenance in a mining company in Minas Gerais. The need to improve the monitoring of preventive and corrective maintenance of the equipment motivated the adoption of SAP, which is used in other sectors of the company. The study involved visits to the mining company's facilities, interaction with the sector's manager and analyst, and analysis of the scenario prior to the implementation of SAP, identifying difficulties such as the lack of detail in the maintenance reports and the absence of a history of interventions. The implementation of SAP included the registration of equipment, the parameterization of the Maintenance Operation and Control Plan (PMOC), and the generation of detailed service orders. The results between April and August showed variations in the execution of preventive maintenance, with percentages of 83% in April, 41% in May, 39% in June, 100% in July and 64% in August, highlighting the need for continuous adjustments. The implementation brought significant improvements in the traceability and control of maintenance, better performance in audits and greater transparency in the maintenance process, resulting in more organized and efficient planning of activities.

Keywords: Air conditioning. ERP System. Maintenance Management. Service Orders. SAP System.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Relatório Diário de Obra	25
Figura 2 – Plano de Manutenção Operação e Controle - PMOC	28
Figura 3 – Mapa temporal das etapas do projeto de implementação do SAP	30
Figura 4 – Ordem de Serviço	31
Figura 5 – Acompanhamento de manutenção preventiva	33
Figura 6 – Plano de Ação	36

Lista de tabelas

Tabela 1 – Manutenções e Instalações	33
--	----

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAVA Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ERP Planejamento de Recursos Empresariais

KPI *Key Performance Indicator*

OS Ordem de Serviço

PM *Plant Maintenance*

PMOC Plano de Manutenção Operação e Controle

QAI Qualidade do Ar Interno

RDO Relatório Diário de Obra

RH Recursos Humanos

SAP *Systems Applications and Products in Data Processing*

TCC Trabalho de Conclusão de Curso

TI Tecnologia da Informação

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização do Problema de Pesquisa	1
1.2	Problema de Pesquisa	3
1.3	Justificativa	4
1.4	Objetivos	5
2	REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1	Gestão da Manutenção	7
2.1.1	Manutenção Preventiva	9
2.1.2	Manutenção Corretiva	10
2.1.3	Manutenção Preditiva	11
2.2	Manutenção em sistemas de ar condicionado	12
2.2.1	Qualidade do Ar Interno	12
2.2.2	PMOC	14
2.3	Tecnologia da Informação na Gestão de Manutenção: Sistemas ERP	15
2.4	Sistema SAP	17
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	19
3.1	Classificação da Pesquisa	19
3.2	Coleta e Análise de Dados	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1	Gestão de manutenção antes da implementação do SAP	24
4.2	Processo de implementação do sistema SAP	27
4.3	Análise dos dados coletados	32
4.4	Sugestões de melhoria após implementação do SAP	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
	REFERÊNCIAS	39

1 Introdução

Segundo [Moraes \(2015\)](#), “um sistema ERP (em inglês, *Enterprise Resource Planning*), ou Planejamento de Recursos Empresariais, é um sistema de informação que possibilita a automação e armazenamento de todas as informações do negócio, e, que liga todas as funções de uma empresa. O autor complementa que a integração pode ser vista sob a perspectiva funcional (sistemas de finanças, contabilidade, recursos humanos, fabricação, *marketing*, vendas, compras etc.) e sob a perspectiva sistêmica (sistema de processamento de transações, sistemas de informações gerenciais, sistemas de apoio à decisão etc)”.

A escolha do SAP para a gestão da manutenção de sistemas de climatização em uma mineradora de Minas Gerais reflete a necessidade de superar desafios operacionais e garantir a conformidade com normas regulatórias. Além disso, visa melhorar o monitoramento e a programação das atividades de manutenção, bem como proporcionar uma rastreabilidade completa das intervenções realizadas.

1.1 Contextualização do Problema de Pesquisa

[Valadares \(2021\)](#) ressalta que em busca de fortalecer a sua competitividade em seus segmentos de mercado, as empresas passaram a utilizar sistemas ERP para otimizar seus processos e atividades administrativas. A implementação desse tipo de sistema proporciona vantagens operacionais, como a melhoria na execução de processos, incremento na produtividade, elevação da qualidade e redução de custos, bem como benefícios gerenciais, que incluem aprimoramento na tomada de decisões, no gerenciamento de recursos e no controle organizacional.

Na mineradora em questão, todas as funções relacionadas à manutenção, desde a programação até a execução e o registro das atividades, foram integradas em um único sistema, permitindo uma visão unificada e em tempo real das operações.

[Santos e Fenerich \(2018\)](#) afirmam que, para que uma empresa possa preservar sua vantagem competitiva ou assegurar sua sobrevivência no mercado, é imprescindível que seus processos sejam suportados por um sistema de informação. [Silva et al. \(2020\)](#) complementa que a [Tecnologia da Informação \(TI\)](#) constitui um recurso imprescindível para a evolução das empresas. A incorporação de valor à informação por meio da tecnologia possibilita agilidade, precisão e qualidade nas decisões, aspectos essenciais para a sobrevivência em um mercado competitivo. [Silva et al. \(2020\)](#) ainda cita que a tecnologia não se configura como uma opção para as organizações, mas sim como uma necessidade crucial para a sua sustentabilidade. Este fator é indispensável e está intrinsecamente relacionado a toda a estratégia das corporações.

Ferreira (2020) afirma que o SAP é um exemplo de sistema ERP para a gestão de informações nas empresas. Aires (2008) reforça que, em um ambiente empresarial dinâmico como o atual, as organizações estão cada vez mais dependentes da informação como impulsionadora de suas atividades. Nesse sentido, o SAP destaca-se como uma das principais soluções de gestão da informação disponíveis no mercado. Justino (2018) complementa que esse tipo de sistema desempenha um papel indispensável na criação de integração entre os setores, gerando e desenvolvendo sinergia e comunicação, com o SAP sendo referência em sistemas ERP.

Conforme Brandão e Ferreira (2016), o sistema SAP tem como objetivo a administração abrangente dos processos empresariais, promovendo o alinhamento de informações e a simplificação das atividades relacionadas. Este sistema oferece diversos benefícios à organização, como, por exemplo, o acesso imediato aos dados institucionais, o que facilita a tomada de decisões ao permitir a detecção rápida de problemas e a correção eficiente de anomalias. Ainda segundo os autores, o SAP contribui para o aumento da produtividade ao melhorar a eficiência e o tempo de resposta, resultando em uma maior conectividade em tempo real, tanto internamente quanto externamente à empresa.

Neste trabalho, será abordada a implementação de um sistema de informações gerenciais, especificamente o SAP, para o acompanhamento das atividades de manutenção em ar condicionados. Será analisado um exemplo prático para demonstrar como a gestão dessas atividades pode trazer benefícios para a operação dos equipamentos e, conseqüentemente, para a empresa, permitindo um planejamento adequado das manutenções preventivas.

A analista da empresa ressaltou que antes da implementação do SAP, a gestão de manutenção dos aparelhos de ar condicionado enfrentava várias dificuldades, tais como:

- **Histórico de Manutenção:** sem um sistema, registros detalhados de manutenções anteriores podem ser perdidos.
- **Programação de Manutenção:** a programação de manutenções preventivas pode ser inconsistente, resultando em manutenções atrasadas ou esquecidas.
- **Equipamentos não registrados:** novos equipamentos podem ser adquiridos e instalados sem serem devidamente registrados no sistema, levando a inconsistências no inventário do quantitativo de ar condicionados da empresa.

Essa falta de controle detalhado compromete a capacidade de planejar manutenções preventivas. Além disso, a predominância de manutenções corretivas gera custos para a empresa, como por exemplo a substituição de peças, ou até mesmo a substituição do ar condicionado por completo.

A falta de um sistema estruturado também dificulta a realização de auditorias, uma vez que as informações disponíveis não são suficientes para detalhar as intervenções realizadas em cada aparelho. Portanto, a empresa espera que a implementação do sistema **SAP** seja essencial para proporcionar uma gestão mais proativa e baseada em dados, permitindo um acompanhamento preciso das atividades de manutenção e a geração de relatórios detalhados que atendam às exigências das auditorias.

Adicionalmente, é importante ressaltar que ambientes com climatização inadequada podem ocasionar desconforto aos ocupantes. Isso se fundamenta na Norma Regulamentadora **NR17 (2022, p.8)**, na qual estipula-se que a organização deve implementar medidas para controlar a temperatura, a velocidade do ar e a umidade, visando proporcionar conforto térmico durante as atividades laborais. Conforme os parâmetros estabelecidos, a faixa de temperatura do ar em ambientes climatizados deve situar-se entre 18 e 25 °C. Como consequência direta, intervenções ergonômicas que visam melhorar o conforto e as condições de trabalho resultam na satisfação dos funcionários, o que, por sua vez, contribui para o aumento da produtividade.

1.2 Problema de Pesquisa

O estudo tem por foco a análise de implementação de um sistema **ERP** para a gestão de manutenção dos sistemas de climatização em uma mineradora de Minas Gerais. As informações dessa pesquisa foram levantadas mediante interação com a analista e o supervisor da área de serviços administrativos, que desempenha o papel de gestor operacional do contrato de manutenção em ar condicionado.

De acordo com o supervisor, até Julho de 2022 o contrato estabelecia que a empresa terceirizada realizasse as manutenções preventivas a cada 15 dias, com o objetivo de mitigar possíveis falhas nos equipamentos ou atender a eventuais necessidades de manutenção corretiva. No entanto, devido ao aumento no número de aparelhos de ar condicionado, o gestor do contrato observou que essa frequência não era suficiente para atender a todas as demandas, e a manutenção preventiva de diversos aparelhos não estava sendo realizada dentro do prazo.

Diante da situação, o contrato foi revisado e a empresa terceirizada passou a operar em tempo integral dentro das instalações da mineradora, de segunda a sexta-feira, com expediente das 07h às 17h. Apesar desse ajuste no contrato, o número de ar condicionados da empresa continuou a crescer, em grande parte devido ao acréscimo de colaboradores e, conseqüentemente, à criação de mais ambientes que demandam sistemas de climatização.

Além disso, a empresa prestadora de serviço utiliza o procedimento de elaboração de **Relatório Diário de Obra (RDO)**, nos quais são registradas as atividades realizadas no decorrer do dia. No entanto, a analista do setor relatou que esse método apresenta uma natureza genérica, visto que as descrições frequentemente se limitavam a declarações abrangentes, como por exemplo: "manutenção efetuada nos aparelhos de ar condicionado do escritório administrativo". Levando em consideração que o escritório administrativo possui atualmente 23 ar condicionados, não era possível afirmar que foi realizada a manutenção em todos. Ademais, essa abordagem não propicia uma compreensão detalhada das intervenções em cada equipamento, a alocação precisa de tempo para cada tarefa, e outras informações cruciais.

A introdução do sistema **SAP** tem por objetivo a geração de **Ordem de Serviço (OS)** individualizadas para cada ar condicionado, de acordo com o Plano de Manutenção criado no próprio **SAP**. Esse foi um dos motivos que influenciou a área de serviços administrativos da empresa contratante a adotar este sistema também.

Conforme explanado pelo supervisor, através do **SAP** será possível realizar a programação das atividades de forma antecipada, possibilitando a entrega das ordens de serviço semanalmente, o que facilitará a gestão de manutenção e permitirá a pronta resposta a eventuais imprevistos, ou seja, o próprio **SAP** permite gerar **OS's** corretivas para atuação em algum aparelho que possa apresentar falhas. Essas iniciativas podem proporcionar uma maior transparência nas operações, bem como melhor rastreabilidade das intervenções, realizar registro detalhados das atividades executadas, histórico de manutenções, quantitativo de ordens de serviço abertas e concluídas, entre outros.

1.3 Justificativa

A importância desse trabalho de pesquisa reside na identificação de desafios operacionais enfrentados por uma empresa de mineração localizada em Minas Gerais no que concerne à manutenção dos sistemas de ar condicionado.

O gestor do contrato destacou a necessidade de um melhor monitoramento por parte da empresa contratante em relação às atividades conduzidas pela empresa contratada em todos os setores da organização. Esse acompanhamento é crucial para assegurar a conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos, bem como garantir que os serviços atendam plenamente aos requisitos e expectativas da empresa contratante.

Segundo [Gonçalves \(2017\)](#), com a implantação de um sistema [ERP](#), os processos manuais são eliminados e o tempo de execução de uma série de tarefas fica reduzido, melhorando a padronização de processos operacionais. [Pretz et al. \(2019\)](#) cita que uma importante meta do [ERP](#) é facilitar o fluxo de informações de uma organização para otimizar a tomada de decisões dentro da empresa, e esse tipo de sistema ajuda as corporações a atingir esta meta, coletando e organizando informações em diferentes níveis, oferecendo em tempo real indicadores de performance que ajudam na gestão.

Ao realizar um monitoramento mais detalhado dos serviços prestados, a empresa contratante poderá oferecer orientações e sugestões para melhorar a execução das atividades e alcançar melhores resultados. Com a utilização desse sistema, será possível gerenciar a manutenção dos ar condicionados, bem como otimizar a mão de obra e proporcionar maior satisfação aos usuários. Simultaneamente, a empresa contratada fornecerá uma visão transparente das atividades em andamento, contribuindo para a construção de uma relação de confiança e prestação de contas.

É pertinente ressaltar que quaisquer atividades não relacionadas à manutenção preventiva também podem ser gerenciadas pelo [SAP](#), abrangendo desde intervenções corretivas eventuais até a instalação de novos aparelhos. Essa abordagem visa proporcionar mais rastreabilidade das atividades realizadas pela empresa contratada, proporcionando, ainda, a possibilidade de avaliação contínua do seu desempenho, por meio de dados objetivos, permitindo avaliações regulares e ajustes contratuais, se necessário.

Para nortear o trabalho, a seguinte pergunta de pesquisa foi proposta: *Como a implementação do sistema [SAP](#) pode otimizar a gestão de manutenção de sistemas de climatização em uma mineradora, melhorando a eficiência operacional e a satisfação dos usuários?*

1.4 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar de que forma a implementação do sistema [SAP](#) pode aprimorar a gestão de manutenção dos sistemas de ar condicionado em uma mineradora de Minas Gerais, focando na eficiência operacional, na rastreabilidade das atividades e na satisfação dos usuários. O trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o cenário da gestão de manutenção de ar condicionado anterior a implementação do sistema [SAP](#), pontuando as principais dificuldades do processo anterior, tais como: falta de registros, atrasos nas manutenções.
- Acompanhar e documentar o processo de implementação do sistema [SAP](#), identificando os desafios enfrentados durante a transição, incluindo aspectos técnicos, operacionais e organizacionais.

-
- Realizar uma análise comparativa da gestão de manutenção antes e após a implementação do **SAP**. Isso incluirá conversas com o gestor e a analista para entender as dificuldades enfrentadas antes da implementação e as melhorias observadas após a adoção do sistema.
 - Criar um plano de ação para implementar as sugestões de melhoria identificadas após a análise dos dados coletados.

2 Revisão de Literatura

A revisão de literatura é uma etapa fundamental no desenvolvimento deste projeto, pois proporciona uma base teórica e contextualiza a pesquisa dentro do campo de estudo existente. Ao explorar trabalhos acadêmicos, artigos, livros e outras fontes relevantes, é possível compreender as abordagens metodológicas utilizadas por outros pesquisadores e justificar as escolhas teóricas adotadas neste estudo. No contexto da implementação do sistema [SAP](#) para a gestão de manutenção de ar condicionados, a revisão de literatura oferece destaques sobre as melhores práticas, desafios comuns e soluções eficazes, fundamentando assim as decisões metodológicas e teóricas que guiam esta pesquisa.

De acordo com [Walliman \(2015\)](#), a revisão presente em uma proposta de pesquisa, artigo, tese ou dissertação é uma introdução crucial ao projeto de pesquisa, servindo como base para o argumento do projeto. Esta revisão pode ser utilizada para demonstrar a origem da inspiração do pesquisador ao desenvolver suas ideias, sendo que tais fontes não precisam ser exclusivamente acadêmicas. Além disso, deve evidenciar que o pesquisador possui uma compreensão das estruturas conceituais relevantes ao tema. O autor complementa que a revisão percorre as fontes de informação disponíveis, de modo a localizar o conhecimento mais recente e avaliar sua relevância, qualidade, controversia e lacunas, onde é necessário fazer pesquisa adicional – para tentar resolver uma controversia ou fechar uma lacuna.

Aqui serão explorados temas que apoiarão na discussão do desenvolvimento do trabalho, proporcionando um entendimento sobre a gestão da manutenção e suas estratégias, tais como a manutenção preventiva, corretiva e preditiva, além da importância da qualidade do ar interno. Será abordada também a tecnologia da informação na gestão de manutenção, citando sobre sistemas [ERP](#), com ênfase no [SAP](#).

2.1 Gestão da Manutenção

[Oliveira \(2016\)](#) define a gestão da manutenção como o ato de administrar, gerir um conjunto de ações com a finalidade de manter os equipamentos e instalações em condições aceitáveis para o funcionamento adequado. Para que isso ocorra é primordial que o setor de manutenção tenha um gerenciamento estruturado a partir de um conjunto de práticas de manutenção bem definidas, sólidas e disseminadas por toda a área, assegurando resultados e metas.

Segundo [Saddi et al. \(2018\)](#), nas últimas décadas, a concepção da atividade de manutenção evoluiu significativamente, deixando de ser meramente percebida como uma simples tarefa de reparo de máquinas e equipamentos. Em vez disso, essa prática assumiu um papel crucial como uma oportunidade estratégica para atingir metas e objetivos organizacionais, transformando-se em uma função essencial no âmbito do processo produtivo.

Os autores ainda citam que atualmente, a manutenção desempenha um papel determinante na qualidade e produtividade de uma organização, podendo conferir vantagens competitivas em relação a empresas concorrentes. A eficácia da manutenção dentro de uma empresa reflete diretamente em seus resultados, destacando-se como um componente fundamental para alcançar o sucesso organizacional.

Conforme observado por [Gregorio, Santos e Prata \(2018\)](#), o termo "manutenção" é empregado para caracterizar a abordagem adotada pelas organizações no que diz respeito à preservação de suas instalações físicas, com o intuito de prevenir falhas e considerando a análise das implicações decorrentes dessas falhas para o sistema. A [NBR5462 \(1994\)](#) adiciona que a falha é definida como um evento que incapacita um equipamento de desempenhar suas funções preestabelecidas, enquanto o defeito representa uma irregularidade em uma característica de um componente em relação aos seus requisitos. Nesse contexto, a falha impede o funcionamento do equipamento, ao passo que o defeito impede o desempenho de sua função normal ou, no mínimo, o realiza de forma insatisfatória.

[Almeida \(2016\)](#) ressalta que a manutenção, então, é definida de diferentes maneiras por muitos órgãos certificadores e normalizadores. Entretanto, todos enfatizam a preocupação com o bom funcionamento das máquinas e equipamentos, principalmente no sistema produtivo no qual o cumprimento de prazos, a segurança no trabalho e os cuidados com o meio ambiente são fundamentais para manter a empresa em um mercado cada vez mais competitivo.

Complementando, [Lino \(2019\)](#) afirma que, dentro de uma organização, todas as áreas são importantes, mas as de extrema importância são produção e manutenção, pois estão inter-relacionadas e são fundamentais para garantir a entrega de produtos dentro do prazo e com qualidade. No âmbito da gestão de instalações industriais, são implementadas três estratégias centrais de manutenção, abrangendo os seguintes enfoques: manutenção preventiva, corretiva e preditiva.

2.1.1 Manutenção Preventiva

[Gregorio, Santos e Prata \(2018\)](#) conceituam a manutenção preventiva como um procedimento executado de maneira planejada, em intervalos predefinidos ou conforme critérios específicos, aplicado em equipamentos que não apresentem falhas. Essa abordagem de manutenção visa reduzir a probabilidade de falha ou degradação do desempenho de um item. Seus objetivos primordiais incluem evitar interrupções não planejadas na produção, minimizar as perdas de produção devido a equipamentos defeituosos e prolongar a vida útil dos equipamentos. Como decorrência desse enfoque, torna-se necessário manter uma equipe permanente de manutenção, bem como efetuar a aquisição de componentes para reposição.

Os autores ainda citam que a manutenção preventiva apresenta algumas vantagens notáveis, incluindo a redução de custos a curto prazo, aprimoramento na qualidade dos produtos e o conhecimento prévio das ações a serem empreendidas. No entanto, em contrapartida, essas práticas não estão isentas de desvantagens, destacando-se entre elas os custos desnecessários associados à substituição de peças que ainda estão em condições de funcionamento adequadas, a introdução de defeitos não existentes devido a falhas humanas, escassez de peças, bem como danos ocorridos durante as fases de partida e parada, são desafios a serem considerados na implementação eficaz dessas estratégias de manutenção preventiva.

De acordo com [Almeida \(2016\)](#), na gestão da manutenção preventiva, é necessário exercer controle sobre a frequência das intervenções de manutenção, os insumos utilizados, as peças substituídas e os profissionais envolvidos. Para supervisionar as operações essenciais à correta execução da manutenção preventiva e garantir a conformidade dos prazos planejados nas datas previstas, torna-se necessário elaborar uma ficha de controle de execução de manutenção preventiva, que inclui as datas programadas para a realização das operações, além de um campo destinado à anotação da data efetiva de execução, acompanhada pela assinatura do responsável pela operação. Além disso, tais roteiros também têm a finalidade de evidenciar a realização das práticas de manutenção em caso de auditorias.

[Moro e Aureas \(2007\)](#) mencionam que se uma empresa tem a intenção de adotar a manutenção preventiva, deve percorrer as seguintes fases iniciais de desenvolvimento:

- decidir qual tipo de equipamento deverá iniciar a implementação da manutenção preventiva.
- realizar o levantamento e cadastro de todos os equipamentos selecionados para iniciar a instalação da manutenção preventiva (plano piloto).
- elaborar manuais de procedimento para a manutenção preventiva.
- listar os recursos humanos e materiais necessários.
- apresentar o plano de manutenção para aprovação.

Os autores complementam que a automação do controle da manutenção preventiva pode ser implementada, na qual todos os registros das intervenções de manutenção são armazenados em sistemas computacionais. Isso visa aprimorar a logística da informação, proporcionando consultas facilitadas e, conseqüentemente, elevando a agilidade na tomada de decisões.

2.1.2 Manutenção Corretiva

Viana (2020) descreve que a Manutenção Corretiva refere-se a tarefas de manutenção realizadas após a ocorrência de uma falha, com o objetivo de restabelecer um item às condições necessárias para o desempenho de suas funções requeridas e, em determinados momentos, a manutenção corretiva pode e deve ser planejada e programada, originando-se assim duas variações: (1) Corretiva Emergencial e (2) Corretiva Planejada:

- a) **Corretiva Emergencial:** esse tipo de manutenção consiste em intervenções imediatas, essenciais para prevenir conseqüências graves nos ativos de produção, na segurança dos trabalhadores ou no meio ambiente. Diante de situações que não podem aguardar, as equipes de pronto atendimento da empresa são mobilizadas, visando encontrar soluções de curto prazo para restaurar o ativo às condições necessárias para o cumprimento de suas funções. Contudo, na prática da manutenção, nem sempre tudo transcorre de maneira ideal. Algumas falhas podem resultar em panes de grandes proporções ou de difícil resolução. Nestes casos, surge a necessidade de planejar a intervenção mantenedora, configurando assim a Manutenção Corretiva Planejada.
- b) **Corretiva Planejada:** pressupõe o conhecimento prévio da falha ou pane, obtido por meio de inspeção, monitoramento preditivo ou manifestação evidente da mesma. Embora o ideal seja abordar a demanda corretiva de maneira imediata, na prática da manutenção, isso nem sempre é viável, sendo essencialmente justificado por duas razões principais: em situações em que a falha resultou em uma pane de grandes proporções ou de difícil resolução; e na presença de redundâncias na planta que eliminam a dependência do ativo que experimentou a pane, possibilitando a tomada de decisão para a escolha de uma data futura para a intervenção, permitindo, assim, o planejamento adequado da atividade mantenedora.

Gregório e Silveira (2018) ressaltam que, na manutenção corretiva emergencial, as falhas ocorrem de maneira aleatória, impossibilitando o planejamento prévio dos serviços. Essa imprevisibilidade pode acarretar diversas desvantagens para as organizações que adotam esse tipo de manutenção, tais como: perdas na produção, redução da qualidade dos produtos e aumento dos custos de manutenção. Em contrapartida, a manutenção corretiva planejada oferece algumas vantagens significativas, incluindo a execução mais rápida e segura dos trabalhos, além de custos reduzidos.

2.1.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva de acordo com [Gregorio, Santos e Prata \(2018\)](#) tem como principal característica a substituição da peça ou componente somente na fase final de vida útil, prolongando ao máximo a utilização, aumentando a disponibilidade de máquinas e equipamentos e reduzindo os custos. São usados instrumentos de medição, como vibrômetros e analisadores de vibração, que medem a vibração das máquinas; termômetros e termógrafos, para medir a temperatura, etc.

[Almeida \(2016\)](#) cita que através da aplicação da manutenção preditiva, é possível identificar com precisão as condições reais de operação de uma máquina, utilizando dados obtidos a partir dos fenômenos manifestados quando determinadas peças começam a se desgastar ou ajustes são necessários, fenômeno que os profissionais de manutenção frequentemente descrevem como "ouvir a máquina". Essa análise possibilita a observação das condições efetivas do equipamento e o monitoramento da progressão de um defeito, permitindo o planejamento de intervenções de manutenção a curto prazo para substituição de peças e correção do referido defeito. Além disso, viabiliza a determinação do tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos, assim como as condições necessárias para otimizar esse período de vida útil.

Ainda segundo [Almeida \(2016\)](#), ao implementar a manutenção preditiva, a organização alcançará diversos objetivos, incluindo a capacidade de analisar fenômenos por meio de instrumentos específicos, eliminando desmontagens desnecessárias para manutenção. Isso permitirá a ampliação do tempo de disponibilidade dos equipamentos ao monitorar a evolução dos defeitos. A utilização de instrumentos como analisador de vibrações, estetoscópio e termômetro se tornam importantes para detectar e analisar os fenômenos emitidos pelos equipamentos. A análise subsequente da gravidade desses fenômenos torna-se essencial para orientar as intervenções de manutenção de maneira eficaz.

[Gregório e Silveira \(2018\)](#) complementam que assim como outros diferentes tipos de manutenção, a manutenção preditiva apresenta vantagens e desvantagens, e essas informações devem ser levadas em conta antes da implementação desse tipo de manutenção em uma indústria, de modo que se aumente as suas chances de sucesso. Entre as vantagens, destacam-se a redução do número de falhas, o aumento da segurança, a redução do tempo de parada, o aumento da vida útil dos equipamentos e a redução de custos. Por outro lado, as desvantagens incluem a incapacidade de gestores em realizar mudanças no local de trabalho e os custos elevados para a utilização de ferramentas sofisticadas que requerem constante atualização.

2.2 Manutenção em sistemas de ar condicionado

A [Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento \(ABRAVA\)](#) cita que a manutenção dos sistemas de ar-condicionado é regulamentada por legislação específica. A [ABRAVA \(2018\)](#) cita que a referida lei já está em vigor para novas instalações, bem como para sistemas previamente instalados. A aplicação desta lei deve obedecer aos parâmetros estabelecidos pela [Agência Nacional de Vigilância Sanitária \(ANVISA\)](#) e pela [Associação Brasileira de Normas Técnicas \(ABNT\)](#), que incluem a Norma Regulamentadora NR 32 para sistemas de ar-condicionado, determinando que a manutenção preventiva é essencial para assegurar a integridade e a eficiência de todos os componentes do sistema, garantindo que estes permaneçam em perfeito estado de funcionamento.

Segundo [Ferreira e Souza \(2015\)](#), o sistema de ar condicionado requer uma manutenção competente e contínua, que não apenas assegure a preservação do investimento representado pelo equipamento, mas também garanta o desempenho esperado ao longo do tempo. Os autores ressaltam a importância de que, durante a execução das atividades de manutenção, os funcionários registrem e documentem os serviços realizados e os resultados das inspeções. Para a efetiva realização dessas atividades, são utilizadas ordens de serviço, que, ao término dos trabalhos, passam a integrar o histórico dos serviços executados no equipamento.

[Santos et al. \(2020\)](#) reforça que o sistema de ar condicionado serve para suprir as demandas do ambiente interno, de tal maneira que seja operado para suprir as necessidades de vazão do ar, temperatura e umidade que percorre o ambiente, de forma que compense sempre as perdas de calor e umidade mantendo um ambiente para o uso desejável. O sistema de ar condicionado deve suprir as necessidades de tal maneira que haja a remoção de poluentes do ambiente por meio da troca de ar interno e externo. Todo o ar que passa pelo sistema passa por sistema de filtros que são determinados conforme o tipo e grau de poluição e o nível de qualidade esperado para o sistema. Portanto, o dimensionamento e a manutenção do sistema são essenciais para que haja um ar renovado e adequado para o ambiente.

2.2.1 Qualidade do Ar Interno

[Sadrizadeh et al. \(2022\)](#) mencionam que a [Qualidade do Ar Interno \(QAI\)](#) é um aspecto relevante, especialmente em termos de saúde, considerando que a exposição a poluentes em ambientes interiores pode ser de 2 a 5 vezes maior do que em ambientes externos, e ocasionalmente pode chegar até 100 vezes. Os efeitos da má qualidade do ar afetam especialmente as populações mais vulneráveis, como crianças e idosos, uma vez que, por exemplo, a proporção de ar inalado por uma criança em relação ao seu peso corporal é consideravelmente maior do que a de um adulto.

Mesquita e Araújo (2006) relatam que ambientes equipados com sistemas de climatização artificial necessitam de um fechamento total para garantir o adequado desempenho desses equipamentos. No entanto, ao restringir a entrada de ar externo, surge um potencial risco à saúde dos ocupantes desses espaços. A diminuição na captação de ar externo contribui para a concentração de diversos poluentes químicos, tais como dióxido de carbono, monóxido de carbono, formaldeído, dióxido de enxofre e amônia.

Os autores ainda citam que esses poluentes, frequentemente originados de atividades realizadas no ambiente, como materiais de construção, fumaça de cigarro, produtos de limpeza, máquinas fotocopadoras e até mesmo do metabolismo humano, representam um desafio significativo para a qualidade do ar interno e, por conseguinte, para a saúde dos ocupantes.

De acordo com a ANVISA (2003), os ambientes climatizados são os espaços fisicamente determinados e caracterizados por dimensões e instalações próprias, submetidos ao processo de climatização, através de equipamentos. Além de controlar as funções abaixo, algumas orientações técnicas são definidas pela ANVISA e ABNT:

- Controlar a temperatura, proporcionando conforto térmico. No verão deve variar de 23°C a 26°C, enquanto no inverno de 20°C a 22°C.
- Manter a umidade do ar, por meio de umidificação, mantendo os parâmetros de 40% a 65%.
- Renovar o ar interno: troca do ar interno, misturando externo e interno, diluindo assim os contaminantes. Em ambientes normais, considerar 27m³/hora/pessoa, enquanto que ambientes com alta rotatividade de pessoas 17 m³/hora/pessoa.
- Filtra o ar: melhora a qualidade do ar interno através de filtragem, removendo assim os poluentes do ar, utilizando filtros adequados de acordo com o recomendado.
- Distribuição de ar: propicia uma melhor homogeneização das condições internas, evitando zonas de estagnação.

Fakhoury (2017) ressalta que o aumento na preocupação com a Qualidade do Ar Interior, não se refere apenas a poluição atmosférica, mas também com:

- os problemas de saúde, como a Síndrome do Edifício Doente, problema este que advém de condições desfavoráveis das construções, como a má ventilação, limpeza e manutenção inadequadas de equipamentos, gerando fatores que afetam a saúde dos usuários do ambiente.

- o desempenho de atividades, o que afeta diretamente na produtividade, como por exemplo, de trabalhadores, sendo que isto está diretamente relacionado com o custo. Em um escritório onde existe digitação, por exemplo, onde se deseja uma produção rápida, problemas com Qualidade do Ar Interior podem diminuir o desempenho dos trabalhadores diminuindo o lucro final do empregador.
- o aprendizado dos alunos, sendo que problemas de saúde e a diminuição do desempenho dos mesmos influencia diretamente na vida escolar.

2.2.2 PMOC

A **ABRAVA** é uma entidade que representa quatro setores da economia, abrangendo toda a cadeia produtiva, incluindo indústria, comércio e serviços. Desempenha um papel ativo em diversas iniciativas relacionadas a temas de grande interesse para empresas e profissionais do setor, como inovação tecnológica e empresarial, treinamento, padronização, promoção de exportações, eficiência energética, proteção ambiental, além de avaliação de saúde e qualidade de vida, entre outros (**ABRAVA, 2018**).

O Plano de Manutenção, Operação e Controle (**PMOC**), definido pela **ABRAVA (2018)**, compreende um conjunto de documentos que incluem informações detalhadas sobre a edificação, o sistema de climatização e o responsável técnico, juntamente com os procedimentos e rotinas de manutenção, com a devida comprovação de sua implementação. É um documento que deve ficar em local de fácil acesso, pois pode ser solicitado para fiscalização de órgãos competentes para checagem das boas práticas de engenharia. Além disso, deve ser assinado por um responsável técnico legalmente habilitado pelo seu órgão de classe.

De acordo com **Dallacort (2023)**, o **PMOC** para sistemas de climatização é um planejamento voltado para garantir que a manutenção e operação dos sistemas de ar condicionado estejam dentro das melhores condições. Isto significa que os equipamentos estarão operando de acordo com padrões estabelecidos pelos fabricantes, através da Resolução **ANVISA RE-09** de 2003, que dita os parâmetros de aceitabilidade da Qualidade do Ar Interior, e que seus componentes estarão limpos e adequados para o uso contínuo, preservando desta forma o meio ambiente e diretamente a saúde dos ocupantes dos ambientes atendidos.

O **MinistérioDaSaúde (1998)** estabelece que todo o sistema de climatização esteja em estado apropriado de limpeza, manutenção, operação e controle. A normativa destaca determinados pontos específicos, visando colaborar com a prevenção de potenciais riscos à saúde dos ocupantes:

- a) Assegurar a limpeza dos elementos do sistema de climatização, incluindo bandejas, serpentinas, umidificadores, ventiladores e dutos, para prevenir a disseminação ou proliferação de substâncias prejudiciais à saúde humana e manter a qualidade do ar interno.

- b) Empregar, na higienização dos componentes do sistema de climatização, produtos biodegradáveis devidamente autorizados pelo Ministério da Saúde para essa finalidade.
- c) Realizar verificações periódicas nas condições físicas dos filtros, mantendo-os em estado operacional adequado e procedendo à substituição quando necessário.
- d) Restringir o acesso ao compartimento que abriga a caixa de mistura do ar de retorno e ar de renovação exclusivamente ao sistema de climatização, proibindo a presença de materiais, produtos ou utensílios no mesmo espaço.
- e) Preservar a captação de ar externo, mantendo-a livre de possíveis fontes de poluição externa que representem riscos à saúde humana e equipando-a, no mínimo, com filtro classe G1 (um), conforme as especificações do Anexo II.
- f) Assegurar a renovação adequada do ar nos ambientes climatizados, estabelecendo um mínimo de 27m³/h/pessoa.
- g) Descartar os resíduos sólidos provenientes da limpeza do sistema de climatização em sacos de material resistente e porosidade adequada, evitando a dispersão de partículas inaláveis.

[Garcia \(2018\)](#) assegura que o **PMOC** é essencial para garantir a manutenção dos sistemas de climatização, além de ser a base para a saúde e bem-estar dos ocupantes de ambientes artificialmente climatizados. Garante o conforto por meio do funcionamento do sistema de climatização sem panes e a saúde através da ausência de impurezas de natureza física, química ou biológica. Para maximizar os benefícios do **PMOC** é importante integrar sistemas informatizados que facilitem o monitoramento e a gestão das atividades de manutenção, e, nesse contexto, a tecnologia da informação, através de sistemas **ERP** como o **SAP**, desempenha um papel fundamental. A seguir, será discutido sobre os sistemas **ERP** para auxiliar a gestão de manutenção.

2.3 Tecnologia da Informação na Gestão de Manutenção: Sistemas **ERP**

[Araújo \(2022\)](#) define o Planejamento de Recursos Empresariais (**ERP**) como uma ferramenta de inteligência e automação, que integra e centraliza processos e informações, o que proporciona diagnósticos aprofundados e confiáveis, além de direcionamento de crescimentos e melhorias. Portanto, é um *software* central de gestão de todos os setores, atividades e colaboradores em uma empresa. Dessa forma, é um instrumento determinante para o crescimento de uma organização.

[Prim e Pereira \(2017\)](#) destacam a Totvs como a maior empresa da América Latina no desenvolvimento de *softwares* de gestão, a oitava maior desenvolvedora de sistema de gestão ERP do mundo e a primeira nos países emergentes. Além dos serviços de implantação, treinamento e manutenção dos *softwares*, a Totvs passou a fornecer o serviço de plataforma e consultoria. Para o serviço de plataforma, oferece uma base de dados nas “nuvens” – plataforma *cloud*, que efetuará todo o armazenamento do *software* e documentos sem a necessidade de ter um servidor *in loco* na empresa. Já o serviço de consultoria consiste em um serviço personalizado ao cliente com soluções inovadoras para aumentar seu desempenho organizacional.

Os autores também mencionam a [SAP](#) como uma multinacional alemã com sólida reputação no mercado internacional, e líder global em soluções de *softwares* de gestão de empresas, oferecendo um amplo conjunto de soluções, seja por tipo de negócio (*e-commerce*, manufatura, por exemplo), por indústria (aeroespacial e defesa), por categorias de produtos (analítico, conteúdo e colaboração) ou por plataforma e tecnologia (gestão de dados e segurança). Em síntese, suas soluções são diferenciadas por clientes, de acordo com suas necessidades.

[Fogliatto e Ribeiro \(2009\)](#) enfatizam que a utilização de sistemas informatizados ou *software* representa um aspecto de elevada importância no eficaz gerenciamento das atividades de manutenção. Essa ferramenta desempenha um papel crucial na agilidade e aprimoramento do planejamento, permitindo a criação de históricos de dados, análises rápidas e contribuindo para a qualidade das decisões. De acordo com os mesmos autores, é imperativo que esses sistemas estejam integrados a outras plataformas, adotando critérios específicos, a saber:

- a) Estabelecimento de um programa de gerenciamento de ativos: Facilita a identificação precoce das necessidades de reparo e substituição.
- b) Implementação de um programa de manutenção: Preventivo e preditivo.
- c) Registro de informações sobre intervenções corretivas.
- d) Gestão de estoques de peças de reposição.
- e) Emissão de ordens de manutenção: Incluindo data, equipe e ferramentas.

Por fim, [Viana \(2020\)](#) complementa que no século XX, empresas poderiam, porventura, prescindir de *softwares* especializados para o controle e gerenciamento da manutenção. Contudo, no século XXI, tal prática torna-se obsoleta diante do volume substancial de informações a serem processadas e da natureza transacional inerente à função. Nesse contexto, controles manuais e planilhas eletrônicas revelam-se ineficazes, resultando em atrasos e deterioração na qualidade dos dados disponibilizados para a tomada de decisões gerenciais.

[QOS-ERP \(2016\)](#) destaca que o ERP pode dar fim aos controles individuais que tornam os processos mais lentos, desintegrados e que tiram o foco do objetivo comum. Além disso, pode ajudar a manutenção da seguinte forma:

- a) **Centralizando informações de várias áreas:** A centralização agiliza a troca de informações, otimiza os processos e o mais importante: garante a confiabilidade, pois todos estão trabalhando com a mesma informação.
- b) **Registrando as atividades e ações realizadas:** O registro do que foi feito, o tempo gasto, operador, ferramentas utilizadas e o histórico de intervenções no equipamento são informações importantíssimas para se fazer uma boa gestão de ativos. Além disso, esses dados auxiliam na tomada de decisões de melhoria.
- c) **Automatizando o fluxo do processo:** O fluxo automatizado de criação, aprovação, controle e rastreamento de versão dos planos de manutenção através de um *software* garante que nenhuma etapa deixará de ser cumprida.

2.4 Sistema SAP

No cenário dos sistemas ERP, Viana (2020) afirma que os softwares SAP e Totvs são predominantes no mercado brasileiro, detendo participações de 58% e 22%, respectivamente. As finalidades inerentes a um sistema informatizado para manutenção abrangem:

- a) Organizar e padronizar os procedimentos relacionados aos serviços de manutenção, englobando solicitações e ordens de serviços, programação de serviços e informações derivadas do banco de dados.
- b) Facilitar a obtenção de informações sobre a manutenção, como o custo do equipamento, desempenho, características técnicas, entre outros.
- c) Gerenciar a estratégia de manutenção por meio de planos preventivos sistemáticos, assegurando que as tarefas planejadas sejam emitidas automaticamente em forma de Ordem de Serviço.
- d) Fornecer relatórios de históricos dos equipamentos, assim como índices consolidados, a exemplo de *Backlog* e índice de corretiva, visando uma avaliação abrangente do desempenho do sistema de manutenção.

Segundo Lourenço (2018) o SAP é uma nova solução que inclui aplicações que permitem o processo de negócio em tempo real e disponibiliza novas capacidades para as organizações. Basto (2017) afirma que o sistema SAP procura atender a todas as necessidades da organização, de maneira que cada módulo é interligado a uma área específica, tais como contabilidade, produção, venda, compra de insumos, controle de insumos e outros.

Silva e Carvalho (2016) citam alguns exemplos de módulos dentro do SAP:

- **CO (Contabilidade de Custos):** representa o fluxo de custos e receitas da empresa e é uma ferramenta gerencial para tomada de decisões.
- **FI (Contabilidade Financeira):** suporta as atividades financeiras da Empresa: contas a pagar, contas a receber, tributação, impostos, entre outras.
- **PP (Planejamento de Produção):** este módulo é usado para planejar e controlar as atividades e manufatura da empresa.
- **MM (Gerenciamento de Materiais):** este módulo suporta as atividades de suprimentos e de inventário.
- **SD (Vendas e Distribuição):** este módulo ajuda a empresa a otimizar todas as atividades pertinentes a vendas, entregas e cobrança.
- **RH (Recursos Humanos):** é responsável pelo planejamento, registro e avaliação de todas as informações relacionadas aos funcionários da empresa.
- **PM (Plano de Manutenção):** faz o gerenciamento de todas as atividades de manutenção em uma organização (inspeção, notificação, manutenção preventiva e corretiva, etc).

O módulo *SAP Plant Maintenance (PM)*, do inglês, Manutenção de Planta, é destinado a cobrir todas as soluções de planejamento, execução, gestão e processamento das atividades de manutenção de uma organização (SAP, 2022). Carvalho (2023) enfatiza que entre as funcionalidades deste módulo, destacam-se ferramentas para o cadastro de ativos, criação de planos de manutenção, armazenamento de manuais técnicos, processamento de diversos tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva), criação de indicadores estratégicos e armazenamento digital de documentos, como contratos e manuais técnicos. Além disso, o módulo PM se interliga com os demais módulos e áreas das empresas, a fim de realizar as tarefas e atingir os objetivos da manutenção. Essa interação vai desde compra de peças de reposição a gestão de mão de obra de maneira conexa ao setor de Recursos Humanos (RH) da empresa.

Capelli *et al.* (2014) complementa que o sistema SAP permite um melhor planejamento e controle do negócio da empresa, colaborando no gerenciamento, gestão dos processos que envolvem o negócio e na tomada de decisão uma vez que o acesso a informação é processado em tempo real.

3 Metodologia de Pesquisa

3.1 Classificação da Pesquisa

Mattar e Ramos (2021) indicam que as metodologias empregadas em uma pesquisa devem estar alinhadas com o tema, o referencial teórico, o problema, os objetivos e as questões e/ou hipóteses delineadas em seu planejamento. Estas metodologias, por sua vez, determinarão as estratégias de coleta e análise de dados. Ainda segundo os autores, é fundamental entender que as pesquisas podem ser classificadas a partir de diferentes perspectivas, ou seja, não há uma classificação geral e única; pelo contrário, existem múltiplas tipologias que variam conforme os critérios adotados, inclusive de autor para autor. Além disso, ele classifica as pesquisas com base nos seguintes critérios:

- a) **Natureza:** básica e aplicada. Enquanto a pesquisa básica contribui para o conhecimento e a teoria fundamentais, a pesquisa aplicada ilumina uma preocupação ou um problema social na busca de soluções.
- b) **Objetivos:** exploratória, explicativa e descritiva. As exploratórias estão voltadas a explorar um tema, e não assumem um compromisso de aprofundamento da análise, sendo adequadas, portanto, para alunos de iniciação científica, graduação e mesmo mestrado. Já as pesquisas explicativas procuram responder à pergunta por quê, identificando causas para determinado fenômeno. Por fim, as pesquisas descritivas propõem-se a descrever situações e eventos, respondendo a perguntas do tipo: o quê, onde, quando e/ou como. Freitas *et al.* (2016), por exemplo, realizaram uma pesquisa descritiva com o objetivo de identificar os saberes dos professores sobre o processo de ensino e aprendizagem na área de saúde.
- c) **Abordagem:** qualitativa, quantitativa e mista. As pesquisas qualitativas têm como objetivo geral compreender determinados fenômenos em profundidade. Isso implica explorá-los e descrevê-los a partir de diversas perspectivas, além de entender os significados e as interpretações que os participantes da pesquisa atribuem a esses fenômenos e às suas experiências. Em contraste, o objetivo geral das pesquisas quantitativas é explicar e prever fenômenos. Para tanto, buscam identificar relações de causa e efeito, medir, relacionar e comparar variáveis. Além disso, muitas pesquisas quantitativas formulam hipóteses, priorizam amostras aleatórias e amplas, e utilizam questionários e testes para a coleta de dados. A pesquisa de métodos mistos incorpora elementos das abordagens qualitativas e quantitativas, buscando, assim, gerar uma perspectiva mais completa dos fenômenos estudados.

d) **Procedimentos:** pesquisa narrativa (procura compreender o significado da experiência vivida por e para um ou alguns indivíduos), pesquisa fenomenológica (estudar os seres humanos no mundo da vida, seu mundo cotidiano e natural, sem o uso de experimentos ou testes artificiais), etnografia (descrever, analisar e interpretar a cultura de um ou mais grupos de pessoas, incluindo seu contexto, comportamento, atitudes, crenças, imaginação e linguagem), estudo de caso (investiga um caso delimitado em profundidade, por meio da coleta de dados em múltiplas fontes, e que utiliza a triangulação na análise e interpretação dos dados), pesquisa-ação (pressupõem uma orientação para a prática, na forma de um ciclo que abrange: a identificação de um problema ou uma área para desenvolvimento, o planejamento de uma ação ou intervenção para transformar a realidade, a implementação do plano de ação e a avaliação e reflexão sobre os resultados), *grounded theory* (construir teorias fundamentadas que expliquem ações, atividades, interações, eventos ou processos por meio de procedimentos específicos de coleta e análise de dados) e *survey* (interroga diretamente as pessoas envolvidas sobre o que se pretende conhecer, incluindo a solicitação de informações sobre tendências, comportamentos, atitudes, preferências, opiniões, crenças e valores de determinado grupo de pessoas sobre o problema estudado).

Referente a esse estudo, a metodologia de pesquisa foi classificada da seguinte forma:

- **Natureza:** a pesquisa é aplicada porque visa analisar um problema prático específico: a implementação de um sistema **ERP (SAP)** para a gestão da manutenção dos sistemas de climatização.
- **Objetivos:** descritiva, pois busca entender como a implementação do **SAP** pode melhorar a gestão de manutenção de ar condicionados, identificando as dificuldades do processo e os benefícios potenciais, além de detalhar o contexto da manutenção dos sistemas de climatização antes e depois da introdução do **SAP**, descrevendo os processos anteriores e as mudanças introduzidas pela nova ferramenta.
- **Abordagem:** é qualitativa, pois realiza entrevistas com o gestor e analista, explora a utilização do **SAP** e acompanha este processo de implementação. Os dados quantitativos servem para complementar e enriquecer a análise qualitativa, ajudando a proporcionar uma visão mais completa e detalhada deste estudo.
- **Procedimento:** é uma pesquisa-ação, pois envolve a implementação prática do **SAP**, acompanhando e avaliando o processo de mudança e os resultados obtidos, com o objetivo de melhorar a prática de gestão de manutenção na mineradora.

3.2 Coleta e Análise de Dados

Primeiramente, foi realizada uma revisão de literatura, que envolve a análise, síntese e interpretação de trabalhos já existentes sobre o tema escolhido para o [Trabalho de Conclusão de Curso \(TCC\)](#). [Dorsa \(2020\)](#) afirma que a revisão de literatura é fundamental para a escrita de um texto científico, independentemente do gênero: uma tese, uma dissertação, um projeto ou a escrita de um artigo científico de revisão. Essa etapa inicial propicia o encontro de pesquisas com similaridades, permitindo a análise da metodologia utilizada por outros pesquisadores. Além disso, a revisão de literatura oportuniza aos pesquisadores a elaboração de textos a partir de uma perspectiva histórica sobre determinado tema, enriquecendo a base teórica e contextualizando a pesquisa dentro do campo de estudo existente.

Para a obtenção de uma variedade de recursos acadêmicos, tais como artigos, teses, dissertações, resumos de conferências e livros, utilizou-se a plataforma *Google Scholar*. A escolha dessa plataforma se deve à sua ampla base de dados acadêmicos e à facilidade de acesso a uma vasta gama de publicações científicas. As palavras-chave específicas utilizadas na pesquisa foram: gerenciamento de manutenção, implantação de sistema [ERP](#), sistema [SAP](#), manutenção preventiva, manutenção corretiva, entre outras. Essas palavras-chave foram selecionadas para garantir que a pesquisa abarcasse os principais aspectos relacionados à implementação do sistema [SAP](#) na gestão de manutenção, alinhando-se diretamente ao objetivo de analisar como essa implementação pode melhorar a eficiência operacional e a rastreabilidade das atividades de manutenção. Adicionalmente, deu-se prioridade à busca por materiais diretamente relacionados ao tema da pesquisa. Após uma análise, descartaram-se os materiais que não se mostraram pertinentes ao escopo temático principal.

Além disso, foi utilizada a ferramenta 5W2H para a criação de um plano de ação de modo a garantir a aplicação eficaz das melhorias identificadas após a análise dos dados coletados durante a implementação do sistema [SAP](#). [Lobo \(2010\)](#) afirma que o 5W2H é basicamente um formulário para execução e controle de tarefas no qual são atribuídas as responsabilidades e determinado como o trabalho deve ser realizado, assim como departamento, motivo e prazo para conclusão com os custos envolvidos. Recebeu esse nome devido à primeira letra das palavras em inglês: *What* (o que será feito); *Who* (quem fará); *When* (quando será feito); *Where* (onde será feito); *Why* (por que será feito); *How* (como será feito) e *How much* (quanto custará).

O primeiro contato com a empresa ocorreu por meio de uma reunião inicial com o gestor do contrato de manutenção de aparelhos de ar condicionado e a analista do setor. Durante a reunião, foram discutidos os seguintes pontos:

- **Apresentação do problema:** O gestor explicou a situação atual da gestão de manutenção dos aparelhos de ar condicionado, e as dificuldades enfrentadas no acompanhamento das atividades de manutenção.

- **Objetivos da implementação do SAP:** Foi discutido como a implementação do sistema SAP poderia resolver as limitações atuais, proporcionando um controle mais detalhado e eficiente das manutenções preventivas e corretivas.
- **Expectativas e resultados esperados:** eles compartilharam suas expectativas em relação aos resultados esperados, como a melhoria no monitoramento das manutenções, maior transparência no processo e melhor desempenho em auditorias.

A demanda surgiu devido à falta de informações nos relatórios gerados, que não detalhavam suficientemente as intervenções executadas nos aparelhos, dificultando o planejamento e a rastreabilidade das atividades de manutenção. Segundo o gestor, a gestão da manutenção dos ar condicionados era realizada, mas de forma inadequada e insuficiente. Dessa forma, a implementação do SAP é necessária para resolver as limitações e desafios enfrentados com o processo anterior.

Para entender melhor a situação, foi agendada uma visita às instalações da mineradora. Durante essa visita, realizada em Fevereiro, por um período de 8 horas, foi possível observar *in loco* os locais onde os equipamentos estão instalados e conhecer o processo de manutenção realizado pela equipe terceirizada.

A consulta às informações da empresa foi essencial para a coleta de dados detalhados sobre as manutenções realizadas. Mediante o acesso aos RDO's e conforme mencionado pelo gestor, foi possível observar que esses documentos careciam de informações, dificultando a identificação das atividades realizadas e quantidade de aparelhos que passaram por manutenção em um determinado setor.

O gestor e analista entrevistados foram escolhidos com base em critérios para garantir que as informações coletadas fossem precisas e relevantes para o estudo. Os critérios de seleção incluíram:

- **Experiência:** o gestor, por exemplo, possui mais de 10 anos de experiência na gestão deste tipo de contrato, o que lhe confere um profundo conhecimento das práticas e desafios do setor.
- **Função:** a escolha dos entrevistados também considerou suas funções dentro da empresa, pois ambos estão diretamente ligados à supervisão das atividades de manutenção dos aparelhos de ar condicionado.
- **Conhecimento sobre o sistema:** outro critério importante foi o conhecimento prévio sobre o sistema. A analista foi escolhida por sua familiaridade com o SAP, adquirido através de treinamentos e experiência prática dentro da empresa. Esse conhecimento foi crucial para entender as funcionalidades do sistema e como ele poderia ser adaptado para a gestão de manutenção dos ar condicionados.

O responsável pela gestão do contrato explicou que a empresa contratada enfrentava dificuldades na execução de manutenções preventivas e a contratante no monitoramento dessas manutenções devido à falta de informações nos RDO's. Tais dificuldades foram apontadas como:

- **aumento da demanda por intervenções corretivas:** sem um registro preciso das manutenções preventivas realizadas, alguns problemas não foram identificados e corrigidos a tempo, levando a falhas inesperadas nos equipamentos, comprometendo a realização das manutenções preventivas dentro dos prazos preestabelecidos.
- **dificuldade em coordenar e planejar as manutenções preventivas:** Sem saber exatamente quais atividades foram realizadas e quais ainda estavam pendentes, era difícil organizar um cronograma eficiente. Isso resultou em manutenções atrasadas ou esquecidas, comprometendo a confiabilidade dos equipamentos.

Devido a essas observações, a empresa contratante percebeu que tal metodologia não era a ideal de se trabalhar, e com isso sugeriram implementar a gestão de manutenção através do SAP. A escolha desse ERP como ferramenta de gestão é estratégica, uma vez que é o principal sistema utilizado na empresa, como por exemplo no setor de manutenção, onde é feito todo o gerenciamento para a manutenção dos equipamentos (como por exemplo caminhões, carregadeiras, escavadeiras, britadores, etc).

Para analisar a implementação do SAP, entre os meses de Abril e Agosto foram coletados dados deste novo processo. A seguir serão apresentados os resultados e discussões dos dados analisados.

4 Resultados e discussão

A empresa contratante é uma mineradora localizada em Minas Gerais, e a contratada é especializada em serviços de manutenção de sistemas de climatização, prestando serviços de instalação, manutenção preventiva e corretiva, de modo a garantir que todos os equipamentos de ar condicionado da mineradora estejam em perfeito estado de funcionamento.

Atualmente, há cerca de 100 aparelhos, distribuídos entre todos os setores da mineradora: escritório administrativo, laboratório, restaurante, portaria principal, manutenção industrial, embarque, sala de controle, instalação de concentração, manutenção de frota e operação de mina. A manutenção preventiva dos equipamentos deve ocorrer seguindo as diretrizes estabelecidas pelo **PMOC**, que é elaborado pela empresa contratada.

São disponibilizados dois profissionais que trabalham de segunda a sexta-feira, das 07h às 17h. Esses técnicos são responsáveis por executar tanto as manutenções preventivas quanto as corretivas, seguindo um cronograma estabelecido pela empresa contratante. Essa mesma equipe também realiza a instalação de novos aparelhos.

4.1 Gestão de manutenção antes da implementação do **SAP**

Antes da implementação do sistema **SAP**, a gestão da manutenção dos sistemas de ar condicionado na mineradora era realizada por meio dos **RDO's** preenchidos pela empresa terceirizada responsável pela manutenção dos equipamentos. Embora fossem preenchidos diariamente, esses relatórios continham informações limitadas. Ademais, a programação das manutenções preventivas era dificultada pela falta de um sistema eficiente para registrar e criar histórico das manutenções, de modo a garantir que fossem realizadas dentro dos prazos estabelecidos.

A Figura 1 representa um modelo do Relatório Diário de Obra preenchido.

O documento contém as seguintes informações:

- Data de execução da manutenção, bem como a hora de início e término da atividade, além do horário de parada para almoço (tempo de 1 hora).
- Nome dos técnicos responsáveis pela manutenção, e suas respectivas funções.
- Caminhonete utilizada para deslocamento dentro da empresa.
- Informações referente as atividades executadas naquele dia.

Figura 1 – Relatório Diário de Obra

RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA								Contrato n°: 5800025929		
Contratada:										
MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA EM CONDICIONADORES DE AR										
ORDEM DE SERVIÇO:										
DATA: 9/9/2024					PRAZO CONTRATUAL					
DIA DA SEMANA					HORA INICIO					
2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb	Dom	HORA ALMOÇO			
			X				HORA TÉRMINO			
					7:02					
					13:00					
					17:00					
EFETIVO	DESCRIÇÃO					FUNÇÃO				
	Ar condicionado					MANUTENÇÃO J.J				
	Ar condicionado					BOLÍVAR DE MANUTENÇÃO				
EQUIP.	CAMINHONETE			1						
CONTRATADA	Item	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES								
		MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO AR-CONDICIONADO DO ESCRITÓRIO CENTRAL								
FISCALIZAÇÃO										

Fonte: Elaborado pela empresa contratada.

No exemplo deste RDO, não foi possível determinar quantos ar condicionado passaram por manutenção, qual o tempo gasto em cada um e quais atividades foram realizadas. Segundo o gestor do contrato, isso comprometia o processo de acompanhamento das manutenções, devido aos seguintes motivos:

- sem identificação dos ar condicionados, não era possível saber se a manutenção foi realizada em todos eles.

- a ausência de detalhes sobre as atividades executadas impedia a verificação de que todas as tarefas necessárias foram feitas corretamente. Isso é crucial para garantir que os aparelhos estejam funcionando de maneira adequada.
- sem saber o tempo gasto para cada manutenção, era difícil realizar o planejamento e alocar a mão de obra.
- a falta de registros detalhados era uma dificuldade para construir o histórico de manutenção.

Após análise de alguns modelos desses documentos e em conversas com o gestor, foi possível identificar que o **RDO** poderia ser mais detalhado, englobando, por exemplo, as seguintes informações:

- **Tipo da Manutenção:** Corretiva, preventiva ou preditiva.
- **Identificação do Equipamento:** conferir o número através da etiqueta de identificação.
- **Atividades Realizadas:** Descrição detalhada das tarefas executadas.
- **Tempo Gasto:** Duração de cada atividade.
- **Substituição de Peças:** Indicação se houve necessidade de substituição de peças.
- **Comentários Adicionais:** Informações relevantes que possam ajudar no acompanhamento e planejamento das manutenções.

Outro problema detectado refere-se à utilização dos relatórios para fins de auditoria. Quando o auditor solicitava evidências de manutenção dos ar condicionados, os relatórios eram os únicos documentos disponíveis para apresentação. No entanto, esses documentos continham informações insuficientes, como descrições do tipo “manutenções nos aparelhos da sala de controle”. Dessa forma, não era possível o auditor identificar através do **RDO** quais ar condicionados passaram por manutenção.

Essa falta de detalhamento representava um ponto negativo durante o processo de auditoria, pois não havia um histórico de manutenção adequado dos aparelhos. Essa dificuldade foi um dos motivos que levou à implementação do sistema **SAP**, que passou a gerar ordens de serviço para cada ar condicionado.

A necessidade de aprimorar o gerenciamento das manutenções levou a uma análise crítica da metodologia atual por parte da empresa contratante. A identificação dos problemas mencionados demonstrou que os **RDO's** não eram suficientes para atender às demandas da empresa em termos de controle e rastreamento das atividades de manutenção.

Em resposta a essas limitações, a empresa propôs a implementação de um sistema ERP, especificamente o SAP, que oferece um nível de detalhamento substancialmente maior, permitindo a descrição específica das atividades realizadas, o tempo gasto em cada tarefa e a inclusão de observações adicionais, como a necessidade de substituição de peças.

Com a implementação do SAP, são esperadas algumas melhorias, tais como:

- Rastrear cada ordem de serviço, uma vez que o sistema permite o monitoramento detalhado de todas as atividades de manutenção, desde o agendamento até a conclusão.
- Programar antecipadamente as manutenções, de forma a facilitar o planejamento e a alocação de recursos para as tarefas de manutenção.
- Gerar ordens de serviço corretivas: Em caso de falhas ou problemas, o SAP permite a criação rápida e precisa de ordens de serviço para solucionar os eventos não planejados.

4.2 Processo de implementação do sistema SAP

Inicialmente, foi realizado um levantamento detalhado da quantidade de ar condicionados na mineradora, bem como os setores onde estão instalados (Escritório administrativo, laboratório, restaurante, portaria principal, manutenção industrial, embarque, sala de controle, instalação de concentração, manutenção de frota e operação de mina). Cada equipamento foi identificado com etiquetas enumeradas, de modo que, ao receberem as ordens de serviço, os técnicos pudessem verificar o número do aparelho a ser submetido à manutenção.

Posteriormente, os ar condicionados foram cadastrados no sistema, utilizando informações detalhadas, tais como:

- **Número de identificação:** Cada aparelho recebe um número único de identificação.
- **Descrição do equipamento:** Uma breve descrição do equipamento, como marca, modelo, capacidade, etc.
- **Localização:** O setor onde o equipamento está instalado (Escritório administrativo, laboratório, restaurante, etc).

Em seguida, o PMOC, elaborado pela empresa contratada, também foi inserido no SAP, contendo a descrição das atividades a serem realizadas em todos os aparelhos, bem como suas respectivas periodicidades. Exemplos incluem:

- **Atividades bimestrais:** Limpar e verificar condições gerais da serpentina, medir e registrar corrente do compressor, realizar limpeza externa e promover testes de operação, verificar e limpar filtros de ar e gabinete.

- **Atividades trimestrais:** Verificar carga de gás no sistema, verificar e limpar serpentina, verificar e eliminar danos nos revestimentos isolantes internos.
- **Atividades anuais:** Verificar e eliminar corrosão e danos na pintura de toda estrutura.

O cadastro de todas essas informações, tanto dos aparelhos quanto do **PMOC**, é essencial para a parametrização dos dados no **SAP**, permitindo a geração de ordens de serviço para cada equipamento, conforme o plano de manutenção.

A Figura 2 é um modelo do **PMOC** cadastrado no sistema, composto por 26 itens, detalhando as atividades e suas frequências de execução para a manutenção preventiva.

Figura 2 – Plano de Manutenção Operação e Controle - PMOC

PLANO DE MANUTENÇÃO PARA EQUIPAMENTOS DO TIPO:						
SPLIT , SPLIT/CASSETE , SPLITÃO E BI-SPLIT						
PLANOS (M = MENSAL / T = TRIMESTRAL / S = SEMESTRAL / A = ANUAL)						
		M	B	T	S	A
1	VERIFICAR E ELIMINAR CORROSÃO E DANOS NA PINTURA DE TODA ESTRUTURA.					X
2	VERIFICAR E LIMPAR SERPENTINA COM PRODUTO BIODEGRADÁVEL.					X
3	LIMPAR E VERIFICAR CONDIÇÕES GERAIS DA SERPENTINA.		X			
4	MEDIR E REGISTRAR CORRENTE DO COMPRESSOR. (R) / (S) / (T). [A]		X			
5	MEDIR E REGISTRAR TEMP. DO AR DO CONDENSADOR: ENTRADA/SAÍDA. [°C]		X			
6	MEDIR E REGISTRAR TEMP. DO AR DO EVAPORADOR: ENTRADA/SAÍDA. [°C]		X			
7	MEDIR E REGISTRAR TEMP. DO AR NO AMBIENTE EXTERNO. [°C]		X			
8	MEDIR E REGISTRAR TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO. (RS) / (ST) / (RT) [V]		X			
9	REALIZAR LIMPEZA EXTERNA E PROMOVER TESTES DE OPERAÇÃO.		X			
10	VERIFICAR ATUAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLES E PROTEÇÃO.		X			
11	VERIFICAR ATUAÇÃO DO SISTEMA DE EXPANSÃO DO REFRIGERANTE.		X			
12	VERIFICAR CONDIÇÕES DO FILTRO SECADOR OU ELEMENTO FILTRANTE.		X			
13	VERIFICAR E CORRIGIR FIXAÇÃO E VEDAÇÃO DOS PAINÉIS DE COMANDO.		X			
14	VERIFICAR E CORRIGIR TAMPAS SOLTAS E VEDAÇÃO DO GABINETE.		X			
15	VERIFICAR E CORRIGIR VIBRAÇÃO NAS TUBULAÇÕES FRIGORÍGENAS.		X			
16	VERIFICAR E ELIMINAR RUÍDOS E VIBRAÇÕES ANORMAIS.		X			
17	VERIFICAR E LIMPAR AS BANDEJAS E DESOBSTRUIR DRENOS.		X			
18	VERIFICAR E LIMPAR FILTROS DE AR E GABINETE.		X			
19	VERIFICAR ESTADO GERAL E CONDIÇÕES DE ACESSO AO EQUIPAMENTO.		X			
20	VERIFICAR EVENTUAIS VAZAMENTOS NO CIRCUITO FRIGORÍFICO.		X			
21	REALIZAR A DESINCORUSTAÇÃO DA SERPENTINA.				X	
22	VERIFICAR DANOS NOS REVESTIMENTOS ISOLANTES DA TUBULAÇÃO.				X	
23	VERIFICAR CARGA DE GÁS DO SISTEMA.			X		
24	VERIFICAR E ELIMINAR DANOS NOS REVESTIMENTOS ISOLANTES INTERNOS.			X		
25	VERIFICAR E LIMPAR SERPENTINA.			X		
26	VERIFICAR SUPERAQUECIMENTO E ATERRAMENTO DO QUADRO ELÉTRICO E REALIZAR REAPERTO DOS TERMINAIS.			X		

Fonte: Elaborado pela empresa contratada.

Após o cadastro dos equipamentos, foi realizada uma reunião entre a empresa contratante e a contratada para analisar os setores e a quantidade de ar condicionados em cada um, com o objetivo de discutir e definir um cronograma para as manutenções. Considerando que o **PMOC** estabelece uma periodicidade mínima bimestral, o cronograma foi dividido em duas partes (mensal 1 e mensal 2) e, foi organizado da seguinte forma:

- **Mensal 1:** são executadas as manutenções preventivas nos setores escritório administrativo, laboratório, restaurante e portaria.

- **Mensal 2:** as manutenções são realizadas nos setores restantes: manutenção industrial, embarque, sala de controle, instalação de concentração, manutenção de frota e operação de mina.

Dessa maneira, as duas partes foram equilibradas com uma quantidade semelhante de aparelhos. Ao final do segundo mês, o ciclo recomeça com as mesmas manutenções realizadas no primeiro, e assim sucessivamente, conforme determinado pelo **PMOC**.

Durante a implementação, foram identificados alguns riscos que poderiam comprometer o sucesso do projeto, tais como:

- **Migração de dados incorreta:** a migração de dados incorreta poderia resultar em perda de informações importantes ou em dados inconsistentes, afetando a confiabilidade do sistema.
- **Indisponibilidade temporária do sistema:** a indisponibilidade temporária do sistema durante a implementação poderia interromper as operações de manutenção e afetar a produtividade.

Após este processo, a geração das ordens de serviço teve início em abril, com a análise dos dados estendendo-se até o mês de agosto. E durante a implementação, a empresa enfrentou algumas dificuldades, das quais se destacam:

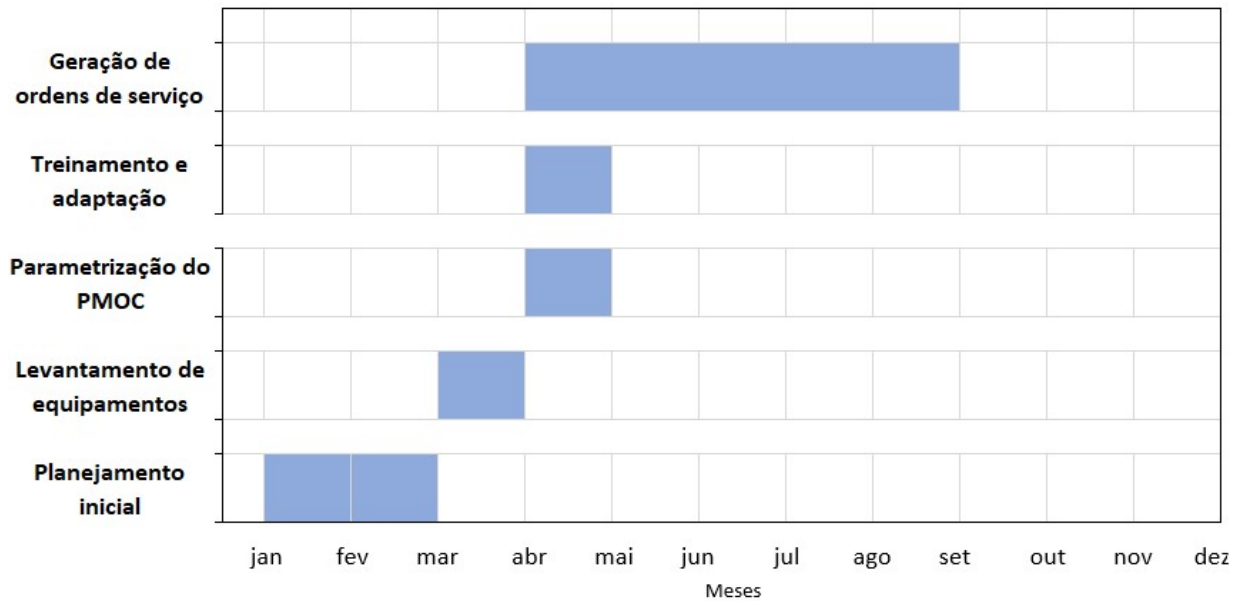
- A adaptação dos responsáveis pela execução das manutenções, habituados a preencher **RDO's** simples, para lidar com ordens de serviço mais detalhadas. Embora tenham ocorrido algumas conversas com os técnicos, estas foram bastante limitadas. Foi necessário que eles se familiarizassem com o novo sistema e compreendessem a importância de registrar todas as atividades de maneira precisa.
- A execução das manutenções preventivas foi impactada pelo processo de instalação de novos equipamentos, pois em alguns casos, a falta de materiais necessários para a instalação ocasionou atrasos, comprometendo o cumprimento do cronograma estabelecido. Ademais, a equipe responsável pela manutenção é a mesma que realiza as instalações, o que implica na necessidade de dividir seu tempo entre ambas as atividades.

A Figura 3 representa o mapa temporal das etapas do projeto, desde a fase de planejamento até a operação do sistema, ajudando a visualizar quanto tempo foi necessário para cada fase:

- **Planejamento inicial:** 2 meses (Janeiro e Fevereiro).
- **Levantamento de equipamentos:** 1 mês (Março).
- **Parametrização do **PMOC**:** 1 mês (Abril).

- **Treinamento e adaptação:** 1 mês (Abril).
- **Geração das ordens de serviço:** 5 meses (Abril a Agosto).

Figura 3 – Mapa temporal das etapas do projeto de implementação do SAP



Fonte: Elaborado pelo autor

No início de cada mês, todas as ordens de serviço de manutenção preventiva são disponibilizadas no sistema **SAP**. Cabe a um responsável da empresa contratante realizar a impressão dessas **OS's**, entregá-las aos técnicos para execução, juntamente com o cronograma de atendimento. Nos casos de manutenção corretiva, a ordem de serviço deve ser emitida imediatamente antes do início dos reparos no equipamento. Após a conclusão das atividades, deve ser encerrada no sistema, com todas as informações devidamente preenchidas pelos técnicos.

A Figura 4 é um exemplo de uma ordem de serviço gerada para um equipamento (algumas informações foram ocultadas, como nome dos executantes e empresa).

Quando comparado ao **RDO**, foi possível observar que a ordem de serviço passou a ser gerada para cada ar condicionado, e possui informações mais detalhadas, tais como:

- **Tipo da manutenção (preventiva ou corretiva):** Manutenções preventivas podem ser agendadas com antecedência, enquanto as corretivas precisam de uma resposta rápida. Além disso, diferenciar o tipo de manutenção permite uma análise mais precisa do histórico dos aparelhos.
- **Identificação do ar condicionado:** permite rastrear todas as intervenções em cada equipamento, e, facilita a geração de relatórios detalhados e precisos, essenciais para auditorias.

- **Operações:** descrevem quais são as atividades que serão feitas nessa manutenção, bem como o tempo gasto para cada uma, visando garantir que todas as atividades necessárias sejam realizadas, mantendo a qualidade do serviço e a funcionalidade dos equipamentos.
- **Identificação dos técnicos:** nome dos responsáveis por executar a manutenção, além do horário de início e fim da manutenção, seja ela preventiva ou corretiva.

Figura 4 – Ordem de Serviço

ORDEM DE MANUTENÇÃO										
PPCM - PROGRAMAÇÃO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO								Página 1/ 2		
TIPO DA ORDEM:	P010	DESC. TIPO:	MANUT PREV PROGRAMADA (TEMPO/CONTADOR)				Nº DA ORDEM:	900026875537		
DESCRIÇÃO:	MAN-AC-EC-07-INSPECAO AR CONDICIONADO									
TIPO ATIVIDADE:	H04	DESC. TIPO:	MANUTENÇÃO/CORREÇÃO				Nº NOTA:	TIPO		
INDICADOR DE PARADA		AVARIA					DURAÇÃO:			
LOCAL DE INSTALAÇÃO	AM-SP-COM0-AC				DESCRIÇÃO	GESTAO DE AR CONDICIONADO				
EQUIPAMENTO	1000142272				DESCRIÇÃO	AR COND AC-EC-07 ESC CENT-CPD				
CENTRO TRAB:	MI-AC001				DESCRIÇÃO	TERCEIRO AR CONDICIONADO INDUSTRIAL				
PLANO MANUTENÇÃO	MA-AC-EC07-I				DESCRIÇÃO	MAN-AC-EC-07-INSPECAO AR				
DATA DE ABERTURA	12.06.2024		INICIO PREVISTO	25.06.2024		TERMINO PREVISTO	25.06.2024			
HORIMETRO DO EQUIP						DATA IMPRESSÃO	15.08.2024			
COMPONENTES										
ITEM	OPER	MATERIAL	DESCRIÇÃO			QUANTIDADE	L/N	REQUISICÃO		
OPERAÇÕES										
OPER	SUB	CT	DESCRIÇÃO			DUR.(min)	INICIO	FIM REAL	S/N/N/A	
0010		MI-ACO01	GABINETE.MOLDURA DA SERPENTINA,BANDEJA;			30.0	14:48	15:08		
GABINETE.MOLDURA DA SERPENTINA,BANDEJA; VERIFICAR E ELIMINAR SUJEIRAS, DANOS E CORROSÃO NO GABINETE, NA MOLDURA DA SERPENTINA E NA BANDEJA;										
0020		MI-ACO01	VERIFICAR DRENAGEM DE ÁGUA DA BANDEJA;			10.0	15:08	15:13		
VERIFICAR DRENAGEM DE ÁGUA DA BANDEJA; VERIFICAR A OPERAÇÃO DE DRENAGEM DE ÁGUA DA BANDEJA;										
0030		MI-ACO01	VERIFICAR ISOLAMENTO TERMO-ACÚSTICO;			5.0	15:13	15:16		
VERIFICAR ISOLAMENTO TERMO-ACÚSTICO; VERIFICAR O ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO ISOLAMENTO TERMO-ACÚSTICO (SE ESTÁ PRESERVADO E SE NÃO CONTÉM BOLOR);										
0050		MI-ACO01	LAVAR AS BANDEJAS E SERPENTINAS;			20.0	15:16	15:30		
LAVAR AS BANDEJAS E SERPENTINAS; LAVAR AS BANDEJAS E SERPENTINAS COM REMOÇÃO DO BIOFILME (LODO), SEM O USO DE PRODUTOS DESENGRAXANTES E CORROSIVOS;										
0060		MI-ACO01	LIMPAR O GABINETE DO CONDICIONADOR;			5.0	15:30	15:34		
0070		MI-ACO01	##VERIFICAR OS FILTROS DE AR.			1.0	15:34	15:35		
0080		MI-ACO01	#FILTROS DE AR			1.0			N/A	
0090		MI-ACO01	VERIFICAR/ELIMINAR SUJEIRA,DANO,CORROSÃO			5.0	15:35	15:38		
0100		MI-ACO01	VERIFICAR/ELIMINAR FRESTAS DOS FILTROS;			2.0				
0110		MI-ACO01	LIMPAR O ELEMENTO FILTRANTE			3.0	15:38	15:40		
APROPRIAÇÃO DE HORAS										
DATA	OPE EXEC.	MATRICULA	NOME			FUNÇÃO	HR INICIO	HR FIM		
16/08		3303				MANUT AUX.	14:48	15:40		

Fonte: Elaborado pela empresa contratante

Neste novo cenário, os técnicos devem preencher as ordens de serviço com o tempo despendido em cada atividade. A inclusão do tempo de atividade permite monitorar a produtividade dos técnicos de manutenção e verificar se as tarefas estão sendo executadas dentro do prazo esperado, possibilitando a identificação de possíveis problemas no processo de manutenção.

Há também um campo de observação, proporcionando ao executor a oportunidade de registrar informações pertinentes que possam não ter sido contempladas no escopo da manutenção preventiva. Abaixo um exemplo prático do que podem ser essas informações adicionais:

- Ao executar a manutenção preventiva de um ar condicionado, o técnico realiza as atividades programadas, como verificação da carga de gás e limpeza dos filtros. No entanto, durante a inspeção, ele observa algo que não estava previsto. Enquanto verifica a carga de gás, o técnico percebe que há um vazamento pequeno de gás refrigerante. Esse vazamento não estava incluído na lista de verificação da manutenção preventiva para aquele dia. No campo de observação da ordem de serviço, o técnico pode registrar a seguinte informação: “Durante a verificação da carga de gás, detectei um pequeno vazamento de gás refrigerante em uma válvula. Foi realizada a substituição da válvula para evitar a perda de eficiência do sistema e possíveis danos ao equipamento.”

Essas informações ajudam a melhorar o controle das atividades realizadas, a planejar intervenções corretivas e a criar um histórico detalhado de manutenção.

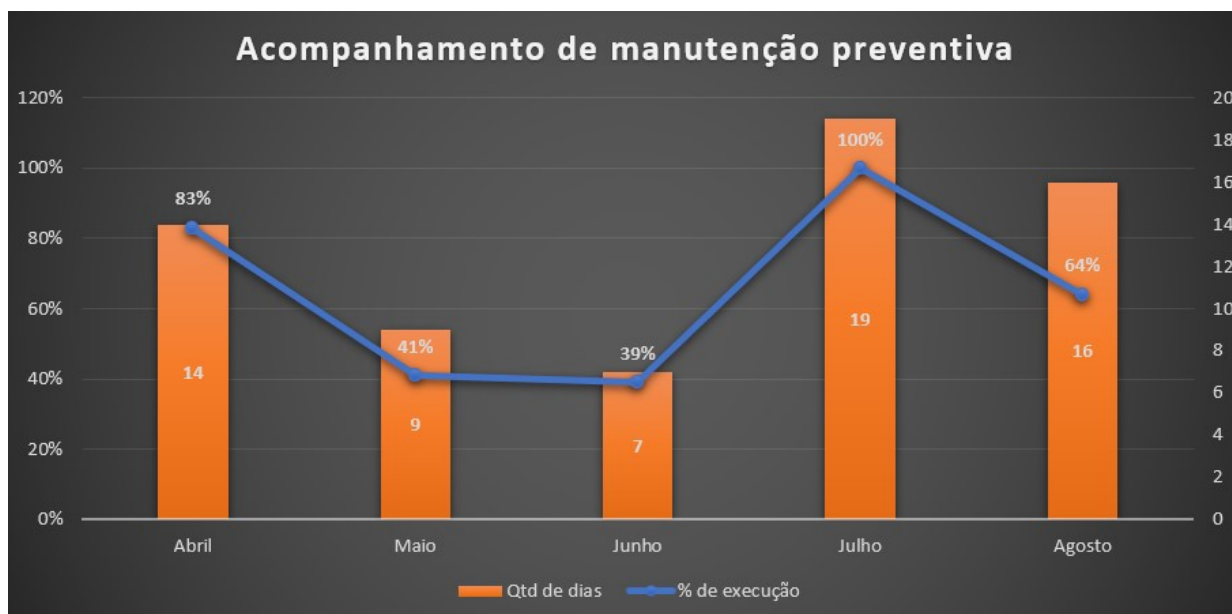
4.3 Análise dos dados coletados

No contexto da manutenção de sistemas de climatização em uma mineradora, a análise dos dados coletados permite compreender o impacto da implementação do **SAP** na eficiência operacional, na rastreabilidade das atividades e na satisfação dos usuários. Foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- **Gráfico de controle:** utilizados para acompanhar o percentual de manutenções preventivas realizadas em comparação com o total de ordens de serviço geradas. Isso ajudou a visualizar a consistência e a eficácia das manutenções ao longo dos meses.
- **Tabelas:** Essa tabela ajudou a quantificar e comparar as atividades realizadas em cada mês.

Durante o período de abril a agosto, foram coletados dados referentes ao novo processo. A Figura 5 ilustra o percentual de manutenções preventivas realizadas em comparação com o total de ordens de serviço emitidas pelo **SAP**, além da quantidade de dias no mês dedicados a essas atividades.

Figura 5 – Acompanhamento de manutenção preventiva



Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 1 representa os atendimentos realizados, contendo os seguintes dados: total de dias trabalhados no mês, quantidade de ordens de serviço de manutenção preventiva geradas pelo SAP, quantidade de manutenções corretivas e instalações, além de observações adicionais.

Atendimentos realizados: Abril a Agosto					
Dias trabalhados		Ordens preventivas geradas pelo SAP	Quantidade de manutenções corretivas	Quantidade de equipamentos instalados	Observações
22	Abril	59	4	2	3 dias instalação + 5 dias manutenção corretiva
20	Maio	54	3	4	8 dias instalação + 3 dias manutenção corretiva
20	Junho	59	2	3	12 dias instalação + 1 dia manutenção corretiva
23	Julho	54	3	1	4 dias manutenção corretiva
22	Agosto	59	6	0	6 dias manutenção corretiva

Tabela 1 – Manutenções e Instalações

De acordo com informações fornecidas pela área responsável pelo contrato de manutenção de ar condicionado, em abril, o percentual de execução das manutenções preventivas foi de 83%, com 59 ordens de serviço geradas e 49 concluídas. As atividades corretivas e de instalação também foram registradas, com 3 dias dedicados às instalações e 5 dias para manutenções corretivas, restando 14 dias para as manutenções preventivas. Segundo o gestor, esse percentual é considerado satisfatório, especialmente por ser o primeiro mês após a implementação do SAP, e o não cumprimento de 100% do cronograma foi impactado pelos dias dedicados à instalação de novos equipamentos e manutenções corretivas.

Em maio, o percentual de execução caiu para 41% (considerado baixo pelo gestor), com 22 manutenções realizadas de um total de 54 OS's geradas. Esse mês teve uma alta alocação de tempo para atividades de instalação, totalizando 8 dias, e a falta de materiais para instalação ocasionou essa alta destinação de tempo. Foram dedicados 3 dias para manutenção corretiva. Essa distribuição de tempo resultou em uma redução significativa no percentual de execução das manutenções preventivas, restando apenas 9 dias para essa atividade.

Em junho, o percentual de execução das manutenções preventivas foi de 39%, com 23 manutenções realizadas de um total de 59. O tempo dedicado às atividades de instalação foi o maior registrado, totalizando 12 dias, enquanto a manutenção corretiva teve uma incidência relativamente baixa, com apenas 1 dia para esse atendimento. Neste caso, a falta de planejamento para instalação de novos equipamentos, falta de material, e imprevistos durante a execução da atividade, foram responsáveis por essa grande quantidade de dias dedicados à instalação. Essa distribuição de tempo impactou negativamente a execução de manutenções preventivas, que contaram com apenas 7 dias dedicados a essas atividades em junho.

No mês de julho, as 54 ordens de serviço geradas foram executadas. Foram dedicados 4 dias à manutenção corretiva. Como não houve atividades de instalação durante o mês, 19 dias foram dedicados para a manutenção preventiva, permitindo assim o cumprimento integral do cronograma de manutenções.

Por fim, no mês de agosto, onde foram geradas 59 ordens pelo **SAP**, o percentual de execução foi de 64%, com 38 OS's cumpridas. Foi analisado juntamente com o gestor que o não cumprimento de 100% das ordens de serviço geradas foi impactado por manutenções corretivas, uma vez que foram dedicados 6 dias para execução desse tipo de manutenção e 16 dias para cumprimento das manutenções preventivas.

É importante que as ordens de serviço geradas sejam cumpridas dentro do mês, a fim de evitar acúmulos no período subsequente. Ademais, o gestor observou que o atendimento às solicitações de instalação de novos equipamentos e/ou manutenções corretivas influenciou diretamente a realização das manutenções preventivas, resultando na redução do percentual de execução dessas atividades, devido à diminuição do tempo disponível no mês para tais atendimentos.

Após a implementação do **SAP**, o gestor pontuou, por meio de uma reunião, que foram obtidos alguns ganhos na gestão de manutenção dos ar condicionados na mineradora, conforme descrito abaixo:

- Melhoria na Rastreabilidade e Controle das Manutenções: cada ordem de serviço é gerada com informações detalhadas, permitindo um controle rigoroso de todas as atividades de manutenção.

- A identificação dos técnicos responsáveis e os horários de início e fim das manutenções aumentaram a transparência do processo.
- Durante uma auditoria realizada em junho, o gestor conseguiu apresentar dados detalhados de todas as manutenções realizadas em alguns equipamentos que foi solicitado pelo auditor. Isso não só facilitou a auditoria, mas também demonstrou o desempenho do novo sistema de gestão.
- A capacidade de programar manutenções com antecedência e de forma mais organizada resultou em um melhor planejamento das atividades.

No estudo de Araújo (2022) foi destacada a utilização do software SAP para a gestão de manutenções de equipamentos elétricos e mecânicos. Observou-se a importância do planejamento adequado da manutenção, bem como a relevância da manutenção preventiva para aumentar a disponibilidade dos equipamentos e a produtividade dos funcionários. Foi realizado um levantamento de dados e registros de manutenção e apontamentos, utilizando o software ERP da empresa, e através da análise dos dados, foi possível visualizar as perdas obtidas com a realização de manutenções corretivas não planejadas.

A autora também ressaltou que a aplicação do SAP nas manutenções preventiva e preditiva resultou em redução de custos e diminuição do tempo ocioso dos funcionários, reduzindo a perda de 65% do tempo da jornada de trabalho diária de 8 horas (equivalente a 5,2 horas) para 35% (equivalente a 2,8 horas).

4.4 Sugestões de melhoria após implementação do SAP

Ao analisar as ordens de serviço, foi possível identificar um ponto de atenção. Em algumas ocasiões, foi observado pela analista do setor a existência de horários disponíveis que não foram utilizados para a execução de manutenções preventivas. Exemplos incluem intervalos entre uma manutenção e outra, atrasos no início das atividades e encerramentos antecipados que poderiam ter sido aproveitados para realizar manutenções.

É interessante investigar esse assunto de maneira mais aprofundada, pois a não utilização desses períodos não apenas representa uma potencial perda de produtividade, mas também pode impactar negativamente a satisfação dos clientes e a performance geral dos serviços prestados. Com isso, alguns pontos de melhoria podem ser implantados, tais como:

- **Monitoramento das atividades:** Aumentar a supervisão durante os períodos de trabalho para certificar que os técnicos estejam utilizando o tempo de forma produtiva.
- **Feedback constante:** Fornecer *feedback* constante e construtivo para manter a equipe motivada e engajada.

- **Reuniões regulares:** Realizar reuniões regulares com a equipe para discutir o andamento das atividades e identificar possíveis melhorias.
- **Pesquisa de Satisfação:** Implementar pesquisas de satisfação para obter *feedback* dos usuários e identificar oportunidades de melhoria.
- **Key Performance Indicator (KPI):** Definir e monitorar KPI's (Indicadores Chave de Desempenho), como a redução de falhas e o cumprimento de cronogramas de manutenção preventiva para medir a eficiência e produtividade da equipe.
- **Treinamentos:** é importante realizar treinamentos periódicos para garantir o uso eficiente do sistema.
- **Benchmarking contínuo:** comparar os resultados do SAP com os de outras empresas que utilizam sistemas semelhantes, para identificar oportunidades de melhorias e boas práticas.

Com base nessas sugestões, foi criado um plano de ação, conforme a Figura 6, para garantir a implementação eficaz dessas melhorias:

Figura 6 – Plano de Ação

Plano de Ação						
What (O quê)	Why (Por que)	Who (Quem)	When (Quando)	Where (Onde)	How (Como)	How Much (Quanto)
Monitoramento das atividades	Certificar que estão realizando as atividades, medir a produtividade	Gestor e analista	Mensal	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Acompanhamento das atividades in loco	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias
Feedback constante	Manter a equipe motivada e engajada	Gestor e empresa contratante	Bimestral	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Reuniões	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias
Reuniões regulares	Identificar oportunidades de melhorias	Gestor, analista e empresa contratante	Mensal	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Reuniões mensais online ou presenciais	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias
Pesquisa de Satisfação	Obter feedback dos usuários	Analista	Semestral	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Formulários	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias
Key Performance Indicator (KPI)	Assegurar a qualidade e a execução correta das manutenções, aumentando a confiabilidade dos sistemas	Analista	Auditorias anuais	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Utilizando dashboards e relatórios automáticos do SAP	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias
Treinamentos	Maximizar o uso dos recursos do sistema e melhorar a eficiência operacional	Setor de manutenção da empresa	Capacitação semestral	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Sessões presenciais e online	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias
Benchmarking	Identificar melhores práticas e garantir que o sistema SAP esteja sendo usado de forma otimizada	Consultores externos	A cada 12 meses	Nas operações de manutenção da mineradora em Minas Gerais, com possível expansão para outras unidades	Comparação com empresas do setor	Empresa contratada definir a melhor forma de investir nessas melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor

5 Considerações Finais

A implementação do sistema **SAP** para a gestão das atividades de manutenção dos sistemas de climatização de uma mineradora em Minas Gerais demonstrou ser uma solução para os desafios enfrentados pela empresa. Este trabalho atingiu os objetivos propostos, conforme detalhado a seguir:

Primeiramente, foi possível compreender o cenário da gestão de manutenção de ar condicionado anterior à implementação do **SAP**, identificando as principais dificuldades deste processo. Antes da mudança, a gestão era realizada por meio de Relatórios Diários de Obra, que apresentavam informações limitadas e dificultavam o acompanhamento preciso das manutenções.

Durante o processo de implementação, foi possível acompanhar a mudança e identificar os desafios enfrentados, incluindo a adaptação inicial dos técnicos de manutenção e a necessidade de otimização do cronograma de atividades. A transição para um sistema integrado permitiu um controle mais detalhado e preciso das manutenções, resultando em uma melhoria nos atendimentos. A familiarização dos técnicos ao novo sistema e a superação das dificuldades iniciais foram cruciais para o sucesso deste trabalho.

Ao realizar uma análise comparativa da gestão de manutenção antes e após a implementação do **SAP**, os dados coletados entre abril e agosto demonstraram uma melhoria na execução das manutenções preventivas, com destaque para o mês de julho, onde todas as ordens de serviço geradas foram executadas. A programação antecipada das atividades permitiu uma melhor alocação de recursos e uma resposta mais rápida a eventuais imprevistos. Além disso, a geração de **OS's** corretivas possibilitou uma atuação imediata em caso de falhas, minimizando o impacto na operação dos equipamentos.

O sistema **SAP** trouxe benefícios para a gestão de manutenção dos ar condicionados, proporcionando maior controle e rastreabilidade das atividades. A capacidade de programar manutenções com antecedência e de forma mais organizada resultou em um melhor planejamento. Além disso, o sistema demonstrou ser adaptável a outras áreas da empresa, além da manutenção de sistemas de climatização. A capacidade de expandir o uso do sistema para outros setores pode gerar benefícios adicionais, incluindo melhor integração e eficiência em toda a operação da mineradora.

No entanto, é importante destacar algumas limitações deste trabalho:

- **Conversas com os técnicos de manutenção:** foram limitadas, o que pode ter restringido a compreensão completa das dificuldades enfrentadas durante a implementação do **SAP**.

- **Análise das dificuldades de implementação:** foi baseada principalmente em observações e relatos qualitativos, sem uma abordagem quantitativa robusta para medir o impacto dessas dificuldades.

Mesmo com os desafios iniciais, os benefícios alcançados evidenciam a importância de investir em tecnologias avançadas para a gestão de manutenção. Em suma, a mudança para o **SAP** também contribuiu para melhorar a produtividade dos técnicos, consolidando-se como uma ferramenta estratégica para a empresa. Essa mudança destaca-se como um exemplo de sucesso na aplicação de tecnologias avançadas para a otimização de processos empresariais.

Apesar da aplicação do **SAP** ser uma solução eficaz, há algumas oportunidades para expandir e aprofundar esta pesquisa. A seguir, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros que podem contribuir significativamente para o avanço do conhecimento nesta área:

- a) **Análise comparativa de sistemas ERP:** Comparar a eficácia de diferentes sistemas **ERP** (como **SAP**, Oracle, Totvs) na gestão de manutenção de equipamentos, realizando estudos de caso em diferentes empresas que utilizam sistemas **ERP** distintos, analisando indicadores de desempenho, custos e benefícios.
- b) **Estudo de caso sobre a implementação de ERP em diferentes setores:** Investigar como a implementação de sistemas **ERP** varia entre diferentes setores industriais (mineração, manufatura, serviços, etc), realizando estudos de caso, comparando os desafios e benefícios específicos de cada setor.
- c) **Impacto ambiental da implementação de ERP na manutenção:** Avaliar como a implementação de sistemas **ERP** pode contribuir para práticas de manutenção mais sustentáveis e reduzir o impacto ambiental, através da análise de dados de empresas antes e depois da implementação do **ERP**, focando em métricas de sustentabilidade e eficiência energética.

Essas sugestões podem ajudar a expandir o conhecimento sobre a implementação e os impactos dos sistemas **ERP** na gestão de manutenção, além de explorar novas tecnologias e metodologias para otimizar esses processos.

A implementação do sistema **SAP** otimizou a gestão de manutenção de sistemas de climatização em uma mineradora ao integrar todas as atividades de manutenção em um único sistema, proporcionando um controle mais rigoroso e detalhado. Isso melhorou a eficiência operacional ao permitir a programação antecipada das manutenções, a rápida resposta a imprevistos e a geração de relatórios detalhados que atendem às exigências das auditorias. Além disso, a rastreabilidade das intervenções e a transparência no processo de manutenção aumentam a satisfação dos usuários, resultando em um processo de manutenção mais organizado e eficiente.

Referências

- ABRAVA. **Lei sobre a manutenção de ar-condicionado entra em vigor**. São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://abrava.com.br/wp-content/uploads/2018/05/Nova-Legislaçãõ-Ãço-Ar-Condicionado-leonardo.compressed-1.pdf>>. Acesso em: 04 ago.2024.
- AIRES, A. C. **Sistema de gestão da produção para ambientes industriais**. Portugal: Universidade de Aveiro, 2008. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/0cfca354d15392be7038cd56262fa0b3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>>. Acesso em: 25 jan. 2024.
- ALMEIDA, P. S. d. **Manutenção Mecânica Industrial - Princípios Técnicos e Operações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. 153 p. ISBN 9788536519807. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536519807/>>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- ANVISA. **RESOLUÇÃO-RE Nº 09, DE 16 DE JANEIRO DE 2003**. [s.n.], 2003. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RE_09_2003_.pdf/8ccafc91-1437-4695-8e3a-2a97deca4e10>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- ARAÚJO, A. P. A. d. **Utilização do software sap na programação de manutenções preventivas e preditivas**. Dissertação (B.S. thesis), 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/47413/1/Trabalho%20de%20conclus%3%a3o%20de%20curso%20-%20Ana%20Paula%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- BASTO, P. A. G. **Projetos de implementação de sistemas SAP: Uma análise crítica**. Universidade do Minho (Portugal), 2017. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/c5ebf73531ef07ccc67d70ffb3595e17/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>>.
- BRANDÃO, R. d. S.; FERREIRA, L. N. **Avaliação de um sistema ERP - SAP R/3 como instrumento para gestão financeira na área de contas a pagar em uma empresa de Telecomunicações**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/professores/antonioscarlos/index_arquivos/sigsapr3.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2024.
- CAPELLI, A. L.; STORK, E.; SCHUNSKI, F.; TOAZZA, M.; LEONI, T. Implementação e avaliação do sistema erp-sap na empresa john deere brasil - fábrica de tratores. **Caderno de Administração**, v. 8, n. 1, 2014. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/caadm/article/view/21135/19679>>.
- CARVALHO, E. A. d. Análise da implementação de um novo sistema erp na gestão da manutenção de uma indústria de embalagens plásticas flexíveis. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/11449/242765/4/carvalho_ea_tcc_guara.pdf>. Acesso em: 20 jul.2024.
- DALLACORT, A. C. **Elaboração de um PMOC para condicionadores de ar**. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/2899/Artur_Cenci_Dallac%3%b4rt%20-%20TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DORSA, A. C. **O papel da revisão da literatura na escrita de artigos científicos**. SciELO Brasil, 2020. 681–683 p. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/inter/a/ctsj4sLz6CkZYQfZWBS4Lbr/?format=html&stop=previous&lang=pt>>. Acesso em: 31 jul. 2024.

FAKHOURY, N. A. **Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3150/tde-11072017-135147/publico/NicolasAlexandreFakhouryCorr17.pdf>>.

FERREIRA, J. N. M. d. S. Implementação de uma solução de planejamento e controle de produção num sistema sap r/3. Universidade de Aveiro, 2020. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/333883397.pdf>>.

FERREIRA, N. C. d. S.; SOUZA, J. N. de. Importância da manutenção preventiva de ar condicionados em uma empresa locadora de eletrodomésticos localizada na cidade do rio de janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://unigranrio.com.br/_docs/biblioteca-virtual/pdfs/cursos/engenharia-de-producao/IMPORTANCIA-DA-MANUTENCAO-PREVENTIVA-DE-AR-CONDICIONADOS.pdf>. Acesso em: 26 set.2024.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2009. 259 p. ISBN 9788595154933. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595154933/>>. Acesso em: 20 fev. 2024.

FREITAS, D. A.; SANTOS, E. M. d. S.; LIMA, L. V. d. S.; MIRANDA, L. N.; VASCONCELOS, E. L.; NAGLIATE, P. d. C. Saberes docentes sobre processo ensino-aprendizagem e sua importância para a formação profissional em saúde. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, SciELO Brasil, v. 20, p. 437–448, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/icse/a/SgvYjZrHVm94nXfkqrn6JRM/?lang=pt&format=html>>.

GARCIA, L. d. C. **Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC), aplicado à escola de ciências e tecnologias da UFRN**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/43074/2/PlanoManuten%c3%a7%c3%a3oOpera%c3%a7%c3%a3o_Garcia_2018.pdf>.

GONÇALVES, G. R. B. **Sistema de Informação**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH EDUCAÇÃO S.A, 2017. 278 p. ISBN 9788595022270. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595022270/>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

GREGORIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de Manutenção.s**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018. 196 p. ISBN 9788595025493. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595025493/>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

GREGÓRIO, G. F. P.; SILVEIRA, A. M. d. **Manutenção Industrial**. 1. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018. 180 p. ISBN 9788595026971. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595026971/>>. Acesso em: 26 set. 2024.

JUSTINO, F. E. L. A contribuição do sistema erp sap na gestão de processos em uma termelétrica no estado da paraíba. Universidade Federal da Paraíba, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/12006/1/FELJ11102018.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2024.

- LINO, A. d. S. **Gestão da Manutenção: Estudo da implantação estratégica do gerenciamento de manutenção dentro das indústrias**. Anhanguera: [s.n.], 2019. Disponível em: <<https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/23610/1/ANDR%C3%89%20DA%20SILVA%20LINO.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- LOBO, R. N. **Gestão de Produção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Érica, 2010. 209 p. ISBN 9788536517810. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517810/>>. Acesso em: 01 out.2024.
- LOURENÇO, A. I. R. **Benefícios da implementação do SAP na área da produção**. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Minho (Portugal), 2018. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/835556615011dfe405644d83c61a65b2/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>>.
- MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da pesquisa em educação: abordagens qualitativas, quantitativas e mistas**. Almedina Brasil, 2021. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786586618518/>>. Acesso em: 02 ago. 2024.
- MESQUITA, M. S. de; ARAÚJO, F. M. Diagnóstico da qualidade do ar interno das edificações do campus da unifor. **Revista Tecnologia**, v. 27, n. 2, 2006. Disponível em: <<https://ojs.unifor.br/tec/article/view/78/4446>>. Acesso em: 05 ago.2024.
- MINISTÉRIODASAÚDE. **PORTARIA Nº 3.523, DE 28 DE AGOSTO DE 1998**. [s.n.], 1998. Disponível em: <<https://www.globoclima.com.br/pmoc.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- MORAES, M. V. G. d. **Sistema de Gestão - Princípios e Ferramentas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2015. 152 p. ISBN 9788536531991. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536531991/>>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- MORO, N.; AUREAS, A. P. **Introdução a Gestão da Manutenção**. Florianópolis: [s.n.], 2007. 33 p. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/slideshow/introduo-gesto-da-manuteno/71779435>>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- NBR5462. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. [s.n.], 1994. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/eavargas2512/nbr-5462-2>>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- NR17. **NR 17 - Ergonomia**. [s.n.], 2022, p.8. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2022.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- OLIVEIRA, T. A. B. d. **Gestão da manutenção, implementando uma simulação no setor de manutenção da pedreira um valemix**. 2016. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/165/1/MONOGRAFIA_Gest%c3%a3oManuten%c3%a7%c3%a3oImplementando.pdf>.
- PRETTZ, B. B.; SILVEIRA, S. R.; BERTOLINI, C.; CUNHA, G. B. da; BIGOLIN, N. M. **Implantação de um Sistema ERP: um estudo de caso na empresa LV Equipamentos Ltda**. Santa Maria: Revista de Informática Aplicada, 2019. Disponível em: <https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_informatica_aplicada/article/view/6988/3111>. Acesso em: 30 abr. 2024.
- PRIM, A. L.; PEREIRA, L. H. Expansão organizacional: o caso totvs. **Revista Brasileira de Casos de Ensino em Administração**, p. c11–c11, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fgv.br/gvcasos/article/view/66023/70442>>.

QOS-ERP. **Manutenção Industrial: Gestão de ativos e a integração no ERP**. [s.n.], 2016. Disponível em: <<https://qserp.com.br/manutencao-industrial-integrada-erp/>>. Acesso em: 21 jul. 2024.

SADDI, I. M.; SANTOS, J. P. d.; OLIVEIRA, R. F. d.; COUGO, L. F. Pcm – planejamento e controle de manutenção, estudo de melhoria em uma empresa do ramo agropecuário. **Artigo apresentado no XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENGEPE, Maceió**, 2018. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/114870983/TN_STO_258_483_35899.pdf>. Acesso em: 15 mar.2024.

SADRIZADEH, S.; YAO, R.; YUAN, F.; AWBI, H.; BAHNFLETH, W.; BI, Y.; CAO, G.; CROITORU, C.; DEAR, R. de; HAGHIGHAT, F. *et al.* Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. **Journal of Building Engineering**, Elsevier, v. 57, p. 104908, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710222009202>>. Acesso em: 20 jul.2024.

SANTOS, C. C.; FENERICH, F. C. **Implementação do módulo MRP no sistema SAP: um estudo de caso em uma indústria multinacional de alimentos**. DEP/UEM, 2018. Disponível em: <http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/1574>. Acesso em: 31 jul. 2024.

SANTOS, M. L. G. dos; MACHADO, L. d. P.; PEDROZA, M. M.; OLIVEIRA, L. R. A. de. Qualidade do ar interno da biblioteca de uma instituição de ensino federal. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 12, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/14311/209209213119>>.

SAP. **What is SAP. Walldorf: SAP**. [s.n.], 2022. Disponível em: <<https://www.sap.com/about/company/what-is-sap.html>>. Acesso em: 31 jul. 2024.

SILVA, A. C. da; MARCOLINO, S. M. d. S.; SOUZA, M. M. d. S.; JUNIOR, F. C. C.; SOUSA, T. L. A. **Sistema integrado de gestão empresarial: impactos na implantação em uma empresa sucroalcooleira de grande porte do vale do São Francisco**. Juazeiro: Revista Gestão e Conhecimento, 2020. Disponível em: <<https://revistagc.com.br/ojs/index.php/rgc/article/view/137/142>>. Acesso em: 27 jul. 2024.

SILVA, R. D. d. da; CARVALHO, M. d. L. M. A evolução da nota fiscal eletrônica perante o sistema sap: um estudo sobre a real situação numa empresa de supermercado de João Monlevade e suas ferramentas de tecnologia. 2016. Disponível em: <<https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/2848/1/A%20EVOLU%20c3%87%20c3%83O%20DA%20NOTA%20FISCAL%20ELETR%20c3%94NICA%20%28NFe%29%20PERANTE%20O%20SISTEMA%20SAP.pdf>>.

VALADARES, D. d. C. Os benefícios da utilização do sistema integrado de gestão erp (sap s/4hana) como ferramenta de apoio para o gerenciamento dos recursos em estoque de uma companhia de saneamento básico. Universidade Estadual de Goiás, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ueg.br/jspui/bitstream/riueg/1306/2/DANIELA%20DE%20CASTRO%20VALADARES_TCC_S.I.>. Acesso em: 03 set. 2024.

VIANA, H. R. G. **Manual de Gestão da Manutenção**. 1. ed. Brasília: ENGETE-LES Editora, 2020. 206 p. ISBN 9786599172502. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/manual-da-gestao-da-manutencao-herbert-viana-pdf-free.html>>. Acesso em: 20 fev. 2024.

WALLIMAN, N. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2015. 178 p. ISBN 9788502629857. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502629857/>>. Acesso em: 02 ago. 2024.