



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



André Moreira Corrêa

Elaboração de Procedimento Operacional Padrão para o processo de manutenção corretiva em máquinas de linha amarela: o caso de uma empresa de locação, operação e logística

OURO PRETO - MG
2026

André Moreira Corrêa
andre.correa@aluno.ufop.edu.br

Elaboração de Procedimento Operacional Padrão para o processo de manutenção corretiva em máquinas de linha amarela: o caso de uma empresa de locação, operação e logística.

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Savio Sade Tayer

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C824e Corrêa, Andre Moreira.

Elaboração de Procedimento Operacional Padrão para o processo de manutenção corretiva em máquinas de linha amarela [manuscrito]: o caso de uma empresa de locação, operação e logística. / Andre Moreira Corrêa. - 2026.
52 f.

Orientador: Prof. Me. Savio Sade Tayer.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Procedimento Operacional Padrão (POP). 2. Máquinas - Equipamentos industriais - Máquina de Linha Amarela. 3. Equipamentos industriais - Manutenção - Normalização. I. Tayer, Savio Sade. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Andé Moreira Corrêa

Elaboração de procedimento operacional padrão para o processo de manutenção corretiva em máquinas de linha amarela: o caso de uma empresa de locação, operação e logística.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de graduação

Aprovada em 05 de fevereiro de 2026.

Membros da banca

Msc Sávio Sade Tayer- Orientador Universidade Federal de Ouro Preto
Dsc Washington Luis Vieira da Silva - Universidade Federal de Ouro Preto
Dsc Diogo Antônio de Sousa - Universidade Federal de Ouro Preto

Sávio Sade Tayer, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 13 de fevereiro de 2026



Documento assinado eletronicamente por **Sávio Sade Tayer, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/02/2026, às 14:02, 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 **1060224** e o código CRC **B115A0E2**.

A Deus dedico mais esta etapa vencida,
meus pais, pelo apoio.

A minha cachorra, Kyra, pelo companheirismo.

Aos amigos de república e os rocks.

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador, Sávio Sade Tayer, pelo incentivo, pela paciência e pela orientação fundamental para a realização deste trabalho.

Ao professor Washington Luis Vieira da Silva, e aos demais professores do curso de Engenharia Mecânica, pelas importantes contribuições para o aprimoramento deste estudo e pelo conhecimento compartilhado ao longo da graduação.

Aos meus pais e ao meu irmão, pelo apoio incondicional, pelo amor e por serem a base de todas as minhas conquistas. Sem vocês, este caminho não seria possível.

Aos amigos que se fizeram presentes e próximos nesta fase, transformando os desafios em momentos de leveza e parceria.

À vida republicana de Ouro Preto, que me ensinou tanto além da sala de aula. À República Katapulta e aos seus moradores, pela convivência, pela amizade e por terem sido minha família durante esses anos.

À minha cachorra, Kyra, pelo companheirismo silencioso e fiel que tornou os dias de estudo muito mais alegres.

"É absolutamente preciso estudar fatos, observar fenômenos."

Henri Gorceix

RESUMO

Este estudo aborda a elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP) voltado ao processo de manutenção corretiva em máquinas de linha amarela, classificação técnica que designa equipamentos móveis pesados destinados à infraestrutura, mineração e construção civil. A adoção desta terminologia e da cor amarela para tais ativos fundamenta-se em diretrizes de segurança do trabalho, como a NR 26, que estabelece o uso da cor para indicar 'cuidado' e garantir alta visibilidade em ambientes de risco. A pesquisa fundamenta-se na necessidade de estruturar o setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) frente à baixa padronização e aos atrasos críticos identificados nas intervenções realizadas por terceiros, os quais comprometem a disponibilidade física dos equipamentos e a produtividade operacional, especialmente no setor de mineração. O objetivo geral deste trabalho consiste em propor um POP que contribua para a padronização e melhoria da eficiência das manutenções corretivas externas, garantindo maior controle sobre prazos e custos. Para isso, utiliza-se uma metodologia qualitativa e exploratória, fundamentada em pesquisa bibliográfica, estudo de caso e observação participante para o diagnóstico e a estruturação da solução proposta. Os resultados compreendem o mapeamento do fluxo de processo atual e o desenvolvimento de um novo modelo de trabalho que institui uma matriz de responsabilidades e ferramentas de controle, como uma planilha de monitoramento de componentes, para assegurar o cumprimento do *Service Level Agreement* (SLA). A conclusão aponta que a implementação do POP resultou na redução do tempo total de ciclo (SLA), com melhorias observadas entre 20% e 50%, e no expressivo aumento da rastreabilidade e controle documental de componentes. Verificou-se ainda a otimização na escolha de fornecedores, que abriu espaço para uma consequente e provável redução de custos operacionais, aliadas à maior clareza nas responsabilidades e melhoria na comunicação interdepartamental. Por fim, o estudo sugere um impacto positivo na cultura organizacional, promovendo a transição de uma postura puramente reativa para uma gestão estratégica e planejada da manutenção.

Palavras-chave: Manutenção Corretiva; Linha Amarela; Procedimento Operacional Padrão; Planejamento e Controle da Manutenção. Padronização.

ABSTRACT

This study addresses the development of a Standard Operating Procedure (SOP) focused on the corrective maintenance process of heavy machinery (yellow line), a technical classification for mobile equipment used in infrastructure, mining, and construction. The adoption of this terminology and the yellow color for such assets is based on occupational safety guidelines, such as the NR 26 standard, which establishes the use of the color to indicate 'caution' and ensure high visibility in hazardous environments. The research is based on the need to structure the Maintenance Planning and Control (MPC) sector due to low standardization and critical delays identified in third-party interventions, which compromise equipment physical availability and operational productivity, particularly in the mining sector. The general objective of this work consists of proposing an SOP that contributes to the standardization and efficiency improvement of external corrective maintenance, ensuring greater control over deadlines and costs. To this end, a qualitative and exploratory methodology is used, based on bibliographic research, a case study, and participant observation. The results include the mapping of the current process flow and the development of a new work model that establishes a responsibility matrix and control tools, such as a component monitoring spreadsheet, to ensure compliance with the Service Level Agreement (SLA). The conclusion indicates that the implementation of the SOP resulted in a reduction of the total cycle time (SLA), with observed improvements ranging from 20% to 50%, and a significant increase in component traceability and document control. Furthermore, there was an optimization in supplier selection, which created space for a consequent and probable reduction in operational costs, combined with clearer responsibilities and improved inter-departmental communication. Finally, the study suggests a positive impact on organizational culture, promoting a transition from a purely reactive stance to a strategic and planned maintenance management.

Keywords: Corrective Maintenance; Heavy Machinery; Standard Operating Procedure; Maintenance Planning and Control. Standardization.

LISTA DE FIGURAS

Figure 1 - Estrutura de classificação dos Padrões de Manutenção.....	10
Figure 2– Exemplos de equipamentos de linha amarela: escavadeira, trator de esteira e retroescavadeira.	16
Figure 3 - Exemplos de materiais de estudo: sistema de material rodante e caçamba de escavação.	19
Figure 4– Mapeamento do fluxo de processo da central de logística de componentes recuperáveis.	20
Figure 5 – Componentes elegíveis para controle no fluxo de manutenção externa.	27
Figure 6– Roteiro de atividades do novo fluxo de processo.....	28
Figure 7– Interface da Planilha de Controle de Componentes Externos.	30
Figure 8 - Documento de Procedimento Operacional Padrão (POP) para Manutenção Corretiva Externa.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Definição das variáveis da pesquisa.	21
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	Geral	4
1.3.2	Específicos.....	4
1.4	Estrutura do Trabalho	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1	Manutenção	6
2.1.1	Tipos de Manutenção.....	6
2.2	Padronização da Manutenção	9
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	11
2.3.1	Atribuições e Benefícios do PCM	12
2.4	Procedimento Operacional Padrão (POP)	13
2.5	Linha Amarela	15
3	METODOLOGIA.....	18
3.1	Tipo de Pesquisa.....	18
3.2	Materiais e Métodos	18
3.3	Variáveis e Indicadores	20
3.4	Instrumento de Coleta de Dados.....	22
3.5	Tabulação dos Dados.....	22
3.6	Considerações Finais do Capítulo	22
4	RESULTADOS	23
4.1	Caracterização da Empresa.....	23
4.2	Diagnóstico do Processo Atual de Manutenção Corretiva	24
4.2.1	Descrição do cenário	24
4.2.2	Mapeamento do fluxo atual	24
4.2.3	Identificação dos principais gaps.....	25
4.3	Desenvolvimento do Procedimento Operacional Padrão (POP)	26
4.3.1	Objetivo e Escopo do POP	26
4.3.2	Redefinição do Fluxo de Manutenção (Modelo Proposto).....	27

4.3.3	Definição de Responsabilidades e Fronteiras de Atuação.....	29
4.3.4	Padronização dos Critérios de Controle	29
4.4	Discussão dos Resultados	32
4.4.1	Redução do Tempo Total de Ciclo (SLA).....	32
4.4.2	Aumento da Rastreabilidade e Controle Documental	32
4.4.3	Otimização na Escolha de Fornecedores e Redução de Custos	33
4.4.4	Clareza nas Responsabilidades e Melhoria da Comunicação Interdepartamental ..	33
4.4.5	Impacto na Cultura Organizacional e na Adesão ao Processo	33
4.4.6	Limitações Encontradas Durante a Implantação	34
4.5	Validação da Proposta e Limitações do Estudo.....	34
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	36
5.1	Conclusão	36
5.2	Recomendações	36
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

No mundo globalizado, a manutenção está presente em todos os processos produtivos, sendo essencial para garantir a disponibilidade, a confiabilidade e a segurança dos sistemas. Sua aplicação vai além do ambiente industrial, abrangendo setores como transporte, energia, infraestrutura e serviços, contribuindo diretamente para a eficiência operacional e a redução de custos.

Conforme Kardec e Nascif (2019), manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão ao longo do ciclo de vida de um ativo, destinadas a mantê-lo ou restaurá-lo a um estado no qual possa desempenhar a função requerida. Essa definição ressalta a importância estratégica da manutenção em qualquer setor e evidencia seu papel fundamental na sustentabilidade e na competitividade das organizações.

Considerando a relevância estratégica da manutenção, é essencial apresentar seus principais tipos aplicados na indústria: corretiva, preventiva e preditiva, cada um com finalidades específicas conforme o contexto operacional (KARDEC; NASCIF, 2019).

A manutenção corretiva é uma abordagem reativa, realizada após a detecção de uma falha, que visa retornar o equipamento ao seu estado funcional requerido. Por envolver reparos que não foram planejados, essa estratégia pode acarretar interrupções inesperadas na operação e custos significativos (KARDEC; NASCIF, 2019).

Já manutenção preventiva é uma abordagem proativa baseada em intervenções programadas por tempo ou uso, que visa reduzir falhas. Diferente da corretiva, que acontece após a quebra, ela antecipa problemas através de ações como lubrificação e trocas periódicas (MOBLEY, 2002).

Como evolução da manutenção preventiva, a manutenção preditiva utiliza técnicas de monitoramento contínuo, como análise de vibração, termografia e ultrassom, para avaliar a condição real dos equipamentos e prever falhas com antecedência (MOBLEY, 2002).

Em paralelo, as práticas de manutenção foram aprimoradas pela integração com POP (Procedimento Operacional Padrão).

Segundo Mobley (2002, p. 424):

Os procedimentos padrão de manutenção são projetados para fornecer instruções passo a passo que garantirão o desempenho adequado da tarefa, bem como a máxima confiabilidade e custo de ciclo de vida da máquina ou sistema que está sendo reparado.

Na manutenção, os POPs são especialmente relevantes, pois orientam desde inspeções preventivas até reparos corretivos, reduzindo variabilidades e riscos operacionais (TOLEDO, *et al.* 2013). Dessa forma, a manutenção deixa de ser uma resposta aos problemas e passa a ser modo para minimizar custos (KARDEC; NASCIF, 2019).

Apoiando-se na definição de Mobley (2002), a aplicação do POP é fundamental para a estruturação dos procedimentos de manutenção em diferentes contextos industriais. A sistematização das rotinas, aliada à análise técnica contínua por parte dos colaboradores, permite o desenvolvimento de um fluxo de manutenção mais eficiente. Essa abordagem facilita a consolidação da padronização, acelera a identificação de falhas e viabiliza ajustes precisos no processo. Como consequência, alcança-se o objetivo da manutenção estratégica definido por Kardec e Nascif (2019): a garantia da confiabilidade dos ativos e a redução dos custos operacionais.

Nesse contexto prático, uma empresa do segmento de locação, operação e logística, especializada na frota de máquinas de linha amarela (equipamentos pesados voltados majoritariamente para os setores de construção civil, mineração e movimentação de terra), diagnosticou que seu processo de manutenção corretiva, especificamente quando realizado fora das instalações próprias, apresentava baixa padronização, resultando em atrasos críticos e retrabalhos. Diante desse cenário, a revisão e o aprimoramento do fluxo tornaram-se essenciais para o negócio. A iniciativa envolve a padronização de procedimentos, a definição clara de responsabilidades e a implementação de indicadores de desempenho, visando assegurar maior controle sobre o processo, agilidade nas intervenções e a redução das falhas recorrentes.

Com isso, o estudo está direcionado ao setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), com o objetivo de propor ações que tornem o processo mais claro, padronizado e eficiente, contribuindo para a redução de falhas, melhoria no tempo de resposta e custo das manutenções corretivas fora das instalações próprias.

Diante do contexto, tem-se a seguinte questão problema:

Como elaborar um POP para contribuir para a padronização e melhoria do processo de manutenção corretiva em uma empresa de locação, operação e logística de máquinas de linha amarela?

1.2 Justificativa

A relevância deste estudo reside na criticidade operacional das máquinas de linha amarela, ativos móveis pesados essenciais para a continuidade de processos na construção civil e, fundamentalmente, na mineração. Em ambientes de alta demanda, a manutenção industrial desses ativos é o pilar que garante a disponibilidade e a confiabilidade necessárias para o cumprimento de metas produtivas. Conforme Slack et al. (2018), uma gestão eficaz da manutenção otimiza a produção, resultando em maior qualidade, segurança e longevidade dos equipamentos.

A motivação para este trabalho surgiu da identificação de um cenário de baixa padronização e atrasos críticos em manutenções corretivas externas, que impactavam diretamente a produtividade operacional. A aplicação de sistemas de gestão como o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é essencial para assegurar a disponibilidade física dos ativos. Assim, a criação de um POP justifica-se como a ferramenta capaz de promover a redução do tempo total de ciclo (SLA) e o aumento da rastreabilidade e controle documental, alinhando a gestão interna aos requisitos de qualidade e segurança, conforme as diretrizes da ABNT (2015).

As contribuições deste estudo para o setor de locação e logística de equipamentos pesados são significativas. Ao definir critérios técnicos e comerciais rígidos, o trabalho viabiliza a otimização na escolha de fornecedores e a redução de custos, transformando decisões empíricas em escolhas baseadas na racionalidade econômica. Além disso, o estabelecimento de uma matriz de competências traz clareza nas responsabilidades e melhoria da comunicação interdepartamental, eliminando conflitos entre PCM, Suprimentos e Logística. Por fim, a melhoria dos processos de manutenção corretiva, defendida por Xenos (1998), reduz paradas não programadas e paradas emergenciais. Essa abordagem não apenas eleva a eficiência operacional, mas gera um impacto na cultura organizacional, consolidando uma gestão estratégica que assegura a sustentabilidade e o aumento do lucro da empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Elaborar um Procedimento Operacional Padrão (POP) para o processo de manutenção corretiva de máquinas de linha amarela, visando padronizar o fluxo operacional e otimizar a gestão de desempenho e controle em uma empresa de locação, operação e logística.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre: manutenção, padronização, planejamento, Procedimento Operacional Padrão (POP) e Linha Amarela;
- Desenvolver um procedimento metodológico para elaborar o POP para a empresa estudada;
- Estudar o processo de manutenção corretiva para elaborar o POP para uma empresa de locação, operação e logística de máquinas de linha amarela.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, organizados de forma a conduzir o leitor desde a contextualização do problema até a solução proposta e seus resultados.

No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução ao tema, detalhando a formulação do problema de pesquisa, a justificativa para a realização do estudo e os objetivos geral e específicos traçados para nortear o desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica, abordando os conceitos essenciais e a evolução da manutenção, bem como a definição de seus tipos (corretiva, preventiva e preditiva). Também são explorados temas cruciais para o embasamento da proposta, como a importância da padronização através de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) e o papel estratégico do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada, classificando a pesquisa quanto aos seus objetivos e abordagem. Nesta seção, são detalhados os materiais e métodos empregados, incluindo as técnicas de mapeamento de processos, a definição das variáveis e indicadores, e os instrumentos adotados para a coleta e tabulação dos dados.

O quarto capítulo é dedicado à apresentação e discussão dos resultados. Inicialmente, expõe-se o diagnóstico do cenário atual (as-is) e a identificação das falhas no processo. Em seguida, descreve-se o desenvolvimento e a estrutura do POP proposto (to-be), incluindo o novo fluxograma e a matriz de responsabilidades, finalizando com uma análise qualitativa dos impactos da implantação.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais, retomando o objetivo central para concluir sobre a eficácia da padronização proposta, além de listar recomendações para trabalhos futuros e oportunidades de melhoria contínua.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

A manutenção industrial constitui-se como uma função estratégica e um pilar fundamental para a sustentabilidade operacional e competitividade das organizações no cenário econômico atual. Sua essência vai muito além do simples ato de consertar equipamentos, representando um conjunto de práticas técnicas e administrativas voltadas para a preservação da capacidade produtiva dos ativos. Conforme define a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na NBR 5462 (1994), manutenção é a "combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida".

Etimologicamente, o termo tem origem no latim *manus tenere*, que significa "manter com as mãos" ou, em uma interpretação mais ampla, "manter aquilo que se tem" (VIANA, 2014). Essa visão antiga ganhou enorme relevância com a Revolução Industrial, onde a transição da manufatura artesanal para a produção mecanizada intensificou a dependência de máquinas complexas, tornando suas falhas custosas e, conseqüentemente, necessitando de intervenções sistemáticas para garantir a continuidade da produção (KARDEC; NASCIF, 2019).

No contexto moderno, a globalização e a acirrada concorrência exigem que as empresas operem com máxima eficiência, qualidade e disponibilidade. Neste sentido, a manutenção deixou de ser vista como um "mal necessário" ou um centro de custos, evoluindo para uma função gerencial estratégica, cuja eficácia impacta diretamente na segurança, na confiabilidade, na qualidade do produto final e na lucratividade da organização (XENOS, 1998; ALMEIDA, 2014).

2.1.1 Tipos de Manutenção

Para Mobley (2002), a classificação dos métodos de gestão da manutenção é essencial para estruturar as intervenções de forma racional, visando os objetivos de produção e custos. O autor categoriza essas intervenções com base na estratégia adotada frente à falha, definindo-as como manutenção reativa (run-to-failure), preventiva (baseada no tempo, ou "momento") e preditiva (baseada na condição, ou "estratégia")

A Manutenção Corretiva é o método de intervenção que ocorre somente após a falha ou pane do equipamento, tendo como único objetivo restaurar sua condição operacional. No ambiente industrial, essa prática é frequentemente comparada a uma cultura de "apagar incêndios",

devido à sua natureza puramente reativa (VIANA, 2014). Esta definição é consistente com a norma ABNT NBR 5462 (1994), que conceitua a corretiva como a manutenção efetuada somente depois da ocorrência de uma pane, destinada a fazer com que o item volte a executar sua função requerida.

Kardec e Nascif (2019) aprofundam a análise ao dividi-la em duas categorias distintas: Manutenção Corretiva Não Planejada (ou emergencial): Caracteriza-se pela correção imediata e aleatória de uma falha inesperada, sem qualquer planejamento prévio. É a forma mais onerosa, pois geralmente implica em paradas de produção não programadas, altos custos com horas extras, consumo desorganizado de peças e potenciais danos colaterais aos equipamentos. E a Manutenção Corretiva Planejada: Ocorre quando uma falha ou degradação no desempenho é identificada (muitas vezes através de técnicas preditivas), mas a intervenção é programada para um momento oportuno, permitindo o planejamento de recursos (mão de obra, materiais) e a minimização do impacto na produção.

Embora possa ser a opção mais econômica em termos de custos diretos de intervenção para equipamentos não críticos, a corretiva não planejada geralmente resulta em custos indiretos elevadíssimos devido à perda de produção, tornando-se indesejável como política principal (XENOS, 1998).

Em oposição à corretiva, a Manutenção Preventiva baseia-se no princípio de intervir antes que a falha ocorra. Suas ações são realizadas em intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos (ex.: número de ciclos, horas de operação), com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha de um item (VIANA, 2014).

Kardec e Nascif (2019) a definem como a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou a queda do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. Envolve atividades sistemáticas como inspeções, lubrificação, ajustes, reformas e substituição de componentes.

Suas principais vantagens, citadas por Almeida (2014) e Xenos (1998), incluem:

- Aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos;
- Maior previsibilidade para o planejamento de recursos (mão de obra e materiais);
- Redução de paradas não programadas e das perdas de produção associadas;
- Melhoria na qualidade dos produtos, uma vez que as máquinas operam dentro de suas especificações;

- Aumento da vida útil dos ativos.

Um desafio inerente à preventiva é a definição acertada da periodicidade das intervenções. Intervalos muito curtos levam a custos desnecessários e a possíveis introduções de defeitos durante intervenções prematuras. Intervalos muito longos aumentam o risco de falha, esta periodicidade ideal deve considerar as recomendações dos fabricantes, mas, sobretudo, as condições operacionais e ambientais específicas de cada instalação (KARDEC; NASCIF, 2019).

Conforme Viana (2014), a Manutenção Preditiva representa um avanço significativo em relação à preventiva calendarizada. Ela não se baseia em tempo de operação, mas no estado real do equipamento. Sua premissa é monitorar parâmetros que indicam a degradação de um componente (como vibração, temperatura, análise de óleo, ultrassom e termografia), permitindo prever com maior precisão o momento em que uma falha irá ocorrer (VIANA, 2014).

Kardec e Nascif (2019) conceituam a preditiva como a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Diferente da preventiva tradicional, que assume uma vida útil média para um componente, a preditiva permite estender ao máximo a vida útil do item, utilizando-o até um ponto muito próximo de sua falha, mas interrompendo a operação de forma planejada antes que isso aconteça.

Seus principais objetivos, de acordo com Almeida (2014) e Teles (2019), são:

- Maximizar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- Eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- Permitir a substituição de componentes apenas quando necessário, reduzindo custos com peças sobressalentes;
- Reduzir drasticamente a ocorrência de falhas catastróficas e paradas emergenciais;
- Aumentar a segurança operacional.

A implementação da manutenção preditiva requer investimento em equipamentos de medição, software de análise e capacitação de pessoal especializado. No entanto, seu custo-benefício é amplamente justificado em equipamentos críticos, de alto valor ou cuja falha implica em graves consequências para a produção, segurança ou meio ambiente (XENOS, 1998).

2.2 Padronização da Manutenção

A busca pela excelência nos processos de manutenção demanda uma melhoria contínua e sistêmica. Conforme defendido por Kardec e Nascif (2019), essa busca deve abranger todas as fases, desde a concepção do planejamento estratégico até a execução das atividades no chão de fábrica.

Neste contexto, a padronização emerge como um pilar fundamental. Mobley (2002) destaca que a implementação de procedimentos padrão é um elemento essencial da manutenção de classe mundial ("excelência"), sendo a ferramenta que confere confiabilidade, previsibilidade e eficiência às operações de manutenção.

De acordo com Xenos (1998), a padronização consiste no estabelecimento de métodos e procedimentos uniformes para a execução das atividades, os quais são formalizados em documentos que servem como referência para toda a equipe. O autor defende que a implementação de padrões é absolutamente essencial para que o trabalho da manutenção seja conduzido de forma eficiente e confiável. Dentre seus principais benefícios, destaca-se a significativa aceleração da curva de aprendizado de novos colaboradores, permitindo que um maior número de técnicos, e não apenas os mais experientes, seja capaz de executar tarefas complexas com a mesma qualidade e segurança, em um espaço de tempo consideravelmente mais curto.

Xenos (1998) propõe uma estrutura para essa documentação, classificando os padrões em duas categorias principais: gerenciais (que definem o sistema) e técnicos (que detalham a execução), conforme ilustra a Figura 1.

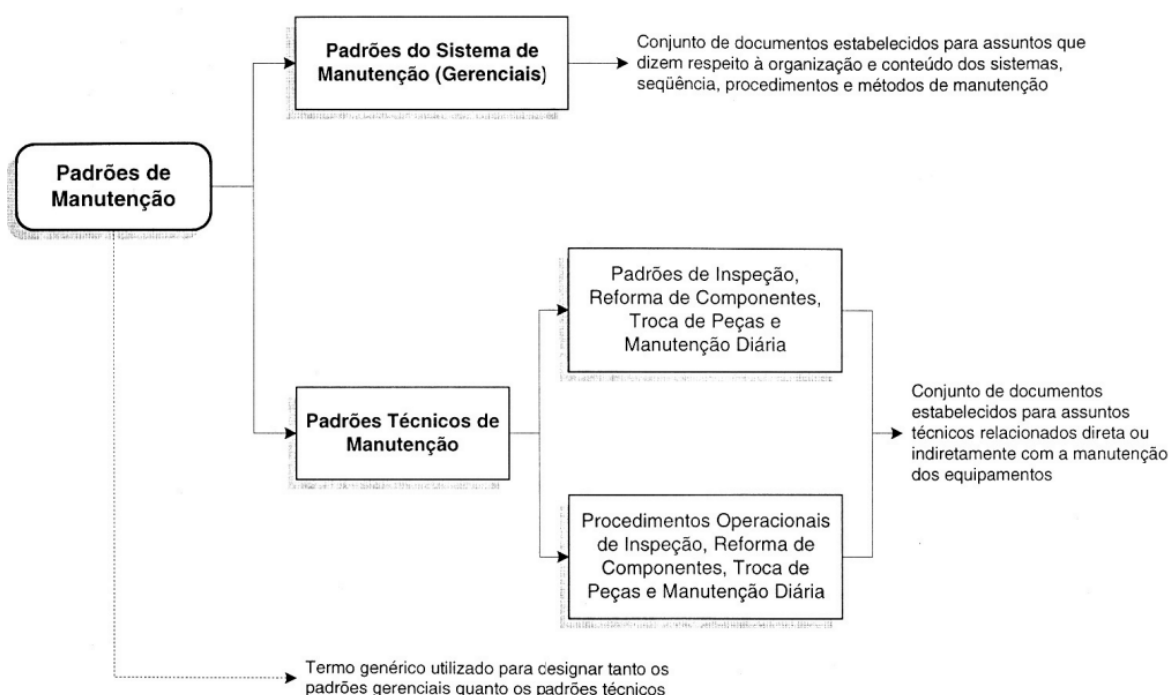


Figure 1 - Estrutura de classificação dos Padrões de Manutenção.
Fonte: Xenos, 1998

A Figura 1 ilustra a classificação proposta por Xenos (1998), que divide os documentos em dois grandes grupos: os Padrões Gerenciais, focados na organização do sistema, e os Padrões Técnicos, voltados para a execução prática. Estes últimos englobam as inspeções e os Procedimentos Operacionais (POPs), garantindo que tanto o planejamento administrativo quanto o trabalho direto nas máquinas sigam diretrizes claras e padronizadas.

Um dos frutos mais valiosos da padronização, conforme exposto por Xenos (1998), é a possibilidade de transferir tarefas elementares de manutenção – como lubrificação, inspeções visuais, pequenos reparos e trocas de peças de baixa complexidade – para os operadores de produção, no âmbito da Manutenção Autônoma. Esta prática não apenas aumenta a eficiência global do serviço de manutenção, liberando técnicos especializados para atividades de maior valor agregado, mas também fortalece o senso de dono e a corresponsabilidade do operador pelo equipamento que utiliza, criando um ambiente de cooperação mútua entre as áreas de produção e manutenção.

A padronização contribui, ainda, decisivamente para a confiabilidade das ações corretivas e preventivas. Ao definir critérios claros de execução, inspeção e julgamento, reduz-se drasticamente a variabilidade e a subjetividade inerentes aos métodos baseados apenas na experiência individual. Isso minimiza a probabilidade de falhas recorrentes e, paradoxalmente, de

falhas induzidas por uma execução inadequada de uma manutenção preventiva mal conduzida (XENOS, 1998).

Na prática, a padronização se materializa por meio de documentos técnicos robustos. Conforme detalha Viana (2014), os planos de manutenção preventiva e preditiva devem se desdobrar em listas de tarefas padronizadas (checklists) e procedimentos operacionais detalhados. Estes documentos orientam o executor em um verdadeiro "passo a passo", especificando com clareza:

- A sequência lógica de operações;
- Os materiais e insumos necessários;
- O ferramental e equipamentos de medição específicos;
- Os tempos padrão de execução para cada atividade;
- Os critérios de qualidade e os pontos de verificação para liberação.

Esta abordagem elimina adivinhações e improvisos, assegurando que cada intervenção seja realizada da maneira correta, por qualquer técnico devidamente capacitado, garantindo a repetibilidade e a qualidade do serviço. Como resultado, obtém-se um ganho substantivo em produtividade, uma vez que se reduzem tempos de parada, retrabalhos e o consumo desnecessário de materiais (VIANA, 2014).

Finalmente, é crucial entender que a padronização não é um processo estático. Xenos (1998) enfatiza a necessidade do contínuo "giro do ciclo PDCA" (Plan-Do-Check-Act) sobre os padrões estabelecidos. Eles devem ser constantemente revisados e atualizados com base nos resultados das inspeções, nas análises de falha e nas lições aprendidas com a execução dos serviços. Este processo de melhoria contínua é que permite que os padrões se mantenham "vivos" e verdadeiramente úteis, transformando o conhecimento implícito dos indivíduos em uma estrutura tecnológica formal e permanente da organização. Dessa forma, a padronização transforma a simples documentação de rotinas e se consolida como a base para o domínio tecnológico sobre a manutenção dos ativos da empresa.

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) atua como o pilar de sustentação para uma gestão eficiente do setor. Este sistema organiza metodicamente as etapas de preparação, programação, execução, controle e análise das intervenções, com o propósito de assegurar a disponibilidade dos ativos produtivos mediante a otimização de custos e o alinhamento com os

objetivos estratégicos da empresa (BRANCO FILHO, 2008). Nesse sentido, Kardec e Nascif (2019) reforçam que a existência de um sistema de controle é fundamental para harmonizar todos os processos que interagem na manutenção, permitindo identificar claramente os serviços, recursos e custos envolvidos.

Teles (2019) define a missão do PCM como o conjunto de ações que promovem e garantem maior confiabilidade e disponibilidade dos ativos, ao mesmo tempo em que otimizam todos os recursos alocados à manutenção. Essa definição vai além da simples programação de tarefas, posicionando o PCM como uma função estratégica que atua na interface entre a engenharia de manutenção, a execução dos serviços e a produção, assegurando que as intervenções ocorram de forma segura, dentro do prazo, do orçamento e com a qualidade requerida.

A implementação de um PCM robusto é a principal contramedida contra a cultura de "apagar incêndios", onde a manutenção é predominantemente reativa e comandada pelas falhas. Conforme descreve Xenos (1998), sem um planejamento eficiente, as atividades de manutenção tendem a oscilar entre estados de tranquilidade e de estresse extremo, o que é desgastante para as equipes e extremamente custoso para a organização. O PCM introduz previsibilidade, permitindo a transição de um modelo de gestão baseado em crises para um modelo baseado em planos e processos.

2.3.1 Atribuições e Benefícios do PCM

As atribuições do setor de PCM são abrangentes e críticas para o sucesso da operação. De forma sintética, baseando-se em Kardec e Nascif (2019), o PCM é responsável por:

1. Elaborar e gerenciar os planos de manutenção: Transformar a estratégia de manutenção (preventiva, preditiva) em um calendário executável de atividades, como o Plano Mestre de 52 semanas;
2. Dimensionar e coordenar recursos: Definir e garantir a disponibilidade de todos os recursos necessários (mão de obra qualificada, ferramentas, equipamentos de elevação, sobressalentes e materiais) no momento exato da execução, evitando ociosidade e gargalos;
3. Programar as atividades: Sequenciar e priorizar as ordens de serviço (OS) em sincronia com o plano de produção, identificando as janelas de oportunidade para execução das paradas com mínimo impacto operacional;

4. Controlar e analisar indicadores: Acompanhar métricas de desempenho como disponibilidade, custo de manutenção, backlog de ordens de serviço e cumprimento do plano, utilizando esses dados para tomada de decisão e melhoria contínua;
5. Gerenciar o histórico técnico: Manter um registro sistemático e padronizado de todas as intervenções, falhas, causas e ações tomadas, criando uma base de conhecimento invaluable para análises de confiabilidade e para o planejamento futuro.

Os benefícios advindos de uma implantação eficaz do PCM são tangíveis. Viana (2014) e Xenos (1998) destacam a otimização do uso da mão de obra, eliminando tempos de espera por instruções, ferramentas ou peças. Há também uma significativa redução de custos, evitando compras emergenciais de materiais, reduzindo o tempo de parada dos equipamentos e eliminando retrabalhos decorrentes de execuções malfeitas ou improvisadas. Além disso, promove-se um aumento da confiabilidade dos ativos, uma vez que as manutenções preventivas são executadas no momento correto e da maneira correta, seguindo procedimentos padronizados.

2.4 Procedimento Operacional Padrão (POP)

Os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) constituem muito mais do que meros documentos; eles são a materialização do conhecimento organizacional e o alicerce sobre o qual se erguem a estabilidade dos processos, a garantia da qualidade e a própria melhoria contínua. Sua elaboração, implementação e gestão são atividades estratégicas, fundamentadas em princípios consagrados de administração e qualidade.

Sob a ótica da Melhoria Contínua (Kaizen), a padronização é o primeiro passo do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act). Imai (1997) defende que sem um método padrão e estabilizado, qualquer tentativa de melhoria é infundada, pois não há uma base de comparação confiável. O autor enfatiza que o *Gemba* (local de trabalho real) só pode ser melhorado de forma sustentável após a estabilização das operações através da padronização. Neste contexto, o POP atua como a linha de base ("Plan" e "Do"), definindo a melhor maneira conhecida de se executar uma tarefa de forma segura, eficiente e com a qualidade requerida. Esta padronização prévia é que permitirá, posteriormente, "Checar" os resultados e "Agir" para promover melhorias, atualizando o próprio padrão em um ciclo virtuoso de aperfeiçoamento.

A filosofia 5S, que precede e viabiliza a implantação efetiva de qualquer sistema de gestão, está intrinsecamente ligada à criação de um ambiente propício para o seguimento dos

POPs. Conforme elucidado por Campos (2013), os sentidos de *Seiri* (Utilização), *Seiton* (Ordenação) e *Seiso* (Limpeza) criam um ambiente organizado e limpo, onde as ferramentas e materiais necessários para seguir o procedimento estão disponíveis e em ordem. O *Seiketsu* (Padronização) é a formalização desta organização por meio de regras e, conseqüentemente, dos POPs. Por fim, o *Shitsuke* (Autodisciplina) é o elemento crítico que assegura que os colaboradores não apenas conheçam o procedimento, mas o internalizem e o executem consistentemente, transformando o padrão documentado em uma prática cultural.

Do ponto de vista dos Sistemas de Gestão da Qualidade, a norma ISO 9001:2015, determina que a organização deve implementar o controle de produção e prestação de serviço por meio da "disponibilidade de informações documentadas para definir as atividades a serem realizadas" (ABNT, 2015). Os POPs são a principal ferramenta para atender a este requisito. Eles funcionam como instrumentos de controle que previnem a variabilidade indesejada no processo, garantindo que diferentes operadores executem a mesma tarefa da mesma maneira, assegurando a conformidade do produto ou serviço e a rastreabilidade em caso de não-conformidades.

A estruturação de um POP eficaz vai além de uma simples lista de tarefas. Toledo (2008) ressalta que um bom procedimento deve ser claro, conciso e de fácil compreensão para o usuário final. Elementos visuais, como fluxogramas, fotografias e diagramas, são amplamente recomendados para eliminar ambigüidades. Além disso, um POP robusto deve conter, minimamente:

- Objetivo e Escopo: A finalidade do procedimento e a quais atividades se aplica;
- Responsabilidades: Quem é responsável por executar, supervisionar e aprovar a atividade;
- Recursos Necessários: Ferramentas, equipamentos de proteção individual (EPI) e materiais requeridos;
- Instruções Passo a Passo: A sequência lógica e detalhada das operações, incluindo pontos de atenção e critérios de verificação;
- Registros: Quais evidências devem ser geradas (ex.: checklist, planilha de controle) para comprovar que a atividade foi realizada conforme o padrão.

Portanto, os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) não devem ser vistos como instrumentos burocráticos de restrição, mas sim como ferramentas dinâmicas de garantia e empoderamento.

Conforme Mobley (2002), eles capacitam os colaboradores a executarem seu trabalho com excelência, protegendo a organização contra riscos operacionais e de qualidade.

Essa padronização cria a base estável necessária para que o ciclo da melhoria contínua (PDCA) possa girar, permitindo que a empresa evolua de forma consistente e previsível (KARDEC; NASCIF, 2019).

2.5 Linha Amarela

O termo "Linha Amarela" consolidou-se no mercado brasileiro como uma classificação técnica para o segmento de máquinas móveis pesadas destinadas à infraestrutura, mineração e construção civil (VELOSO, 2015). Esta nomenclatura abrange ativos como escavadeiras hidráulicas, retroescavadeiras e tratores de esteira, que possuem alta densidade tecnológica (Motormac, 2024). Para facilitar a visualização e identificação dos principais ativos que compõem essa frota e que são objeto deste estudo, a Figura 2 ilustra os principais modelos de máquinas móveis pesadas citados. Ainda segundo Veloso (2015), a gestão desses equipamentos é complexa, exigindo uma estrutura de suporte que considere a mobilidade dos ativos e a severidade das frentes de operação.



Figure 2– Exemplos de equipamentos de linha amarela: escavadeira, trator de esteira e retroescavadeira.
Fonte: Pesquisa direta (2024).

Os ativos ilustrados na Figura 2 operam sob condições severas, exigindo uma estrutura de suporte que considere tanto a mobilidade quanto a severidade das frentes de trabalho. Além da complexidade mecânica, a padronização visual desses equipamentos é um fator determinante para a segurança operacional.

A adoção da cor amarela para esses equipamentos possui uma justificativa técnica fundamentada em diretrizes de segurança do trabalho, como a NBR 7195 e a NR 26, que estabelecem o uso do amarelo para indicar 'cuidado' e garantir a alta visibilidade do maquinário em ambientes de risco, como frentes de mineração e canteiros de obras. Segundo a Motormac (2024), essa padronização visual é um fator determinante para a redução de acidentes operacionais. Para além do aspecto visual, a manutenção desses ativos é o que assegura a preservação de sua capacidade produtiva, conforme os preceitos de disponibilidade física (Kardec e Nascif, 2019).

Conforme apontam os dados da SOBRATEMA (2024), a frota de linha amarela é um termômetro da atividade econômica nacional, sendo essencial para a produtividade e execução de grandes projetos de infraestrutura. Assim como sugere Viana (2014), trazendo o contexto de

empresas de locação e logística, a gestão desses ativos torna-se ainda mais crítica, pois a rentabilidade do negócio está diretamente atrelada à disponibilidade física e à confiabilidade dessas máquinas, as quais operam frequentemente sob condições severas de uso.

Em resumo, este capítulo mostrou que a eficiência da manutenção não depende apenas de saber consertar as máquinas, mas sim de uma gestão bem estruturada. A teoria deixa claro que integrar as estratégias de manutenção com o planejamento do PCM e o uso de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) é essencial para organizar o trabalho e reduzir os custos, especialmente nas intervenções corretivas. Portanto, a padronização se confirma não apenas como uma exigência formal, mas como uma ferramenta prática para aumentar a confiabilidade dos equipamentos e os resultados da empresa, servindo de base para o desenvolvimento deste estudo.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

A definição do tipo de pesquisa é fundamental para orientar a condução do trabalho, garantindo que os métodos e procedimentos estejam alinhados aos objetivos propostos. De acordo com Gil (2017), a pesquisa pode ser classificada quanto aos seus objetivos, à forma de abordagem e aos procedimentos técnicos adotados.

Quanto aos objetivos, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória. Conforme Gil (2017), a pesquisa exploratória tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema de estudo, tornando-o mais explícito e construindo hipóteses. No que se refere à forma de abordagem, a pesquisa é de natureza qualitativa. Segundo Richardson (2017), a pesquisa qualitativa estuda os fenômenos em seus contextos naturais, buscando interpretá-los a partir da perspectiva dos envolvidos.

No tocante aos procedimentos técnicos, este trabalho utiliza três abordagens principais: pesquisa bibliográfica, estudo de caso e pesquisa participante. A pesquisa bibliográfica, conforme Gil (2017), baseia-se em material já elaborado, como livros, artigos científicos e publicações especializadas, fornecendo o embasamento teórico necessário. O estudo de caso, por sua vez, consiste no estudo detalhado e exaustivo de um ou poucos objetos, permitindo uma análise contextualizada e profunda (GIL, 2017). Já a pesquisa participante envolve a interação direta do pesquisador com o ambiente e os sujeitos da pesquisa, contribuindo para a geração de dados a partir da experiência prática e da imersão no contexto estudado (SEVERINO, 2018).

Dessa forma, a combinação dessas abordagens possibilita uma investigação abrangente e contextualizada, alinhada aos objetivos de compreender e propor melhorias para o problema em questão.

3.2 Materiais e Métodos

A elaboração do Procedimento Operacional Padrão (POP) foi desenvolvida a partir da análise dos processos da central de logística de componentes recuperáveis, utilizando materiais, ferramentas e métodos voltados para a padronização e o controle das atividades. De acordo com Gil (2008), a definição metodológica é fundamental para assegurar clareza e consistência na execução de uma pesquisa aplicada.

Foram considerados como materiais de estudo os componentes elegíveis para recuperação, abrangendo conjuntos mecânicos de alto valor e complexidade técnica. A Figura 3 exemplifica a estrutura desses itens, destacando o sistema de material rodante e a unidade de carga (caçamba). Bem como a documentação associada, como notas fiscais, ordens de compra, laudos técnicos e registros históricos de reparos. Os processos analisados incluíram o fluxo de solicitação de serviços, controle de documentos fiscais, avaliação de orçamentos, emissão de laudos para descarte, acompanhamento de entregas e interações com fornecedores e compradores.



Figure 3 - Exemplos de materiais de estudo: sistema de material rodante e caçamba de escavação.
Fonte: Pesquisa direta (2026).

A Figura 3 ilustra a complexidade dos itens que compõem o escopo prioritário deste estudo. À esquerda, observa-se o sistema de material rodante e seus subcomponentes (roletes, rodas guias e motrizes), que representam um dos maiores custos variáveis de manutenção em tratores de esteira. À direita, a caçamba exemplifica um implemento de alto desgaste que exige intervenções frequentes de caldeiraria e reposição de material de desgaste (FPS). A inclusão desses itens no POP justifica-se pelo seu alto valor agregado e pela necessidade de rastreabilidade técnica e comercial rigorosa durante o processo de recuperação externa.

Os equipamentos utilizados consistiram em computadores com acesso a softwares de planilhas eletrônicas, especialmente o Microsoft Excel, empregado para o monitoramento de custos, prazos e qualidade. Também foram utilizados sistemas de gestão como o SAP, que integra processos administrativos e logísticos, e o Pipefy, voltado para a automação e padronização de fluxos de trabalho. Segundo Viana (2014), a utilização de instrumentos de controle adequados é essencial para garantir maior confiabilidade na gestão de processos de manutenção e logística.

Para análise de viabilidade econômica entre a recuperação e o descarte de componentes, aplicou-se a técnica de Análise Custo-Benefício, a qual, segundo Almeida (2014), é uma ferramenta importante para fundamentar decisões de manutenção e gestão de ativos. A gestão de fornecedores foi conduzida a partir de critérios competitivos como qualidade, prazo e custo, alinhados aos objetivos de desempenho propostos por Slack et al. (2018).

O procedimento metodológico adotado iniciou-se com o mapeamento detalhado de todas as etapas do fluxo de recuperação, desde a solicitação inicial até a devolução do item recuperado à operação. Este fluxo, que detalha o processo de decisão e as etapas de controle, está ilustrado na Figura 4. Esse processo possibilitou estruturar um POP alinhado às necessidades operacionais da central de logística, capaz de aumentar a confiabilidade das atividades, reduzir custos e otimizar o controle dos componentes.



Figure 4— Mapeamento do fluxo de processo da central de logística de componentes recuperáveis.
Fonte: Pesquisa direta (2025).

A Figura 4 esquematiza a trajetória metodológica percorrida para a concretização do estudo. O fluxograma organiza sequencialmente as fases do projeto, iniciando pela análise diagnóstica e o mapeamento dos processos atuais, avançando para o levantamento de recursos e a construção do documento (POP), e culminando nas etapas finais de validação e implantação da melhoria proposta na central de logística.

3.3 Variáveis e Indicadores

Conforme Gil (2017), as variáveis na pesquisa científica constituem elementos observáveis ou mensuráveis que apresentam variações dentro do fenômeno em estudo. O autor as categoriza classicamente em independentes, aquelas que influenciam ou determinam o resultado, e dependentes, que representam o efeito esperado. Para tornar tais variáveis operacionais e passíveis de medição, utilizam-se indicadores, definidos como métricas concretas para avaliar o desempenho e a qualidade dos processos (GIL, 2017).

Com base nessa estruturação teórica, as variáveis consideradas no presente estudo foram definidas em função dos objetivos da pesquisa e do contexto da manutenção e recuperação de

componentes. Como variáveis independentes, destacam-se os processos de solicitação, análise e acompanhamento de reparos, bem como os procedimentos de controle documental e de comunicação institucional, pois são os fatores que a gestão pode controlar e modificar.

Por sua vez, como variáveis dependentes, adotaram-se os indicadores relacionados à eficiência do fluxo de recuperação, uma vez que estes representam o resultado direto das ações implementadas. Estes incluem o tempo médio de atendimento das solicitações, prazos de entrega, custos de recuperação em comparação ao descarte e o grau de conformidade dos serviços realizados. Esses indicadores foram selecionados por refletirem diretamente a efetividade do procedimento elaborado e sua contribuição para a melhoria da gestão, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1– Definição das variáveis da pesquisa.

Variáveis	Indicadores
Processos de solicitação, análise e acompanhamento de reparos.	- Tempo médio de resposta às solicitações de reparo - Taxa de conclusão de reparos dentro do prazo - Percentual de retrabalho em reparos - Grau de conformidade com os procedimentos de reparo - Prazos de entrega - Custos de recuperação
Procedimentos de controle documental e de comunicação institucional.	- Percentual de registros de manutenção completos e atualizados. - Tempo de acesso à documentação de reparo. - Frequência de comunicação formal entre setores no processo de manutenção. - Número de não conformidades documentais identificadas

Fonte: Pesquisa direta (2025)

3.4 Instrumento de Coleta de Dados

O instrumento de coleta de dados utilizado foi a observação participante, complementada pela análise documental. A observação participante ocorreu por meio do acompanhamento direto dos processos da central de logística, permitindo identificar práticas, dificuldades e oportunidades de melhoria. Já a análise documental compreendeu o estudo de notas fiscais, ordens de compra, laudos técnicos, planilhas de controle e registros históricos de reparos. De acordo com Gil (2008), a combinação desses instrumentos possibilita maior confiabilidade, uma vez que articula dados práticos e registros formais do ambiente estudado.

3.5 Tabulação dos Dados

Os dados coletados foram organizados e sistematizados por meio de planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel, o que possibilitou a consolidação de informações e a construção de indicadores de desempenho. A tabulação incluiu o agrupamento dos resultados obtidos na observação e na análise documental, permitindo maior clareza e objetividade na interpretação. Esse procedimento assegurou a transformação dos registros em informações úteis, alinhadas aos objetivos do estudo.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados os procedimentos metodológicos adotados, contemplando a definição do tipo de pesquisa, as variáveis e indicadores selecionados, bem como os instrumentos utilizados para a coleta, tabulação e tratamento dos dados. Tais escolhas mostraram-se adequadas ao objetivo proposto, garantindo a consistência necessária para o desenvolvimento do estudo.

No capítulo seguinte, serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia, acompanhados de sua análise e discussão, de modo a evidenciar a contribuição prática do procedimento elaborado para a gestão de manutenção e recuperação de componentes.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos com a aplicação do procedimento proposto para padronizar o processo de manutenção corretiva de máquinas de linha amarela em uma empresa de locação, operação e logística. A metodologia foi aplicada a partir do estudo das rotinas operacionais, observação direta e análise documental dos fluxos de solicitação, acompanhamento e retorno de componentes enviados para reparo.

O desenvolvimento do Procedimento Operacional Padrão (POP) teve como principal objetivo reduzir o tempo de ciclo (SLA – *Service Level Agreement*) dos materiais encaminhados a oficinas terceirizadas, garantindo maior rastreabilidade, agilidade e controle nas etapas de manutenção. Antes da aplicação do POP, o processo apresentava falhas recorrentes de comunicação entre setores, ausência de padronização no envio e recebimento de peças, e falta de indicadores para avaliar o desempenho das empresas prestadoras de serviço.

Com a implementação do procedimento, buscou-se estabelecer um fluxo único de trabalho, com definição clara de responsabilidades, padronização documental e acompanhamento contínuo dos prazos de atendimento. Os resultados apresentados a seguir evidenciam as melhorias alcançadas após a aplicação do POP, tanto na redução de atrasos quanto na eficiência do controle de manutenção corretiva realizada por terceiros.

A análise do processo atual foi conduzida por meio da observação participante e do mapeamento detalhado das atividades. O estudo teve como foco o diagnóstico do fluxo operacional relacionado à manutenção corretiva de componentes e foi conduzido no setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) de uma empresa de locação e operação de máquinas de linha amarela, cujo core business, em Minas Gerais, está voltado para o setor de mineração.

4.1 Caracterização da Empresa

A organização em estudo consolidou-se como a maior plataforma nacional de locação de equipamentos multicategoria e prestação de serviços especializados, com uma trajetória de mais de três décadas no mercado. No estado de Minas Gerais, a companhia exerce um papel fundamental no suporte ao setor mineral, especialmente em regiões de alta produtividade como o Quadrilátero Ferrífero, onde gerencia a movimentação de milhões de toneladas de minérios e rejeitos anualmente. O modelo de negócio adotado permite que seus parceiros estratégicos fo-

quem em suas atividades-fim, enquanto a empresa assume a responsabilidade integral pela gestão dos ativos e pela execução de intervenções corretivas e preventivas em ambientes operacionais.

4.2 Diagnóstico do Processo Atual de Manutenção Corretiva

A empresa analisada mantém contratos distintos: em alguns, fornece apenas os equipamentos e é responsável pela manutenção; em outros, atua também na operação das máquinas, assumindo integralmente a gestão dos ativos. Essa variedade contratual gera grande complexidade nos processos de manutenção, especialmente nas tratativas com fornecedores terceirizados responsáveis pelos reparos de componentes.

4.2.1 Descrição do cenário

Durante o levantamento inicial, foi identificado que não havia um procedimento padrão que orientasse o fluxo de envio de componentes para manutenção externa. Cada contrato possuía equipes e supervisores diferentes, e cada um adotava uma prática própria para tratar falhas corretivas. Em muitos casos, o supervisor encaminhava diretamente o componente para um fornecedor de sua confiança, sem seguir o trâmite formal via setor de Suprimentos, o que configurava um desvio das normas de compliance da empresa.

Essa ausência de padronização resultava em divergências no controle de prazos, falhas de comunicação entre os setores e aumento expressivo do tempo total de reparo (SLA). Além disso, não havia uma definição clara de responsabilidades, o que dificultava o acompanhamento das etapas e a rastreabilidade dos componentes em manutenção.

4.2.2 Mapeamento do fluxo atual

A análise revelou um processo fragmentado e altamente dependente de iniciativas individuais. O mapeamento do processo evidenciou que as etapas seguiam um modelo descentralizado e pouco controlado. De forma geral, o fluxo “as-is” (como ocorre atualmente) pode ser descrito da seguinte forma:

- Falha identificada no componente;
- Envio direto a um fornecedor (sem padronização ou autorização prévia);
- Recebimento e elaboração do orçamento pelo fornecedor;
- Envio do orçamento ao setor de Suprimentos para análise;
- Inclusão do pedido no sistema e criação da requisição de compra;

- Aprovação interna da requisição;
- Emissão da Ordem de Compra (liberação do serviço);
- Execução do reparo;
- Programação do frete de retorno;
- Recebimento do componente reparado.

Apesar de representar uma sequência lógica, o processo era frequentemente interrompido por falhas de comunicação e indefinição de responsabilidades, resultando em longos períodos de espera entre as etapas.

4.2.3 Identificação dos principais gaps

A observação prática permitiu identificar diversos pontos críticos que comprometiam a eficiência do processo:

Falta de clareza na responsabilidade inicial: o supervisor de manutenção não sabia a quem acionar primeiro, o analista do PCM ou o setor de Suprimentos, ao identificar a falha.

Ausência de padrão logístico: inexistia um critério definido sobre quem deveria providenciar o transporte do componente (meios próprios, transportadora contratada ou frete do fornecedor).

Critério indefinido de escolha do fornecedor: muitas decisões eram tomadas de forma empírica, sem seguir parâmetros técnicos ou contratuais.

Inconsistência no registro das solicitações: não havia padronização na abertura das ordens de serviço nem na inclusão das requisições no sistema, o que dificultava o controle do histórico.

Falta de definição na validação técnica dos orçamentos: não estava claro quem deveria avaliar a viabilidade técnica e econômica do reparo.

Atrasos nas aprovações e comunicações internas: após a criação da requisição de compra, o acompanhamento da aprovação era feito de forma informal, muitas vezes dependendo de contatos individuais.

Programação do Frete de Retorno: O agendamento do transporte do componente de volta ao almoxarifado ou à mina não possuía um responsável definido, causando atrasos adicionais após o reparo.

Falta de Previsibilidade: A combinação dessas falhas resultava na completa falta de clareza e controle sobre o tempo total de reparo do componente, impactando diretamente o SLA e a disponibilidade do equipamento.

Essas lacunas demonstram que o processo de manutenção corretiva terceirizada era altamente vulnerável a atrasos e retrabalhos, além de expor a empresa a riscos de não conformidade com suas próprias diretrizes internas. A partir desse diagnóstico, foi possível identificar a necessidade de desenvolver e implantar um Procedimento Operacional Padrão (POP) capaz de organizar o fluxo, definir papéis e responsabilidades, e reduzir significativamente o tempo de ciclo das manutenções.

4.3 Desenvolvimento do Procedimento Operacional Padrão (POP)

Com base nos gaps identificados no diagnóstico do processo atual, foi desenvolvido um Procedimento Operacional Padrão (POP) com o objetivo de estruturar, padronizar e controlar o fluxo de manutenção corretiva terceirizada. O POP foi elaborado seguindo os princípios da gestão por processos, alinhado às normas de qualidade e compliance da empresa, e com foco na redução do tempo de ciclo (SLA) e no aumento da rastreabilidade.

O desenvolvimento do POP foi estruturado em três pilares principais: a redefinição do fluxo de atividades (Fluxograma To-Be), a atribuição formal de responsabilidades (Matriz de Responsabilidades) e a implementação de ferramentas de controle (Rastreabilidade).

4.3.1 Objetivo e Escopo do POP

O POP tem como objetivo estabelecer um fluxo único e padronizado para o encaminhamento, reparo e retorno de componentes de máquinas de linha amarela para manutenção corretiva em oficinas terceirizadas. Seu escopo abrange:

- Todas as máquinas de linha amarela sob responsabilidade da empresa, independentemente do tipo de contrato (locação ou operação);
- Componentes elegíveis para reparo externo: A fim de garantir a viabilidade técnica e econômica do processo, o escopo foi delimitado aos grandes conjuntos mecânicos e sistemas críticos. A Figura 5 detalha a relação dos componentes que passam a ser geridos obrigatoriamente por este procedimento;

Componentes Elegíveis para Controle

- **Material Rodante (Esteiras, roletes, sapatas, etc.);**
- **Cilindros Hidráulicos;**
- **Conchas/Caçambas;**
- **Implementos;**
- **Comandos Hidráulicos;**
- **Bombas Hidráulicas;**
- **Bombas Injetoras;**
- **Transmissões;**
- **Diferenciais;**
- **Caixas de marcha mecânica;**
- **Turbinas;**
- **Injetores;**
- **Compressores;**
- **Motores a combustão.**

Figure 5 – Componentes elegíveis para controle no fluxo de manutenção externa.
Fonte: Pesquisa direta (2024).

Conforme apresentado na Figura 5, a seleção dos itens prioriza componentes de alto valor agregado e criticidade operacional, como sistemas de powertrain (motores a combustão, transmissões e diferenciais), cilindros e bombas hidráulicas, além do material rodante. A restrição do escopo a estes grupos justifica-se pela complexidade dos reparos, que exigem mão de obra especializada externa, e pelo alto impacto financeiro que demandam rigor na orçamentação e rastreabilidade.

- Setores envolvidos: PCM, Suprimentos, Supervisão de Manutenção e Logística.

4.3.2 Redefinição do Fluxo de Manutenção (Modelo Proposto)

Para solucionar a questão dos envios não autorizados e da falta de padrão logístico, o novo fluxo estabeleceu que nenhuma peça pode sair da unidade sem uma Ordem de Manutenção (OM) criada e validada pelo PCM. O processo, que antes era linear e fragmentado, passou a operar em ciclos de validação.

O novo fluxo padronizado foi desenhado com as seguintes etapas macro:

Solicitação e Triagem: O supervisor de campo identifica a falha, mas, ao invés de contatar o fornecedor, abre uma solicitação para o PCM.

Análise Técnica e Logística (PCM): O Analista de Manutenção avalia se o componente é passível de recuperação (baseado no histórico e custo estimado) e define, junto à logística, o modal de transporte adequado.

Envio Controlado: O componente é enviado ao fornecedor acompanhado de uma Nota Fiscal de Remessa para Conserto, garantindo a rastreabilidade fiscal e física.

Orçamentação e Aprovação: O fornecedor envia o laudo e orçamento. O PCM realiza a validação técnica (escopo do serviço) e Suprimentos realiza a validação comercial (negociação de valores e prazos).

Execução e Diligenciamento: Após a emissão da Ordem de Compra (OC) pelo Suprimentos, o PCM monitora o lead time acordado.

Retorno e Inspeção: A logística programa o frete de retorno. Ao chegar, o componente passa por inspeção técnica antes de dar baixa na Ordem de Serviço e retornar ao estoque ou equipamento.

Para operacionalizar essas etapas macro, foi estabelecido um roteiro sequencial de atividades, conforme detalhado na Figura 6.

Fluxo do Processo

- **A Solicitação deve ser feita ao Analista de Manutenção informando a necessidade do reparo, contendo as informações do Ativo (chassi, modelo e fabricante), operação e horímetro;**
- **Analista solicita a emissão da NF de envio para reparo;**
- **Seleciona o fornecedor;**
- **Analisa o orçamento;**
- **Abre ordem de compra;**
- **Aprova, reprova ou solicita ajuste do orçamento;**
- **Acompanha junto a Compras e emissão da OC;**
- **Registra a solicitação;**
- **Disponibiliza o prazo de entrega;**
- **Cobra NF de retorno;**
- **Recebe e vistoria o componente;**
- **Direciona o componente à operação;**
- **Analisa, em caso de baixa, a reposição de estoque.**

Figure 6— Roteiro de atividades do novo fluxo de processo.
Fonte: Pesquisa direta (2024).

A figura acima evidencia a centralização das responsabilidades no PCM (representado na figura pela figura do analista responsável). Observa-se que o fluxo exige dados técnicos de

entrada obrigatórios (chassi, horímetro e modelo) para o início do processo, garantindo que nenhuma solicitação avance sem as informações necessárias para a apropriação de custos e histórico. Além disso, o roteiro fecha o ciclo com a análise de reposição de estoque, conectando a manutenção corretiva à gestão de almoxarifado.

Esta reestruturação eliminou a autonomia excessiva na ponta da operação, garantindo que a decisão de reparo seja técnica e econômica, e não apenas baseada na urgência ou preferência pessoal.

4.3.3 Definição de Responsabilidades e Fronteiras de Atuação

Um dos problemas críticos identificados no diagnóstico foi a sobreposição de funções e a "zona cinzenta" sobre quem deveria realizar o acompanhamento logístico. O POP desenvolvido instituiu uma clara divisão de tarefas, formalizada no documento, conforme descrito a seguir:

Solicitante (Manutenção/Campo): Responsável exclusivamente pela identificação da falha, remoção do componente e abertura da Ordem de Serviço (OS no sistema).

PCM (Planejador): Atua como o "dono" do fluxo. É responsável pela triagem técnica, interface com o fornecedor para questões de escopo, aprovação técnica do orçamento e follow-up (acompanhamento) dos prazos de entrega.

Suprimentos: Responsável pela negociação comercial, cadastro de fornecedores homologados e emissão do Ordem de Compra (OC) que autoriza o faturamento do serviço.

Logística: Responsável pela emissão das notas fiscais de remessa e retorno, além da contratação e agendamento do frete (ida e volta), eliminando a dependência do transporte do próprio fornecedor, que muitas vezes encarecia ou atrasava o processo.

4.3.4 Padronização dos Critérios de Controle

Para garantir a sustentabilidade do procedimento, o POP incluiu a obrigatoriedade do uso de ferramentas de controle que não existiam no cenário anterior. Foi instituída a utilização de uma Planilha de Controle de Componentes, gerida pelo PCM, conforme apresentado na Figura 7.

COMPONENTE	Ativo	Porte	Local	DATA DE ENVIO	PREVISÃO DE	RETORNO	STATUS	FORNECEDOR	OS DO SERVI	OC	VALOR
CILINDRO	ES00189	ESCAVADEIRA 35T	Filiai CHR	29/07/2024	06/08/2024	06/08/2024	ENTREGUE	SAD HIDRAULICA	300005005	4500066773	R\$ 6.700,00
CAÇAMBA	ES00670	ESCAVADEIRA 20T	Filiai CHR	29/07/2024			PAUSADO	WS Engenharia	300004525		
CILINDRO	ES00751	ESCAVADEIRA 35T	Vale Brucutu	30/07/2024	09/08/2024	15/08/2024	ENTREGUE	HIDRAUTRACTOR	300005177	4500067253	R\$ 9.900,00
IMPLEMENTO	ES00752	ESCAVADEIRA 35T	MINA DO PICO	30/07/2024	06/08/2024	07/08/2024	ENTREGUE	AVN Usinagem	300005126	4500065949	R\$ 19.780,00
TURBINA	CM00448	CAMINHAO CAVALO P	MINA DO PICO	30/07/2024	01/08/2024	01/08/2024	ENTREGUE	TB Turbo	300004951	4500065145	R\$ 3.950,00
CAÇAMBA	ES00214	ESCAVADEIRA 20T	FILIAL CHR	30/07/2024	06/09/2024		EM PRODUÇÃO	BRITAÇO	300004837	4500062077	R\$ 25.182,10
CAÇAMBA	ES00298	ESCAVADEIRA 20T	FILIAL CHR	30/07/2024	06/09/2024		EM PRODUÇÃO	BRITAÇO	300000941	4500062004	R\$ 33.801,28
INJEÇÃO	PA00473	PA CARREGADEIRA 23	MINA DO PICO	06/08/2024	12/08/2024	12/08/2024	ENTREGUE	IB BOMBAS	300005462	4500069206	R\$ 8.900,00
RODANTE	TE00169	TRATOR ESTEIRA 20T	USIMINAS	07/08/2024			AG APROVAÇÃO	GLOBAL MATERIAL RODANTE		4500072809	R\$ 6.830,00
RODANTE	ES00897	ESCAVADEIRA 35T	Vale Brucutu	07/08/2024			PAUSADO	NEW TRACTOR	Garantia	Garantia	Garantia
RODANTE	ES00630	ESCAVADEIRA 20T	Vale Mariana	08/08/2024			AG COLETA	NEW TRACTOR			
TURBINA	RE00439	RETROESCAVADEIRA	MINA DO PICO	08/08/2024	09/08/2024	09/08/2024	ENTREGUE	TB Turbo	300005468	4500069327	R\$ 1.450,00
RODANTE	ES00315	ESCAVADEIRA 20T	Vale Mariana	08/08/2024	13/08/2024	13/08/2024	ENTREGUE	NEW TRACTOR	300005486	4500069830	R\$ 4.737,00
CILINDRO	ES00391	ESCAVADEIRA 48T	USIMINAS	12/08/2024		22/08/2024	ENTREGUE	FLEXCRON		4500073102	R\$ 6.840,00
INJEÇÃO	ES00188	ESCAVADEIRA 35T	Filiai CHR	12/08/2024	16/08/2024	16/08/2024	ENTREGUE	IB BOMBAS	300005158	4500072097	
RODANTE	ES00711	ESCAVADEIRA 20T	Vale Mariana	13/08/2024			AG ORÇAMENTO	NEW TRACTOR			
CHASSI	ES00367	ESCAVADEIRA 35T	Filiai CHR	15/08/2024			EM PRODUÇÃO	DHIA	300005301	4500073674	R\$ 14.800,00

Figure 7– Interface da Planilha de Controle de Componentes Externos.

Fonte: Pesquisa direta (2024).

Esta ferramenta foi desenhada para registrar os marcos temporais do processo, permitindo o cálculo exato do SLA de cada etapa (tempo de orçamento, tempo de aprovação, tempo de execução e tempo de logística). Como observado na Figura 7, a planilha centraliza dados críticos como o ativo de origem, o local da falha, as datas de envio e retorno, além do status atual da manutenção (ex: "Entregue", "Em Produção" ou "Ag. Orçamento").

Além disso, o procedimento padronizou os critérios de aprovação: orçamentos que ultrapassem 50% do valor de um componente novo devem passar automaticamente por uma análise de viabilidade econômica (Custo-Benefício), evitando recuperações onerosas que não agregam valor ao ativo. O acompanhamento rigoroso das colunas de "Valor", "OC" (Ordem de Compra) e "Fornecedor" garante a rastreabilidade financeira e o cumprimento das normas de compliance da organização.

O POP incorporou os seguintes indicadores para monitoramento contínuo:

- Tempo total de ciclo (SLA): desde a falha até o retorno operacional;
- Taxa de conformidade documental;
- Índice de retrabalho em reparos;
- Tempo médio de aprovação interna.

Para materializar as diretrizes discutidas e garantir a aplicação prática da nova metodologia nas unidades operacionais, a Figura 8 apresenta a estrutura final do documento do Procedimento Operacional Padrão (POP) desenvolvido neste estudo.

POP – Manutenção Corretiva Externa de Máquinas de Linha Amarela

1 IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

- **Título:** Procedimento Operacional Padrão – Manutenção Corretiva Externa
- **Área Responsável:** Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)
- **Aplicação:** Máquinas de Linha Amarela Gerencia MG
- **Tipo de Manutenção:** Corretiva Externa (Terceiros)
- **Revisão:** 01 **Data de Emissão:** ____/____/____

2 OBJETIVO

Estabelecer um **fluxo padronizado** para execução da manutenção corretiva externa em máquinas de linha amarela, garantindo:

- Redução do tempo total de ciclo, SLA);
- Rastreabilidade de componentes;
- Controle documental;
- Clareza de responsabilidades;
- Padronização na comunicação entre PCM, Suprimentos, Logística e Fornecedores.

3 ESCOPO

Aplica-se a todas as manutenções corretivas realizadas fora das instalações próprias da empresa, envolvendo componentes enviados para reparo externo, tais como:

- Transmissões,
- Transmissões,
- Bombas e válvulas hidráulicas,
- Cilindros hidráulicos,
- Redutores,
- Conchas,
- Motores

Página 1/2

4 DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO (FLUXO PADRONIZADO)

Etapa 1 – Identificação da Falha

Falha detectada em campo ou durante inspeção técnica.
Registro da ocorrência pelo time de manutenção.

Etapa 2 – Abertura da Ordem de Serviço (OS)

PCM formaliza a OS contendo:

- Identificação do equipamento;
- Componente afetado;
- Descrição da falha;
- Prioridade.

Etapa 3 – Avaliação Técnica e Definição de Escopo

- Avaliação técnica do componente;
- Definição clara do serviço a ser executado externamente.

Etapa 4 – Solicitação de Cotação

PCM solicita cotação junto aos fornecedores homologados.

Etapa 5 – Envio do Componente

Logística realiza coleta e envio do fornecedor.
Registro do envio na planilha de controle de componentes sistêmicos.

Etapa 6 – Acompanhamento do Serviço

PCM monitora prazo e status do reparo. Atualizações periódicas conforme SLA acordado.

Etapa 7 – Retorno de Inspeção Final

Recebimento do componente.
Inspeção técnica de conformidade.
Liberação para montagem ou retorno ao estoque.

Etapa 8 – Encerramento da OS

Atualização do histórico do equipamento. Arquivamento da documentação técnica e fiscal.

5 CONTROLES E REGISTROS

- Ordem de Serviço (OS);
- Planilha de Controle de Componentes Externos;
- Relatórios técnicos do fornecedor;
- Notas fiscais e documentos de transporte.

6 INDICADORES DE DESEMPENHO

- Cumprimento do SLA;
- Tempo total de ciclo da manutenção corretiva;
- Índice de retrabalho;
- Custo médio por componente;
- Número de falhas recorrentes.

Página 2/2

Figure 8 - Documento de Procedimento Operacional Padrão (POP) para Manutenção Corretiva Externa. Fonte: Pesquisa direta (2026).

A Figura 8 ilustra o documento normativo que passa a reger as manutenções corretivas externas da organização. Observa-se que o POP foi estruturado para ser um guia rápido e técnico, unindo a descrição detalhada das etapas do fluxo, desde a identificação da falha até o encerramento da ordem de serviço, aos indicadores de desempenho que permitirão a medição contínua da eficiência do setor.

A clareza na exposição dos componentes elegíveis e das ferramentas de registro no documento visa reduzir a subjetividade nas decisões de campo, garantindo que a rastreabilidade e a conformidade documental deixem de ser processos informais e se tornem práticas auditáveis. Dessa forma, o documento se consolida como o principal instrumento para promover a transição cultural de uma manutenção puramente reativa para uma gestão estratégica e padronizada.

A implementação deste POP, portanto, transformou um processo empírico e verbal em um sistema documentado, auditável e passível de medição, criando as bases para a discussão dos resultados apresentada na seção seguinte.

4.4 Discussão dos Resultados

A implementação do Procedimento Operacional Padrão (POP) gerou impactos imediatos na rotina do setor de manutenção. Embora a ausência de registros históricos padronizados no cenário anterior tenha impossibilitado uma comparação numérica estatística precisa (antes versus depois), os resultados obtidos foram validados qualitativamente através do feedback das partes interessadas e da observação direta da mudança de comportamento organizacional.

A seguir, discutem-se os benefícios percebidos e as transformações geradas em cada pilar do processo.

4.4.1 Redução do Tempo Total de Ciclo (SLA)

Uma das principais dificuldades diagnosticadas inicialmente era a inexistência de um indicador confiável de SLA (*Service Level Agreement*), uma vez que os processos ocorriam de forma descentralizada. Com a aplicação do POP, foi possível estancar os "tempos mortos", períodos em que o componente ficava parado aguardando uma decisão ou transporte sem responsável definido.

Apesar de não haver dados pregressos para um cálculo estatístico comparativo rigoroso, a melhoria na agilidade do fluxo foi validada empiricamente pela gestão e pela operação. Acompanhamentos realizados durante o projeto-piloto indicaram uma redução quantitativa no SLA que variou de 20% a 50%, a depender da complexidade do conjunto mecânico e da agilidade logística de retorno. Relatos de supervisores de campo e da gerência de contrato confirmaram uma percepção clara de redução no tempo de resposta. Onde antes havia incerteza sobre a data de retorno de um componente crítico, o novo fluxo trouxe previsibilidade. A eliminação dos gargalos de comunicação entre Suprimentos e Manutenção acelerou as etapas de aprovação, garantindo que o componente fosse despachado e retornasse à operação em prazos considerados satisfatórios e, acima de tudo, cumpridos conforme o planejado.

4.4.2 Aumento da Rastreabilidade e Controle Documental

A transição de um controle informal para um processo documentado representou o ganho mais tangível do estudo. A introdução da planilha de controle unificada permitiu que, pela primeira vez, a gestão tivesse visibilidade total sobre o status de cada componente fora da empresa.

A rastreabilidade foi assegurada desde a emissão da Nota Fiscal de Remessa até o retorno físico do item. O risco de extravio de peças ou de esquecimento de orçamentos em caixas de e-mail foi mitigado. A conformidade documental também garantiu maior segurança fiscal para a empresa, assegurando que todas as movimentações de ativos estivessem amparadas pelas respectivas Ordens de Manutenção e de Compra, sanando os riscos de compliance apontados no diagnóstico.

4.4.3 Otimização na Escolha de Fornecedores e Redução de Custos

A centralização das tratativas técnicas no PCM permitiu um filtro mais rigoroso sobre a necessidade real dos reparos. A aplicação da análise de custo-benefício (triagem técnica) evitou o envio automático de componentes cujo reparo não seria vantajoso economicamente, promovendo uma redução de custos operacionais baseada na racionalidade técnica.

Além disso, a gestão centralizada possibilitou avaliar a performance dos fornecedores. Mesmo sem o histórico antigo, o novo processo permitiu identificar, no decorrer da implantação, quais parceiros cumpriam os prazos de orçamento e entrega estipulados no novo fluxo, permitindo ao setor de Suprimentos direcionar as demandas para as oficinas mais eficientes.

4.4.4 Clareza nas Responsabilidades e Melhoria da Comunicação Interdepartamental

A definição da Matriz de Responsabilidades eliminou a "zona cinzenta" de atuação que gerava conflitos entre os setores. O estabelecimento de que a Logística é responsável pelo transporte e o PCM pelo controle técnico pacificou a operação.

A comunicação tornou-se mais fluida e menos dependente de relações pessoais. O fluxo de informações passou a seguir o rito processual estabelecido no POP, garantindo que todos os envolvidos (Solicitante, Comprador, Planejador e Logística) tivessem acesso à mesma informação simultaneamente, reduzindo ruídos e cobranças indevidas.

4.4.5 Impacto na Cultura Organizacional e na Adesão ao Processo

A implantação do POP fomentou uma mudança na cultura do setor, deslocando o foco de uma atuação reativa ("apagar incêndios") para uma postura planejada e preventiva. A formalização do processo trouxe maior profissionalismo à equipe, que passou a entender a importância dos registros e da padronização não como burocracia, mas como ferramenta de trabalho.

A adesão ao processo foi gradativa, mas a percepção de que "o processo funciona" gerou confiança na equipe operacional, que passou a ver no PCM um parceiro para a solução dos problemas, e não apenas um controlador de tarefas.

4.4.6 Limitações Encontradas Durante a Implantação

Apesar dos resultados positivos e da melhoria percebida na organização do setor, algumas limitações foram observadas durante a execução do trabalho e a implantação do procedimento:

Dependência de sistemas legados: A integração entre o controle via planilha (proposto no POP) ainda é manual, o que demanda tempo de preenchimento e pode introduzir erros de digitação;

Resistência inicial à mudança: Houve resistência por parte de alguns membros da equipe, principalmente em grupos com longa experiência e hábitos consolidados de resolver problemas informalmente ("no telefone");

Variabilidade na capacidade dos fornecedores: Alguns parceiros externos não estavam preparados para a demanda por documentação padronizada e cumprimento rigoroso de prazos de orçamento, exigindo um trabalho de realinhamento contratual e, em alguns casos, a busca por novos fornecedores.

Essas limitações não invalidam os benefícios do POP, mas indicam áreas claras para a continuidade do trabalho e a melhoria contínua, mantendo vivo o espírito do ciclo PDCA defendido por Imai (1997), onde a padronização é apenas o degrau para o próximo salto de qualidade.

4.5 Validação da Proposta e Limitações do Estudo

A validação da proposta foi realizada em duas etapas: primeiramente, através da aprovação técnica do fluxograma e da matriz de responsabilidades pela gerência de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) e pela coordenação de Logística. Posteriormente, a validação prática ocorreu por meio de um projeto-piloto monitorado, onde o POP foi aplicado a um grupo controlado de contratos, demonstrando aderência às rotinas operacionais e capacidade de organização do fluxo sem interromper as atividades críticas.

No que tange às limitações do estudo, destaca-se a natureza da pesquisa como um estudo de caso único, restrito a uma empresa de locação e operação em Minas Gerais, o que impede a generalização imediata dos resultados para outros contextos industriais sem as devidas adaptações. Além disso, a ausência de uma base de dados histórica estruturada limitou a realização de uma análise comparativa estatística (teste de hipótese) robusta entre o cenário anterior e o atual. Entretanto, a aplicação prática durante o piloto permitiu uma aferição quantitativa preliminar, evidenciando reduções expressivas no tempo de ciclo que corroboram a percepção qualitativa positiva dos stakeholders e confirmam a eficácia da padronização proposta.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

O presente trabalho atingiu seu objetivo geral ao elaborar e estruturar um Procedimento Operacional Padrão (POP) voltado para o processo de manutenção corretiva de máquinas de linha amarela. A pesquisa partiu da identificação de um cenário caracterizado pela informalidade, descentralização das decisões e ausência de controles efetivos, fatores que impactavam diretamente a disponibilidade dos ativos e o compliance da organização.

Em resposta à problemática proposta, conclui-se que a elaboração de um POP eficaz depende fundamentalmente da redefinição dos fluxos de informação e da clareza nas responsabilidades e melhoria da comunicação interdepartamental. A centralização da gestão no Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), atuando como o "dono" do fluxo em sinergia com a Logística e Suprimentos, eliminou as "zonas cinzentas" de atuação e estabeleceu o arranjo determinante para a padronização almejada.

Os resultados evidenciam que a implementação do procedimento transformou a dinâmica do setor. O aumento da rastreabilidade e controle documental, através de ferramentas como a planilha de monitoramento, eliminou gargalos e garantiu a segurança fiscal das operações. Embora a ausência de dados históricos extensos tenha limitado uma comparação estatística de longo prazo, a validação prática confirmou a redução do tempo total de ciclo (SLA), com ganhos observados na ordem de 20% a 50%, trazendo agilidade e previsibilidade ao retorno dos ativos. Adicionalmente, a triagem técnica centralizada permitiu a otimização na escolha de fornecedores e a provável redução de custos, assegurando racionalidade econômica em cada decisão de reparo. Portanto, o estudo sugere que a padronização gera um impacto na cultura organizacional significativo.

Portanto, o estudo demonstra que a padronização gera um impacto na cultura organizacional significativo. Ao converter rotinas reativas em operações controladas e previsíveis, o POP consolidou-se como uma ferramenta de gestão estratégica, garantindo a eficiência dos processos e o profissionalismo da manutenção terceirizada.

5.2 Recomendações

Considerando as limitações encontradas durante o estudo e as oportunidades de melhoria contínua identificadas, sugerem-se os seguintes temas para trabalhos futuros:

Automação e Integração de Dados: Desenvolvimento de um estudo para a integração da planilha de controle criada neste trabalho diretamente ao sistema ERP da empresa (ex: SAP) ou a ferramentas de Business Intelligence (Power BI). O objetivo seria eliminar o preenchimento manual, reduzindo erros de digitação e permitindo a geração de dashboards de gestão à vista em tempo real;

Gestão e Qualificação de Fornecedores: Criação de um programa de avaliação de desempenho de fornecedores (IDF - Índice de Desempenho de Fornecedores), utilizando os dados gerados pelo novo POP (cumprimento de prazos e qualidade técnica) para classificar, bonificar ou descredenciar oficinas terceirizadas;

Análise Financeira de Longo Prazo: Realização de um estudo longitudinal, após 12 meses de implantação do POP, para quantificar financeiramente a economia gerada pela triagem técnica (Custo-Benefício) e pela redução de retrabalhos, consolidando a padronização.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, F. **Manutenção: função estratégica**. São Paulo: Atlas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO E MINERAÇÃO (SOBRATEMA). **Estudo Sobratema do Mercado Brasileiro de Equipamentos para Construção**. São Paulo: Sobratema, 2024. Disponível em: <https://www.sobratema.org.br/estudo-mercado>. Acesso em: 17 dez. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: **Sistemas de gestão da qualidade**. Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7195: **Cores para segurança**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 26: Sinalização de Segurança**. Brasília, DF: MTE, 2022.

MOTORMAC. **O que são máquinas de linha amarela?** Porto Alegre: Motormac, 2024. Disponível em: <https://motormac.com.br/o-que-sao-maquinas-de-linha-amarela/>. Acesso em: 20 jan. 2026.

BRANCO FILHO, Gil. **Planejamento e Controle da Manutenção**. São Paulo: Editora Érica, 2008.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Programa 5S e Você: muito além das aparências**. 2. ed. Belo Horizonte: Falconi, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen: uma abordagem de senso comum à estratégia de negócios de baixo custo**. São Paulo: McGraw-Hill, 1997.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: função estratégica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2019.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

TELES, A. S. **Gestão Estratégica da Manutenção**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2019.

TOLEDO, José Carlos de et al. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

VELOSO, Norwil. **Gerenciamento e manutenção de equipamentos móveis**. 2. ed. São Paulo: Sobratema, 2015.

VIANA, Hério Tadeu. **Engenharia de Manutenção**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2014.

XENOS, Harilaus. **Gerenciamento da Manutenção Produtiva**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

MOBLEY, R. Keith. **An Introduction to Predictive Maintenance**. 2. ed. Amsterdam: Butterworth-Heinemann, 2002.

SLACK, Nigel ; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.