

# A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES DE PROCESSO AMS E AMC NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Evily Sena de Castro (UFPA) E-mail: [evilycastro63@gmail.com](mailto:evilycastro63@gmail.com)

**Resumo:** O artigo explora a relevância dos indicadores de processo AMS (Aderência à Manutenção Sistemática) e AMC (Aderência à Manutenção Condicional) na gestão de manutenção no setor de mineração. A pesquisa analisa a eficiência das manutenções preventiva e preditiva em uma mineradora de cobre, utilizando dados coletados de cinco equipamentos durante outubro de 2024. Os resultados mostram que o indicador AMS obteve uma média de 86%, sugerindo boa adesão aos cronogramas de manutenção preventiva, embora abaixo da meta de 90%. Já o AMC apresentou apenas 28%, demonstrando falhas no planejamento e execução de manutenções preditivas. Por meio de tabelas e gráficos, os desvios identificados refletem problemas como alta demanda operacional e falta de recursos. O estudo conclui que a combinação estratégica de manutenção preventiva e condicional é essencial para otimizar a disponibilidade e reduzir custos operacionais. A análise detalhada destaca a importância de um planejamento mais eficiente e monitoramento contínuo dos ativos, fornecendo subsídios para decisões estratégicas na gestão de manutenção.

**Palavras-chave:** Indicadores de Processo, Manutenção preventiva, Manutenção preditiva

## THE IMPORTANCE OF AMS AND AMC PROCESS INDICATORS IN MAINTENANCE MANAGEMENT

**Abstract:** The article highlights the significance of AMS (Systematic Maintenance Adherence) and AMC (Conditional Maintenance Adherence) process indicators in maintenance management within the mining sector. The research evaluates preventive and predictive maintenance efficiency in a copper mining company, using data from five pieces of equipment during October 2024. Results indicate that the AMS indicator achieved an average of 86%, suggesting good adherence to preventive maintenance schedules but below the 90% target. Conversely, the AMC indicator scored only 28%, exposing deficiencies in predictive maintenance planning and execution. Through tables and charts, the identified deviations reflect issues such as high operational demand and resource shortages. The study concludes that strategically combining preventive and conditional maintenance is essential to optimize availability and reduce operational costs. The detailed analysis underscores the importance of efficient planning and continuous asset monitoring, offering insights for strategic maintenance management decisions.

**Keywords:** Process Indicators, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance

### 1. Introdução

A gestão eficaz da manutenção, especialmente em setores como a mineração, desempenha um papel crucial na otimização da produção e na garantia da disponibilidade dos equipamentos. A complexidade dos equipamentos utilizados nesse setor exige um planejamento cuidadoso das atividades de manutenção, visando garantir a máxima disponibilidade e confiabilidade dos ativos. Conforme destacado por Soeiro, Olivio e Lucato (2020), a gestão de manutenção eficaz é crucial para garantir a competitividade das empresas, especialmente em setores com altas demandas como a mineração.

A prevenção de falhas e a otimização dos processos são elementos-chave para alcançar esse objetivo. Nesse contexto, os indicadores de processo, como a Aderência à Manutenção Sistemática (AMS) e a Aderência à Manutenção Condicional (AMC), desempenham um papel crucial na avaliação da eficácia das estratégias de manutenção adotadas. Este estudo tem como objetivo analisar a aplicação dos indicadores AMS e AMC em uma mineradora de cobre, com o intuito de avaliar a eficácia das estratégias de manutenção preventiva e preditiva implementadas.

A pesquisa buscará identificar oportunidades de melhoria e otimização dos recursos, contribuindo para a melhoria contínua dos processos de manutenção. A manutenção preventiva, baseada em intervalos de tempo pré-definidos, visa evitar falhas inesperadas e garantir a longevidade dos equipamentos (MOBLEY, 2002). Por outro lado, a manutenção preditiva, que utiliza técnicas de monitoramento contínuo para identificar condições anormais, permite programar intervenções de forma mais precisa, otimizando recursos e reduzindo custos (NAKAJIMA, 1989). Para este estudo, serão coletados dados sobre a execução das tarefas de manutenção durante um período de um mês em 5 equipamentos. Os indicadores AMS e AMC serão calculados com base nos dados coletados, permitindo avaliar a aderência ao plano de manutenção estabelecido e a eficácia da execução das tarefas. Os resultados desta pesquisa poderão contribuir para a melhoria contínua dos processos de manutenção, otimizando a alocação de recursos e aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

## **2. Revisão da Literatura**

Este capítulo aborda os conceitos essenciais que embasam a gestão de manutenção, destacando a relevância dos indicadores de processo AMS e AMC como ferramentas estratégicas para garantir a eficiência operacional e a confiabilidade dos sistemas.

### **2.1. Conceito de Manutenção**

A manutenção é definida como o conjunto de ações planejadas para assegurar a funcionalidade e confiabilidade dos equipamentos. Kardec e Nascif (2009) apontam que a evolução da manutenção se divide em quatro gerações, acompanhando os avanços tecnológicos e industriais. Inicialmente, a manutenção era corretiva e reativa, enquanto nas gerações posteriores, especialmente após a 2ª Guerra Mundial, a mecanização e a busca por eficiência exigiram abordagens preventivas. A partir da terceira geração, com o just-in-time, a confiabilidade tornou-se essencial, culminando na quarta geração, onde disponibilidade e manutenibilidade são pilares da engenharia de manutenção.

Em setores como mineração, onde a interrupção das operações pode gerar prejuízos significativos, a manutenção desempenha um papel crucial. Atualmente, a predição e prevenção de problemas se tornaram essenciais para garantir a eficiência operacional, especialmente em setores como mineração, transporte e logística, onde a parada de equipamentos pode gerar prejuízos consideráveis.

### **2.2. Estratégias de manutenção**

Estratégia de manutenção refere-se ao conjunto de ações planejadas para assegurar que os equipamentos e sistemas de uma organização mantenham seu desempenho esperado ao longo do tempo, minimizando falhas, otimizando custos e garantindo a confiabilidade operacional. A escolha da estratégia ideal depende de fatores como criticidade dos ativos, custos envolvidos, recursos disponíveis e objetivos organizacionais.

Nakajima (1989) destaca que a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos são cruciais para a competitividade, enquanto Moubrey (2001) introduz a Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM), que alia análise de riscos à seleção de estratégias. Pinto e Xavier (2009) enfatizam a integração de manutenções preventiva, preditiva e corretiva, visando resultados sustentáveis.

Principais Estratégias de Manutenção:

- Manutenção Corretiva: Correção após a ocorrência da falha.
- Manutenção Preventiva: Planejada em intervalos regulares para evitar falhas.
- Manutenção Preditiva: Baseada no monitoramento da condição dos ativos.

- Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM): Priorização de estratégias com base na análise de criticidade e impacto.
- Manutenção Produtiva Total (TPM): Integração da manutenção à gestão produtiva, buscando a participação de todos os níveis da organização.

Essas abordagens, segundo Kardec e Nascif (2009), devem ser combinadas para atender às necessidades específicas de cada contexto industrial, garantindo maior eficiência e redução de custos operacionais.

### **2.3. Manutenção Preventiva Sistemática**

A manutenção sistemática, também referida como manutenção preventiva, é caracterizada por intervenções programadas de acordo com intervalos fixos, sem considerar o estado atual do equipamento. Segundo Moubray (2001), essa abordagem visa evitar falhas catastróficas, garantindo que os equipamentos sejam revisados regularmente.

Lafraia (2001) reforça que, apesar de previsível, a manutenção sistemática pode ser custosa, especialmente quando intervenções desnecessárias são realizadas em equipamentos que ainda apresentam bom estado de funcionamento. No entanto, a sua aplicação a frotas pesadas continua a ser uma prática comum, especialmente em indústrias como a mineração e a construção, onde a previsibilidade é essencial para evitar interrupções inesperadas.

Nunes (2001) também ressalta que a manutenção sistemática, ao seguir um cronograma rígido, é crucial para prolongar a vida útil dos componentes, garantindo que as inspeções e trocas sejam realizadas antes que falhas ocorram.

### **2.4. Manutenção Preventiva Condicional**

Já a manutenção condicional ou preditiva visa intervir apenas quando necessário, com base numa monitorização contínua do estado dos equipamentos. Segundo Pinto e Xavier (2009), essa abordagem tem como foco aumentar a eficiência ao prever falhas antes que ocorram, utilizando dados em tempo real para ajustar as manutenções conforme o desgaste dos componentes. A manutenção condicional é geralmente mais econômica do que a sistemática, uma vez que as intervenções são realizadas com base em necessidade real, evitando gastos desnecessários (PIOVESAN, 2018).

Além disso, para medir a eficácia da manutenção condicional, são usados indicadores como o AMC (Aderência à Manutenção Condicional), que verifica se as manutenções baseadas em condições são realizadas no prazo estipulado. Isto inclui o uso de tecnologias como análise de vibração, termografia e monitoramento de fluidos, que ajudam a identificar problemas antes que eles ocorram (XAVIER, 2005).

### **2.5. Indicadores AMS e AMC**

Para avaliar o desempenho dessas manutenções são utilizados os indicadores principais: o AMS (Aderência à Manutenção Sistemática) e o AMC (Aderência à Manutenção Condicional).

O AMS mede o cumprimento das ordens geradas pelos planos de manutenção, verificando se as manutenções sistemáticas foram realizadas dentro do prazo previsto. Segundo Viana (2002), a ordem de manutenção (OM) é:

[...] é a instrução escrita, enviada via documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção. Em outras palavras, a OM consiste na autorização de trabalho de manutenção a ser executado, ela é a base da “ação” do home da manutenção, pois exterioriza o “trabalho”, organizando-o e registrando-o.

O cálculo é realizado por meio da equação 1:

$$AMS = \frac{\text{Total de ordens executadas oriundas de planos}}{\text{Total de ordens oriundas de planos}} \quad (1)$$

Já o AMC mede se as manutenções condicionais ocorreram dentro do prazo necessário, geralmente baseado em um intervalo de 30 dias, com uma margem adicional de 7 dias. De acordo com Merij (2017), nota de manutenção é:

[...] um relato ou solicitação de serviço de manutenção, ou seja, tanto pode ser um relato das informações de uma FALHA quanto poderá ser uma solicitação de manutenção a ser realizada. A distinção de pelo menos estes dois tipos de notas é importantíssimo, pois possibilita configuração de itens dentro da nota bem específicos de uma FALHA, por exemplo, como causa, motivo e data hora início e fim da falha.

O cálculo é realizado por meio da equação 2:

$$AMC = \frac{\text{Total de notas previstas e executadas no prazo}}{\text{Total de notas previstas para o período}} \quad (2)$$

Estes indicadores, utilizados em conjunto, proporcionam uma imagem clara do desempenho dos ativos e da eficácia da manutenção realizada.

### 3. Materiais e métodos

A pesquisa foi conduzida com base em dados empíricos coletados no setor de execução da manutenção em uma empresa mineradora de grande porte. A fim de preservar a confidencialidade das informações, alguns dados foram omitidos ou generalizados. Este estudo configura-se como um estudo de caso qualitativo e exploratório, o que permite uma melhor análise da gestão da manutenção em empresas de grande porte. Através da avaliação de um caso específico, busca-se compreender as particularidades desse processo e identificar as melhores práticas.

Ao adotar o método do estudo de caso, como proposto por Yin (2015), este trabalho busca explorar um determinado assunto, permitindo não apenas a descrição detalhada do caso, mas também a geração de novas hipóteses e o desenvolvimento de teorias. Essa abordagem, de acordo com Marconi e Lakatos (2003), é fundamental para a construção do conhecimento científico.

#### 3.1. Coleta de dados

Para esse estudo, a base de dados utilizada contém informações coletadas do banco de dados do sistema de ERP SAP, que é utilizado pela empresa para controle de seus processos, considerando um total de 5 equipamentos para análise dos indicadores AMS e AMC do mês de outubro de 2024, abrangendo informações sobre as intervenções de manutenção tanto sistemáticas quanto condicionais. Os dados foram coletados e organizados em uma planilha eletrônica do Microsoft Excel. As variáveis coletadas incluíram:

Para o AMS:

- AnoMês: Período de referência para a coleta dos dados;
- Ordem: Numeração única gerada pelo sistema SAP;
- Local de instalação: Identificação do equipamento no sistema;

- Status: indica a etapa que a atividade se encontra no fluxo de trabalho;
- Tolerância mínima: Data mínima para equipe finalizar o serviço e permanecer aderente;
- Tolerância máxima: Data máxima para equipe finalizar o serviço e permanecer aderente;
- Data fim real: Data que a equipe finalizou o serviço no sistema SAP.

Para o AMC:

- AnoMês: Período de referência para a coleta dos dados;
- Nota: Numeração única gerada pelo sistema SAP;
- Tolerância mínima: Data mínima para equipe finalizar o serviço e permanecer aderente;
- Tolerância máxima: Data máxima para equipe finalizar o serviço e permanecer aderente;
- Data de encerramento técnico: Data que a equipe finalizou o serviço tecnicamente no sistema SAP;
- Status: indica a etapa que a atividade se encontra no fluxo de trabalho;
- Local de instalação: Identificação do equipamento no sistema.

### **3.2. Procedimentos de análise**

Os dados obtidos foram submetidos ao seguinte processo analítico:

- Cálculo de Indicadores: Foram mensurados dois indicadores de processos da manutenção (AMS e AMC), aplicando-se as fórmulas específicas para cada métrica.
- Estruturação dos Dados: As informações foram dispostas em tabelas e gráficos para facilitar a interpretação e a análise visual dos resultados.
- Análise Exploratória: Realizou-se uma investigação preliminar dos dados com o objetivo de identificar padrões e tendências.

## **4. Resultados e Discussões**

Os indicadores AMS e AMC foram aplicados para medir a eficiência das manutenções sistemáticas e condicionais. Para o AMS, foi avaliada a proporção de ordens de manutenção sistemática executadas dentro do prazo em relação ao total de manutenções previstas no período. Já o AMC foi calculado com base nas manutenções condicionais realizadas dentro de um prazo de 30 dias + 7 dias de tolerância, em relação ao total de manutenções condicionais previstas.

### **4.1. Aderência a Manutenção Sistemática (AMS)**

A tabela 1 apresenta os dados coletados das ordens oriundas de planos previstos no mês de outubro de 2024. Esses resultados oferecem uma visão geral do cumprimento dessas atividades ao longo do mês e servem como base para as análises subsequentes.

Tabela 1 – AMS referente ao mês de outubro 2024

| AnoMês | Ordem     | Loc. Inst. | Status                    | Tol -    | Tol +    | Data Fim Real |
|--------|-----------|------------|---------------------------|----------|----------|---------------|
| 202410 | 2024XXX32 | EQPTO 1    | Aderente                  | 06/10/24 | 24/10/24 | 21/10/24      |
| 202410 | 2024XXX33 | EQPTO 1    | Aderente                  | 30/09/24 | 12/10/24 | 09/10/24      |
| 202410 | 2024XXX34 | EQPTO 1    | Aderente                  | 24/09/24 | 08/10/24 | 03/10/24      |
| 202410 | 2024XXX35 | EQPTO 1    | Aderente                  | 19/10/24 | 02/11/24 | 31/10/24      |
| 202410 | 2024XXX36 | EQPTO 1    | Cancelado                 | 30/08/24 | 21/10/24 |               |
| 202410 | 2024XXX37 | EQPTO 2    | Aderente                  | 12/10/24 | 26/10/24 | 26/10/24      |
| 202410 | 2024XXX38 | EQPTO 2    | Aderente                  | 01/10/24 | 17/10/24 | 11/10/24      |
| 202410 | 2024XXX39 | EQPTO 2    | Aderente                  | 15/10/24 | 23/10/24 | 23/10/24      |
| 202410 | 2024XXX40 | EQPTO 2    | Aderente                  | 12/10/24 | 20/10/24 | 19/10/24      |
| 202410 | 2024XXX41 | EQPTO 2    | Aderente                  | 30/07/24 | 23/12/24 | 15/10/24      |
| 202410 | 2024XXX42 | EQPTO 3    | Aderente                  | 27/09/24 | 13/10/24 | 13/10/24      |
| 202410 | 2024XXX43 | EQPTO 3    | Aderente                  | 27/10/24 | 28/11/24 | 28/10/24      |
| 202410 | 2024XXX44 | EQPTO 3    | Aderente                  | 22/10/24 | 30/10/24 | 30/10/24      |
| 202410 | 2024XXX45 | EQPTO 3    | Aderente                  | 03/10/24 | 07/10/24 | 06/10/24      |
| 202410 | 2024XXX46 | EQPTO 3    | Aderente                  | 26/09/24 | 10/10/24 | 07/10/24      |
| 202410 | 2024XXX47 | EQPTO 3    | Aderente                  | 06/10/24 | 20/10/24 | 20/10/24      |
| 202410 | 2024XXX48 | EQPTO 3    | Realizado depois do prazo | 04/10/24 | 08/10/24 | 16/10/24      |
| 202410 | 2024XXX49 | EQPTO 4    | Aderente                  | 29/09/24 | 11/10/24 | 11/10/24      |
| 202410 | 2024XXX50 | EQPTO 4    | Aderente                  | 06/10/24 | 18/10/24 | 17/10/24      |
| 202410 | 2024XXX51 | EQPTO 4    | Aderente                  | 19/09/24 | 01/10/24 | 01/10/24      |
| 202410 | 2024XXX52 | EQPTO 5    | Aderente                  | 23/09/24 | 05/10/24 | 05/10/24      |
| 202410 | 2024XXX53 | EQPTO 5    | Vencida                   | 13/10/24 | 23/10/24 |               |

Fonte: A autora (2024)

A análise foi realizada no mês de outubro de 2024, onde o indicador AMS apresentou uma média de 86% tendo como meta 90%, o que demonstra que a maior parte das manutenções sistemáticas programadas foi realizada dentro do prazo. O cumprimento desse indicador reforça a eficiência do planejamento da manutenção preventiva, garantindo que os equipamentos mantivessem um alto nível de disponibilidade operacional.

$$AMS = \frac{\Sigma \text{Ordens Executadas Oriundas de Planos Previsto}}{\Sigma \text{Ordens Oriundas de Planos Previsto}}$$

$$AMS = \frac{19}{22} = 0,86 * 100 = 86\%$$

No gráfico 1 é possível observar que dois equipamentos (barras vermelhas) não atingiram a meta estabelecida, sendo que os principais fatores associados a esse desempenho podem ser a indisponibilidade de peças, a alta demanda operacional e, em alguns casos, a falta de recursos. Esses aspectos contribuem para o não cumprimento de meta, evidenciando desafios na gestão de manutenção e na alocação de recursos.

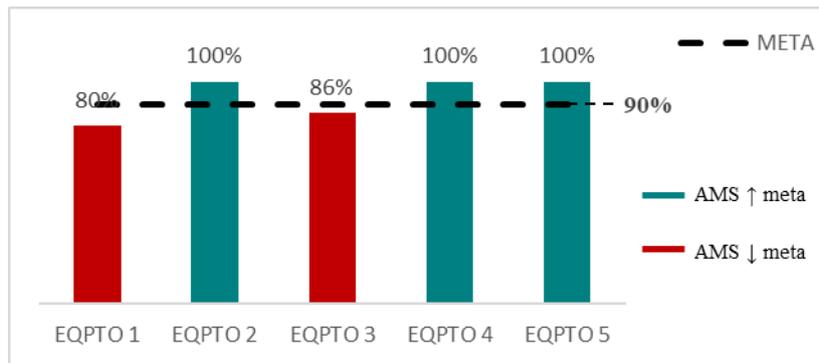


Gráfico 1 – AMS Geral

#### 4.2. Aderência a Manutenção Condicional (AMC)

A tabela 2 apresenta os dados coletados das notas previstas para o mês de outubro de 2024. Esses resultados oferecem uma visão geral do cumprimento dessas atividades ao longo do mês e servem como base para as análises subsequentes.

Tabela 2 – Total de notas por equipamento e status

| Status Notas              | EQPTO 1 | EQPTO 2 | EQPTO 3 | EQPTO 4 | EQPTO 5 | Total |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Aderentes                 | 2       | 2       | 0       | 3       | 0       | 7     |
| Realizado depois do prazo | 1       | 3       | 2       | 1       | 2       | 9     |
| Vencidas                  | 4       | 2       | 2       | 0       | 1       | 9     |

Fonte: A autora (2024)

O indicador AMC, que mede a eficácia das manutenções condicionais, apresentou uma média de 28% ao longo do mês de outubro, ficando significativamente abaixo da meta de 50%. Esse desempenho evidencia a necessidade de melhorias no planejamento e na execução das intervenções preditivas.

$$AMC = \frac{\sum \text{Notas Previstas Executadas no Prazo}}{\sum \text{Notas Previstas Para o Período}}$$

$$AMC = \frac{7}{25} = 0,28 * 100 = 28\%$$

No gráfico 2 podemos observar que somente um equipamento conseguiu ficar acima da meta. Os demais ficaram abaixo, contribuindo para o não atingimento da meta no mês em questão. Os principais fatores que contribuem para esse desvio incluem falhas no monitoramento contínuo de componentes e a alta demanda por operação ininterrupta dos equipamentos, que dificultaram a realização das manutenções dentro do prazo ideal.

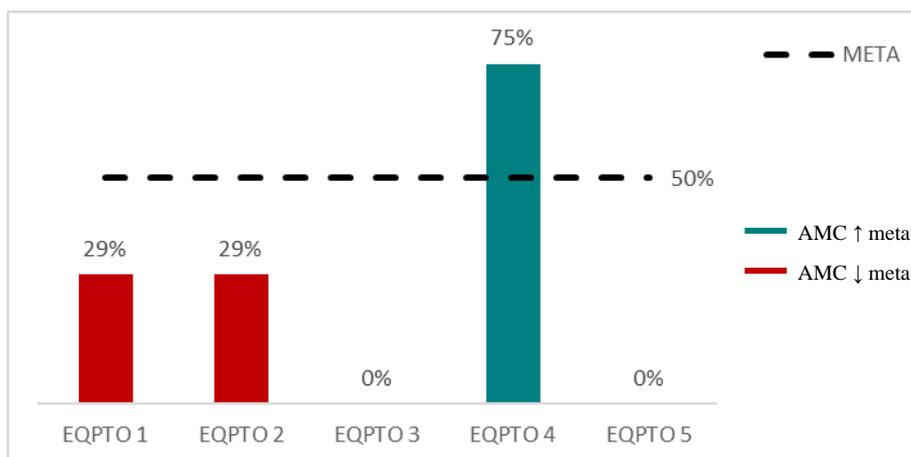


Gráfico 2 – AMC geral

Para aprofundar a análise, serão apresentados dados detalhados em tabelas e gráficos, desagregados por equipamento. Essa visualização permitirá identificar com precisão os equipamentos que mais impactaram o indicador AMC.

#### 4.2.1 Tabela e gráfico detalhados do equipamento 1

Na tabela 3 e gráfico 3 podemos observar que somente duas de sete notas ficaram aderentes no mês. O desvio maior está relacionado as notas em que os serviços não foram executados e estão vencidas.

Tabela 3 – Status das notas referente ao equipamento 1

| AnoMês | Nota      | Tol -    | Tol +    | Data Enc. Téc. | Status                    | Loc. Inst. |
|--------|-----------|----------|----------|----------------|---------------------------|------------|
| 202410 | 2024XXX05 | 29/08/24 | 05/10/24 | 01/10/24       | Aderente                  | EQPTO 1    |
| 202410 | 2024XXX19 | 31/08/24 | 07/10/24 | 07/10/24       | Aderente                  | EQPTO 1    |
| 202410 | 2024XXX15 | 31/08/24 | 07/10/24 | 30/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 1    |
| 202410 | 2024XXX06 | 29/08/24 | 05/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 1    |
| 202410 | 2024XXX16 | 31/08/24 | 07/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 1    |
| 202410 | 2024XXX17 | 31/08/24 | 07/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 1    |
| 202410 | 2024XXX18 | 31/08/24 | 07/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 1    |

Fonte: A autora (2024)

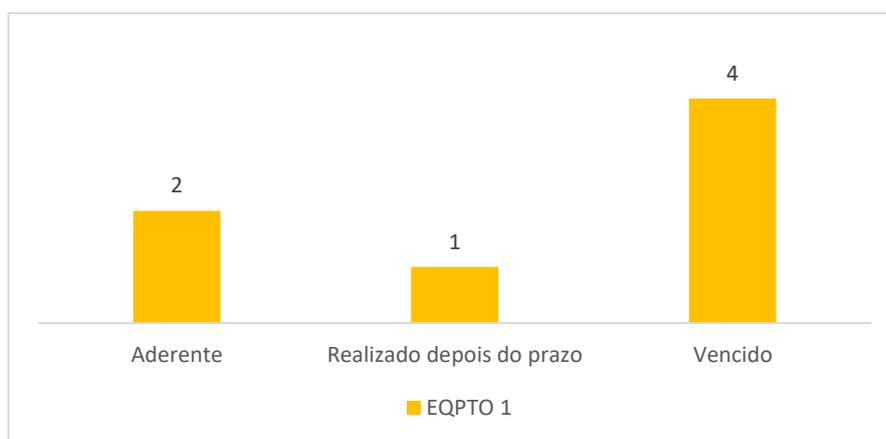


Gráfico 3 – Notas por status do equipamento 1

### 4.2.2 Tabela e gráfico detalhados do equipamento 2

Na tabela 4 e gráfico 4 podemos observar que somente duas de sete notas ficaram aderentes no mês. O desvio maior está relacionado as notas em que a equipe executou o serviço depois da tolerância máxima permitida, mesmo tendo executado dentro do mês, elas são contabilizadas.

Tabela 4 – Status das notas referente ao equipamento 2

| AnoMês | Nota      | Tol -    | Tol +    | Data Enc. Téc. | Status                    | Loc. Inst. |
|--------|-----------|----------|----------|----------------|---------------------------|------------|
| 202410 | 2024XXX23 | 03/09/24 | 10/10/24 | 10/10/24       | Aderente                  | EQPTO 2    |
| 202410 | 2024XXX24 | 03/09/24 | 10/10/24 | 10/10/24       | Aderente                  | EQPTO 2    |
| 202410 | 2024XXX10 | 31/08/24 | 07/10/24 | 30/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 2    |
| 202410 | 2024XXX11 | 31/08/24 | 07/10/24 | 29/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 2    |
| 202410 | 2024XXX12 | 31/08/24 | 07/10/24 | 29/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 2    |
| 202410 | 2024XXX13 | 31/08/24 | 07/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 2    |
| 202410 | 2024XXX14 | 31/08/24 | 07/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 2    |

Fonte: A autora (2024)

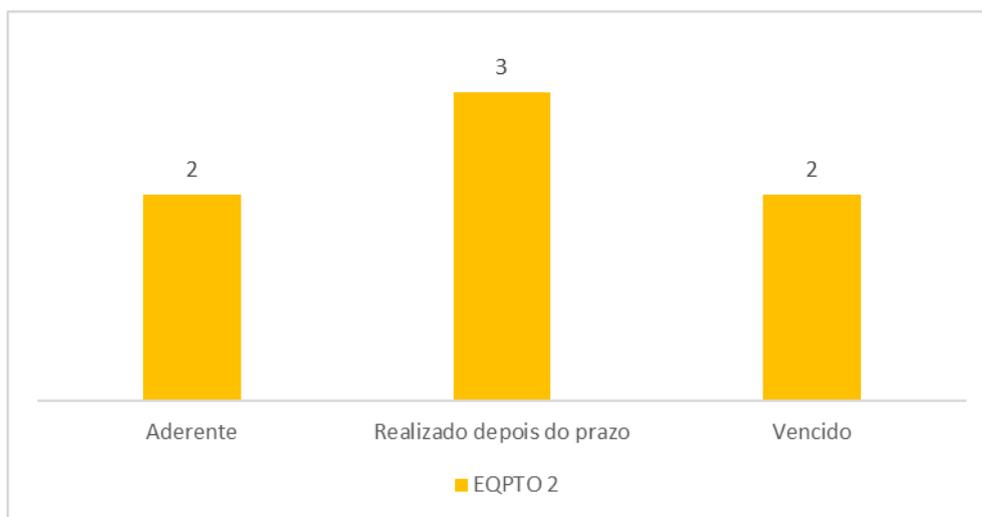


Gráfico 4 - Notas por status do equipamento 2

### 4.2.3 Tabela e gráfico detalhados do equipamento 3

Na tabela 5 e gráfico 5 podemos observar que nenhuma nota ficou aderentes no mês. Causando grande impacto no cálculo final do indicador. Podemos observar também que duas foram executadas pouco depois da tolerância máxima. Desvio que poderia ter sido evitado na maioria dos casos.

Tabela 5 - Status das notas referente ao equipamento 3

| AnoMês | Nota      | Tol -    | Tol +    | Data Enc. Téc. | Status                    | Loc. Inst. |
|--------|-----------|----------|----------|----------------|---------------------------|------------|
| 202410 | 2024XXX07 | 30/08/24 | 06/10/24 | 13/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 3    |

(continua)

(conclusão)

| AnoMês | Nota      | Tol -    | Tol +    | Data Enc. Téc. | Status                    | Loc. Inst. |
|--------|-----------|----------|----------|----------------|---------------------------|------------|
| 202410 | 2024XXX08 | 30/08/24 | 06/10/24 | 13/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 3    |
| 202410 | 2024XXX04 | 03/09/24 | 10/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 3    |
| 202410 | 2024XXX09 | 30/08/24 | 06/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 3    |

Fonte: A autora (2024)



Gráfico 5 - Notas por status do equipamento 3

#### 4.2.4 Tabela e gráfico detalhados do equipamento 4

Na tabela 6 e gráfico 6 podemos observar que 3 notas de um total de 4 ficaram aderente. Nesse equipamento tivemos um bom resultado em relação ao demais.

Tabela 6 - Status das notas referente ao equipamento 4

| AnoMês | Nota      | Tol -    | Tol +    | Data Enc. Téc. | Status                    | Loc. Inst. |
|--------|-----------|----------|----------|----------------|---------------------------|------------|
| 202410 | 2024XXX20 | 03/09/24 | 10/10/24 | 10/10/24       | Aderente                  | EQPTO 4    |
| 202410 | 2024XXX21 | 03/09/24 | 10/10/24 | 09/10/24       | Aderente                  | EQPTO 4    |
| 202410 | 2024XXX22 | 03/09/24 | 10/10/24 | 09/10/24       | Aderente                  | EQPTO 4    |
| 202410 | 2024XXX25 | 03/09/24 | 10/10/24 | 01/11/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 4    |

Fonte: A autora (2024)



Gráfico 6 - Notas por status do equipamento 4

#### 4.2.5 Tabela e gráfico detalhados do equipamento 5

Na tabela 7 e gráfico 7 podemos observar que nenhuma nota ficou aderentes no mês. Causando grande impacto no cálculo final do indicador. Podemos observar também que duas foram executadas somente um dia após tolerância máxima. Desvio que poderia ter sido evitado na maioria dos casos.

Tabela 7 - Status das notas referente ao equipamento 5

| AnoMês | Nota      | Tol -    | Tol +    | Data Enc. Téc. | Status                    | Loc. Inst. |
|--------|-----------|----------|----------|----------------|---------------------------|------------|
| 202410 | 2024XXX01 | 27/08/24 | 03/10/24 | 04/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 5    |
| 202410 | 2024XXX02 | 27/08/24 | 03/10/24 | 04/10/24       | Realizado depois do prazo | EQPTO 5    |
| 202410 | 2024XXX03 | 27/08/24 | 03/10/24 |                | Vencido                   | EQPTO 5    |

Fonte: A autora (2024)



Gráfico 7 - Notas por status do equipamento 5

Os resultados obtidos destacam a importância de análises detalhadas por equipamento para identificar fatores que influenciam os indicadores AMS e AMC. As tabelas e gráficos evidenciam que os desvios estão associados à execução de manutenções fora do prazo ou à ausência de ações planejadas. O indicador AMS alcançou uma média de 86%, demonstrando boa adesão às manutenções preventivas, enquanto o AMC registrou apenas 28%, indicando deficiências nas manutenções condicionais e necessidade de melhorias no setor.

Além disso, o impacto econômico dessas abordagens merece atenção. Estudos como o de Mobley (2002) indicam que a manutenção condicional é mais eficiente em termos de custo, ao evitar intervenções desnecessárias. Contudo, manter altos níveis de aderência ao AMS é essencial para prevenir falhas e reduzir custos de reparo. Assim, a integração das duas estratégias permite maximizar a disponibilidade dos equipamentos e minimizar despesas operacionais a longo prazo.

#### 5. Conclusão

A análise dos indicadores AMS e AMC revelou desvios significativos e oportunidades de melhoria no planejamento e execução das estratégias de manutenção. Enquanto o AMS apresentou um desempenho próximo da meta, sua eficácia poderia ser melhorada com maior disponibilidade de peças e otimização do fluxo de trabalho. Já o baixo desempenho do AMC evidenciou lacunas no monitoramento contínuo dos equipamentos e na alocação de recursos para intervenções preditivas.

Esses resultados destacam a importância de um equilíbrio entre manutenção preventiva e condicional. A implementação de tecnologias avançadas para monitoramento em tempo real pode potencializar a eficácia das manutenções preditivas, aumentando a aderência às metas e reduzindo falhas inesperadas. Além disso, uma análise mais aprofundada dos desvios por equipamento pode guiar investimentos estratégicos, priorizando ativos críticos.

Por fim, o estudo reforça que a gestão de manutenção eficiente é um pilar essencial para a competitividade no setor de mineração. Com a integração de melhores práticas e o uso de indicadores como AMS e AMC, é possível atingir maior confiabilidade dos equipamentos, otimizar custos e garantir maior disponibilidade operacional. O aprimoramento contínuo dessas práticas é crucial para superar desafios e atender às crescentes demandas do setor.

### **Referências**

- FERREIRA, P.** *Planejamento e Controle da Manutenção: fundamentos e aplicação*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- KARDEC, A.; NASCIF, J.** *Manutenção: função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- LAFFRAIA, J.** *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark/Petrobras, 2001.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M.** *Fundamentos de metodologia científica*. [S.l.]: 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.
- MERIJ, D.** *SAP PM - Capítulo 1*. 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/sap-pm-cap%C3%ADtulo-1-diego-merij-sd-abap-pm-lc-scrum/>> Acesso em: 28 de novembro de 2024.
- MOBLEY, R. K.** *An Introduction to Predictive Maintenance*. 2nd ed. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2002.
- MOUBRAY, J.** *Manutenção Centrada em Confiabilidade – RCM, 1ª (edição brasileira)*. Editora Aladon Ltda., 2001.
- NAKAJIMA, S.** *Introdução ao TPM*. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.
- NUNES, E. L.** *Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): Análise da Implementação em uma Sistemática de Manutenção Preventiva Consolidada*, Dissertação de Mestrado Engenharia de Produção, UFSC, 2001.
- PINTO, J. & XAVIER, M.** *Manutenção de Equipamentos: estratégias e práticas*. São Paulo: SENAI, 2009.
- PIOVESAN, P.** *Manutenção preditiva: o que é, vantagens e como implementar*. 2018. Disponível em: <<https://tractian.com/blog/manutencao-preditiva>> Acesso em: 28 de novembro de 2024.
- SOEIRO, M. V. A.; OLIVIO, A.; LUCATO, A. V. R.** *Gestão da Manutenção em Edifícios e Máquinas: Uma Abordagem Confiável*. São Paulo: Ática, 2020.
- VIANA, H. R. G.** *PCM - Planejamento e controle de manutenção*. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002. 167 p.
- LIMA, W. da C.; LIMA, C. R. C.; SALLES, A. A.** *Manutenção Preditiva, o Caminho para a Excelência – Uma Vantagem Competitiva*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. Anais do XIII Simpósio de Pesquisa em Produção. Bauru: UNIMEP, 2006. p. 8.
- YIN, R. K.** *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. [S.l.]: Bookman editora, 2015.