

Gestão de indicadores de manutenção para tomada de decisão

Igor de Souza Pereira¹

Recebido em: 20.12.2023

Aprovado em: 19.01.2024

Resumo: A gestão de indicadores é fundamental para suscitar a tomada de decisões, por isso é necessário alinhar o planejamento e controle de manutenção para o correto envolvimento no processo. Havendo conscientização temos então uma arma importante para alcançar os indicadores dentro da produtividade desejada. Esta produtividade passa por uma frota gerida de forma a observar as necessidades de manutenção preventiva e corretiva, as programações de paradas, as identificações das causas e efeitos das paradas traçando assim a vida útil do ativo. Os valores considerados ideais para os indicadores de frota seguem um padrão, mas podem variar de organização para organização. Fato é que se tratados estes dados é possível obter ganhos tangíveis e intangíveis no contexto de manutenção. Com as análises realizadas e o envolvimento da gestão foi possível coletar melhora dos indicadores de forma geral e uma redução e custos a longo prazo.

Palavras-chave: indicadores; gestão; análise; custos; produtividade.

Management of maintenance indicators for decision making

Abstract: The management of indicators is essential to encourage decision-making, which is why it is necessary to align maintenance planning and control for correct involvement in the process. If there is awareness, we then have an important weapon to achieve the indicators within the desired productivity. This productivity involves a fleet managed in order to observe preventive and corrective maintenance needs, stoppage schedules, identification of the causes and effects of stops, thus tracing the useful life of the asset. The values considered ideal for fleet indicators follow a standard, but may vary from organization to organization. The fact is that if this data is processed, it is possible to obtain tangible and intangible gains in the context of maintenance. With the analyzes carried out and the involvement of management, it was possible to collect improvements in indicators in general and a reduction in costs in the long term.

Keywords: indicators; management; analysis; costs; productivity.

¹ Discente da Faculdade Minas Gerais.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Os indicadores de forma geral podem ser utilizados em diversas situações dentro de uma organização, assim sendo eles podem avaliar os resultados obtidos em cada setor e prover comparação relacionando-se aos objetivos da empresa.

Decidir qual indicador deve ser usado varia de acordo com a empresa e suas necessidades ou características apontando qual seria o mais eficaz e rentável para o setor ou unidade de negócios. Diversos fatores podem se tornar variáveis importantes para essa decisão, sendo eles o tamanho da organização, a política dessa organização, a missão, os valores, o segmento em que ela atua e enfim, as particularidades que cada equipe de trabalho apresenta no setor de atuação.

Em linhas gerais, os indicadores devem ser estipulados com um prazo e um tempo de duração entre períodos, para que se tenha as amostras corretas e o histórico de dados de forma assertiva.

Dentro deste processo de avaliação de indicadores e suas aplicações, deve-se procurar as referências de mercado, os chamados "Benchmarking" que são empresas e/ou processos que buscam melhorar continuamente, sendo modelos de sucesso para os demais.

É muito importante relacionar os indicadores com uma gestão de custos adequada e eficaz. Sem um alinhamento de expectativas podemos ter resultados catastróficos a qualquer empresa. Para mitigar os gargalos de uma possível incapacidade de gestão e mostrar qual o caminho a ser traçado de acordo com o objetivo da empresa este tema torna-se cada vez mais relevante.

Diante do exposto, o principal objetivo da pesquisa é abordar os indicadores chaves de manutenção de frota que podem auxiliar na gestão de uma empresa. A ausência de metas e objetivos específicos para a manutenção serão levados em consideração e possuem uma grande relevância ao tema sugerido.

Para se definir os indicadores específicos e corretos relacionados a manutenção é necessário considerar o parque de ativos da empresa ou organização, avaliar vida útil estimada do equipamento dentro do escopo de criação. Sem estes fatores atuando de forma correta, os indicadores estarão comprometidos bem como o desempenho do equipamento.

1.2 Delimitação do Estudo

Quando falamos de indicadores, há uma gama extensa de utilização e de aplicação em diversos setores. Para que o projeto tenha efeito sobre as tomadas de decisão do setor estudado, o foco será mantido apenas na área de manutenção de mineradoras de grande porte relacionado a aplicação de equipamentos de transporte e carga.

Para este trabalho não será considerado as plantas metalúrgicas nem a área de produção de lavra e desenvolvimento em mina para que possamos ter uma amostragem mais específica da manutenção enquanto gestão.

O foco será em frotas de apoio e transporte de material, bem como seus implementos, sendo abordado os caminhos para as melhores práticas de manutenção na unidade.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Alinhar a gestão de indicadores com base em ferramentas e metodologias de planejamento de manutenção, para promover a resolução de problemas com maior efetividade em uma empresa do setor de mineração.

2.2 Objetivo específico

Pesquisar conceitos e aplicações de equipamentos e indicadores, ferramentas e métodos mais adequados para a elaborar os indicadores que serão utilizados específicos para manutenção;

Correlacionar ferramentas e métodos para elaborar um modelo de gestão de indicadores que possa embasar a tomada de decisão;

Definir as etapas de análise dos indicadores dentro do processo e quais as considerações pertinentes a mineração;

Implementar a análise nas reuniões gerenciais de forma a padronizar o processo, observando os possíveis ajustes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Operação e manutenção de equipamentos

Segundo Quevedo (2009), operação de carregamento e transporte nada mais é do que retirar o material extraído da frente de lavra e levar até diferentes pontos de descarregamento. Toda área a ser considerada ponto de lavra deve ser preparada e avaliada anteriormente assegurando condições de detonação após perfuração. Após esta etapa inicia-se o processo de escavação realizado por escavadeiras hidráulicas e em seguida carregamento realizado por pás carregadeiras distribuídas nas frentes de trabalho conforme demanda de produção. Todo este material é transportado por caminhões, vagões ou correias transportadoras. O material extraído é levado até as pilhas de estéril ou pulmão ou até mesmo britadores, sendo eles primários e secundários.

A retirada deste material é realizada por equipamentos de transporte como caminhões, correias transportadoras, vagões, entre outros. O equipamento de transporte tem a função de transportar o material extraído até o ponto de descarga pré-determinado no planejamento, podendo ser britadores, pilhas de estéril ou pilha de pulmão e assim o ciclo de operação permanece de forma contínua conforme cita Quevedo (2009).

3.2 Equipamentos utilizados para transporte e carga

Conforme citam Ricardo e Catalani (2007), equipamentos de transporte e carga são utilizados na mineração visando auxílio quando a distância entre o local de carga e descarga possui distâncias amplas. Deve-se sempre fazer a opção por equipamentos mais rápidos e de capacidade maior para proporcionar maior produtividade dentro do processo.

Os tipos de equipamentos mais empregados no processo de transporte no setor de mineração são os articulados e os fora de estrada (off-Road). As dimensões associadas a estes equipamentos se traduzem em componentes mais robustos para condições de trabalho com alta carga, pressão, condições de clima e pista ruim. Toda essa robustez se proporciona que em sua vida útil ocorra menores trocas de componentes mecânicos. Para que haja uma utilização adequada da frota de transporte é necessário um dimensionamento correto de sua demanda evitando assim filas e ociosidade no processo (FERREIRA, 2013).

Equipamentos de carga são os que atuam diretamente em frente de trabalho ou lavra com o propósito de carregamento e remoção de material. Este equipamento associado a frota de transporte propicia a entrega de produção do complexo produtivo.

Os tipos de equipamentos mais utilizados para o processo de carga são escavadeiras hidráulicas, escavadeiras a cabo, retroescavadeiras hidráulicas, carregadeiras de esteiras e de pneu. Estes equipamentos quando utilizados em operações com material mais leve fazem a remoção sem necessidade de desmonte do local, já em casos de material mais duro é necessário o desmonte e os equipamentos exercem força sobre as rochas para realizar o carregamento conforme cita (RICARDO; CATALANI, 2007).

Há alguns pontos de observações em relação a características dos equipamentos de transporte e de carga. A gama de opções é grande e deve-se realizar uma avaliação constante do cenário a ser aplicado, se utilizará esteira ou pneus ou se o porte está de fato adequado para os dois casos.

3.3 Disponibilidade mecânica dos equipamentos

Disponibilidade mecânica é o percentual de tempo em que uma máquina ficou funcionando e está disponível para realizar um trabalho. Para que esta disponibilidade seja considerada o máximo possível é necessário manter boas práticas de manutenção e operação para o equipamento. Se as condições não são as ideais e as rotinas de manutenção são ruins ou inexistentes certamente a disponibilidade estará reduzida em relação a capacidade projetada.

O padrão a ser considerado para disponibilidade de equipamentos deve ser entre 85% a 95% na maior parte das condições operacionais durante os primeiros anos de vida de um equipamento. Para este padrão deve ser considerado os cálculos abaixo conforme equação 1.

EQUAÇÃO 1.

$$DM = TP - TM / TP \times 100$$

Onde:

Dm = disponibilidade Mecânica em %.

TP = tempo programado para o trabalho, normalmente dado em horas.

TM = tempo utilizado para manutenção do equipamento – Manutenção preventiva, corretiva, semanal, inspeções, lavagem, lubrificação, abastecimento.

Também podem ser chamados de tempos de impedimento da manutenção que são aqueles tempos que impedem que a DM seja maior.

Tempos para troca de material de desgaste por operação, como correntes, dentes, ponteiros não devem ser incluídos, assim como também não devemos incluir nenhum outro tipo de parada que não seja exclusivamente gerado pela necessidade de manutenção do equipamento. O fator TP - TM também pode ser chamado de Tempo Disponível (TD) (PITOLI, 2013).

3.4 Utilização dos equipamentos

Utilização do equipamento é o que define o percentual de tempo que um equipamento realmente irá operar. Este fator leva em conta a manutenção a programação e as práticas de operação. Se estas práticas forem gerenciadas de forma adequada em relação supervisão, programas de manutenção planejados e alta disponibilidade o resultado é de eficiência operacional. Se o gerenciamento não for adequado e se caracterizar por uma prática de descaso com o ativo e uma baixa disponibilidade o resultado é de menor eficiência operacional (SILVA; SEVERINO 2015).

Os valores médios da eficiência operacional devem estar em 0,83 que é a média entre a variação de 0,75 e 0,90. Para o cálculo e utilização de equipamentos devemos utilizar a equação 2.

EQUAÇÃO 2.

$$U = HT / TP - TM \times 100$$

Onde:

U = Utilização HT = total de horas efetivamente trabalhadas;

TP = tempo programado para o trabalho, normalmente dado em horas.

TM = tempo utilizado para manutenção do equipamento – Manutenção preventiva, corretiva, semanal, inspeções, lavagem, lubrificação, abastecimento.

3.5 Manutenção dos equipamentos

A manutenção de equipamentos conjunto de técnicas e processos utilizados para manter as condições de funcionamento. É o que resultara em alta produtividade e irá prolongar a vida útil. Para que os processos de manutenção estejam adequados é necessário a implementação de rotinas de alinhamento com a operação, atualização de informações do ativo visando ter o estado mais atualizado de cada equipamento. Para que não ocorra paradas inesperadas no processo ou desgaste prematuro dos componentes é necessário a criação de planos de manutenção que consigam adotar a estratégia correta de manutenção (RICARDO & CATALANI, 2007).

3.6 Manutenção corretiva e preventiva de equipamentos

Manutenção preventivas são as realizadas em concordância com a recomendação do fabricante do equipamento e levando consideração o histórico de funcionamento e de manutenção de cada equipamento. De forma geral os parâmetros de manutenção são definidos a partir da organização levando em consideração os fatores citados. Segundo Ricardo & Catelani (2007), a programação de manutenção preventiva é de complexa determinação na faixa de idade crítica das peças e dos limites de desgastes admissíveis. Para que os impactos sejam minimizados são

definidos períodos de verificação e inspeção que examinam componentes e sistemas sujeitos a danos ao equipamento. Entes intervalos compreendem a rotina de 100, 500, 1000, 2000, 4000 horas e veriam em sua estratégia conforme diretriz da empresa.

Ainda que não haja intercorrências estas verificações são seguidas de forma a zelar pelo ativo.

Manutenção corretiva é a que se destina a corrigir falhas já detectadas no equipamento e que geram prejuízo ao funcionamento normal a que se destina. A quebra de um equipamento pode causar danos em produção e prejuízo financeiro. Há perda de tempo neste caso é inevitável pois há necessidade de um diagnóstico ou detecção de falha para que se possa executar o reparo e devolver o equipamento para operação novamente conforme cita Sabino, Agra e Tomi (2012).

3.7 Indicadores para equipamentos móveis

Estes indicadores são estabelecidos para nortear o gestor durante todo tempo, elencando as tendências dos resultados para a tomada de decisão. Temos várias opções para utilizar como acompanhamento e gestão no que se trata de indicadores. Alguns deles são mais frequentemente utilizados nas empresas por estarem mais alinhados as metas e objetivos desejados.

3.8 Indicador de MTBF

MTBF (Mean Time Between Failures) ou período médio entre falhas é um valor atribuído a um dispositivo ou aparelho para descrever a eficiência dos processos operacionais seja de manutenção ou operação (MARTINS, 2009).

Seu resultado fornece informações sobre quando poderá ocorrer uma no equipamento ou ativo analisado. Há uma relação de entre o índice obtido e a confiabilidade do equipamento, portanto quanto maior o índice maior será a confiabilidade. O MTBF pode ser calculado pela equação 3.

EQUAÇÃO 3.

$$MTBF = \frac{\sum \text{Total de horas em bom funcionamento}}{\sum \text{Número de avarias}}$$

O total de horas em bom funcionamento corresponde as horas sem avarias do equipamento. Este número é dividido pelos números de avarias gerado em determinado espaço de tempo ou vida útil de um equipamento.

3.9 Indicador de MTTR

MTTR (Mean Time To Repair) leva em consideração o tempo médio para reparar um equipamento e é referente a média de tempo que a equipe de manutenção levou para repor o equipamento em condições operacionais desde o surgimento da falha até o reparo ser concluído e máquina liberada para operação (BRANCO, 2006).

Este indicador está associado a performance da equipe de manutenção e indica em muitos a capacidade técnica deste conjunto de pessoas ligadas a organização. O MTTR pode ser calculado pela equação 4.

EQUAÇÃO 4.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Total de horas para reparo}}{\sum \text{Número de avarias}}$$

O termo indicado associado a ou indicador é manutenibilidade, sendo definida como a probabilidade de restabelecer o sistema em condições de funcionamento específicas, em limites de tempos desejados para as entregas do equipamento.

3.9.1 Custos na manutenção

Os custos são vilões da manutenção pois em muitos casos se não forem bem gerenciados podem comprometer todo o processo e levar as organizações a cortes e sansões. Geralmente os mais significativos para a manutenção são os com materiais, mão de obra própria e de terceiros e sobressalentes.

Apesar destas observações o gerenciamento adequado e o investimento em manutenções preventivas podem minimizar e reduzir os custos decorrentes de falhas, diminuindo também o custo total de manutenção Mirshawa & Olmedo (1993).

4 METODOLOGIA

Neste tópico são realizadas as caracterizações da empresa a ser estudada, a coleta e análise de dados e apresentadas metodologias para o processo.

4.1 Caracterização da Empresa

As empresas alvo de estudo tem características similares, entretanto do ponto de vista longevidade destaca-se a AngloGold Ashanti com mais de 187 anos de existência e um portfólio considerável em Minas Gerais e no Brasil de forma geral.

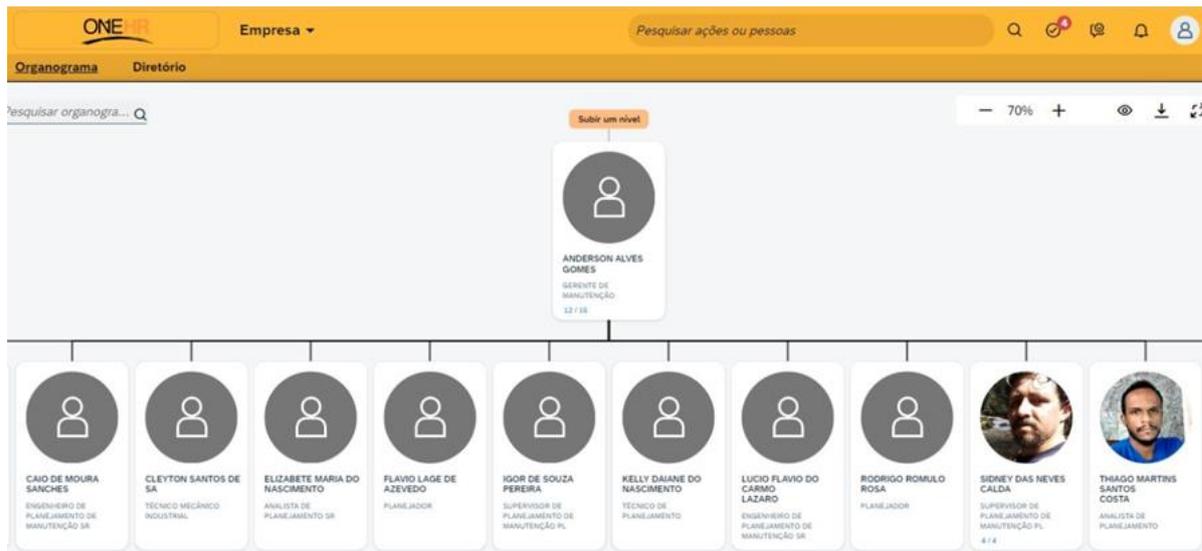
Os ativos da AngloGold são gerenciados pelo sistema SAP tenho todo o histórico de manutenção apurado e registrado de forma correta. A Unidade em questão é a de Córrego do Sítio que está situada em Santa Bárbara, Minas Gerais (<https://www.anglogoldashanti.com.br/>).

O projeto será realizado levando em consideração a hierarquia da empresa, indicadores de frota de caminhões rodoviários e em seguida avaliado os dados para fomentar as decisões estratégicas junto a organização. As rotinas envolvendo o processo gestão serão citadas como meio de mostrar o engajamento nos processos. O período total de estudo de frota será de 3 meses.

4.2 Fluxograma gerencia de manutenção

O Fluxo de hierarquia da empresa é um pouco complexo, mas apresenta-se satisfatório conforme designado pela diretoria da AngloGold Ashanti.

FIGURA 1 - ORGANOGRAMA EQUIPE DE PLANEJAMENTO



Fonte: ONEHR AngloGold (2023).

A estrutura apresentada representa o contexto do planejamento de manutenção e suas subáreas que formam a equipe designada a adotar a estratégia de manutenção. O estudo está focado na gerência de planejamento de manutenção pois o objetivo é ter total lisura na tomada de decisão com o método e rotina correto.

4.3 Cronograma inicial

Para coleta dos dados de frota foram utilizados arquivos cedidos pela empresa contendo dados de horas e dias trabalhados, preenchidos pelo apontamento da operação e os relatórios de manutenção conforme ordem de serviço do sistema SAP. Os dados obtidos são dos meses de janeiro a agosto de 2023 e já apontam a disponibilidade de frota. Para entendimento da métrica utilizada e avaliação de situação atual foi realizado alinhamento com a gestão. Em seguida foram avaliados as técnicas de manutenção utilizadas e os formatos das reuniões com o planejamento de manutenção e por fim entendimento de como ocorria a tomada de decisão dos gestores.

Foi desenvolvido Cronograma de reunião com os gestores para avaliação inicial e entendimento do contexto dos indicadores e visão dos pontos principais.

FIGURA 2 - CRONOGRAMA INICIAL



Fonte: O autor (2023).

4.4 Dados de frota

Os dados de telemetria são gerados para embasar a utilização e a disponibilidade de frota, sendo agrupados pelo planejamento de manutenção que ao final gerar a utilização e disponibilidade acumulada da frota.

FIGURA 3 - RELATÓRIO DETALHADO DE VIAGEM FROTA

Relatório detalhado de viagem

Telematix BR - Anglo Corrego Sitio



De 02/01/2023 00:00 Para 30/08/2023 23:59

Data	motorista	Ativo	Viagem Início	Hora de saída	Hora de chegada	Viagem Fim	Tempo de Condução vs Tempo Parado	Tempo Parado %	Tempo de Condução (hh:mm:ss)	Tempo Parado (hh:mm:ss)	Duração (hh:mm:ss)	distância (km)	Velocidade média (km/h)	Velocidade Máxima (km/h)
26/09/2023	ADRIANO SILVEIRA DE SOUZA - BC PNEUS	ACOMP 249 - VP17 - OQZ3264 - MERCEDES BENZ ATRON 2729	06:42:44	26/09/2023 06:45:38	26/09/2023 06:53:14	26/09/2023 06:58:26		57%	00:06:41	00:09:01	00:15:42	1,90	17,06	30,00
26/09/2023	ADRIANO SILVEIRA DE SOUZA - BC PNEUS	ACOMP 249 - VP17 - OQZ3264 - MERCEDES BENZ ATRON 2729	16:47:14	26/09/2023 16:48:48	26/09/2023 16:55:03	26/09/2023 16:55:58		28%	00:06:15	00:02:29	00:08:44	2,00	19,20	35,00
27/09/2023	ADRIANO SILVEIRA DE SOUZA - BC PNEUS	ACOMP 249 - VP17 - OQZ3264 - MERCEDES BENZ ATRON 2729	06:44:48	27/09/2023 06:48:16	27/09/2023 06:57:32	27/09/2023 06:59:27		55%	00:06:38	00:08:01	00:14:39	1,90	17,19	33,00
25/09/2023	ALEFF VINICIUS PEREIRA DE ARAUJO	VL86 - L200 TRYTON - MITSUBISHI - OLT-0883	10:51:46	25/09/2023 10:52:04	25/09/2023 10:57:44	25/09/2023 10:58:13		12%	00:05:40	00:00:47	00:06:27	2,10	22,24	39,00
25/09/2023	ALEFF VINICIUS PEREIRA DE ARAUJO	VL86 - L200 TRYTON - MITSUBISHI - OLT-0883	13:16:58	25/09/2023 13:17:17	25/09/2023 13:17:54	25/09/2023 13:18:27		58%	00:00:37	00:00:52	00:01:29	0,10	9,73	21,00
25/09/2023	ALEFF VINICIUS PEREIRA DE ARAUJO	VL86 - L200 TRYTON - MITSUBISHI - OLT-0883	13:18:49			25/09/2023 13:19:00		100%	00:00:00	00:00:11	00:00:11	0,00	0,00	1,00
25/09/2023	ALEFF VINICIUS PEREIRA DE ARAUJO	VL86 - L200 TRYTON - MITSUBISHI - OLT-0883	13:49:52	25/09/2023 13:50:07	25/09/2023 13:52:04	25/09/2023 13:52:05		12%	00:01:57	00:00:16	00:02:13	0,50	15,38	26,00

Fonte: Mix Telematix (2023).

Após agrupamento realizado pelo planejamento tem-se a utilização e a disponibilidade dia a dia em relatório padrão conforme abaixo. Os cálculos de utilização de disponibilidade foram apresentados anteriormente conforme equação 1 e 2.

A frota é constituída de caminhões Mercedes e caminhonetes modelos L200. Conforme os TAG da tabela acima vemos que a disponibilidade média do período de janeiro a agosto de 2023 para Mercedes foi de 55% e de L200 68% respectivamente.

A utilização média da frota Mercedes foi de 68% e das L200 74% sendo estes resultados inferiores a expectativa informada de 80% a 90 % de utilização para as duas frotas segundo parâmetros da empresa. Quanto menor a utilização no período avaliado maior foi a disponibilidade, pois o índice de quebras foi menor devido a severidade de todo o processo produtivo.

FIGURA 4 - INDICADORES ACUMULADOS

Mo HxGN MineOperate UG Pro Indicadores dos Equipamentos com Acumulado

Tipo de equipamento	Data	Equipamento	Horas										Indicadores			
			HC	HD	HT	HE	AO	HP	HM	HR	FF	DF	RE	UE	UF	
01/01/2023		VP17	24,00	22,13	3,62	0,00	3,62	18,52	1,87	0,00	0,00	92,22%	15,07%	0,00%	16,34%	
		VP15	9,00	9,00	4,92	0,00	4,92	4,08	0,00	0,00	15,00	100,00%	54,63%	0,00%	54,63%	
		VP20	8,00	8,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	0,00	16,00	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
		Total	41,00	39,13	8,53	0,00	8,53	30,60	1,87	0,00	31,00	95,45%	20,81%	0,00%	21,81%	
02/01/2023		VP21	24,00	22,33	3,50	0,00	3,50	18,83	1,67	0,00	0,00	93,06%	14,58%	0,00%	15,67%	
		VP06	16,00	16,00	11,15	0,00	11,15	4,85	0,00	0,00	8,00	100,00%	69,69%	0,00%	69,69%	
		VP05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
		Total	40,00	38,33	14,65	0,00	14,65	23,68	1,67	0,00	32,00	95,83%	36,62%	0,00%	38,22%	
03/01/2023		VP17	24,00	24,00	17,97	0,00	17,97	6,03	0,00	0,00	0,00	100,00%	74,86%	0,00%	74,86%	
		VP15	24,00	22,83	6,17	0,00	6,17	16,67	1,17	0,00	0,00	95,14%	25,69%	0,00%	27,01%	
		VP20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
		Total	48,00	46,83	24,13	0,00	24,13	22,70	1,17	0,00	24,00	97,57%	50,28%	0,00%	51,53%	

Fonte: Hexagon Minig (2023).

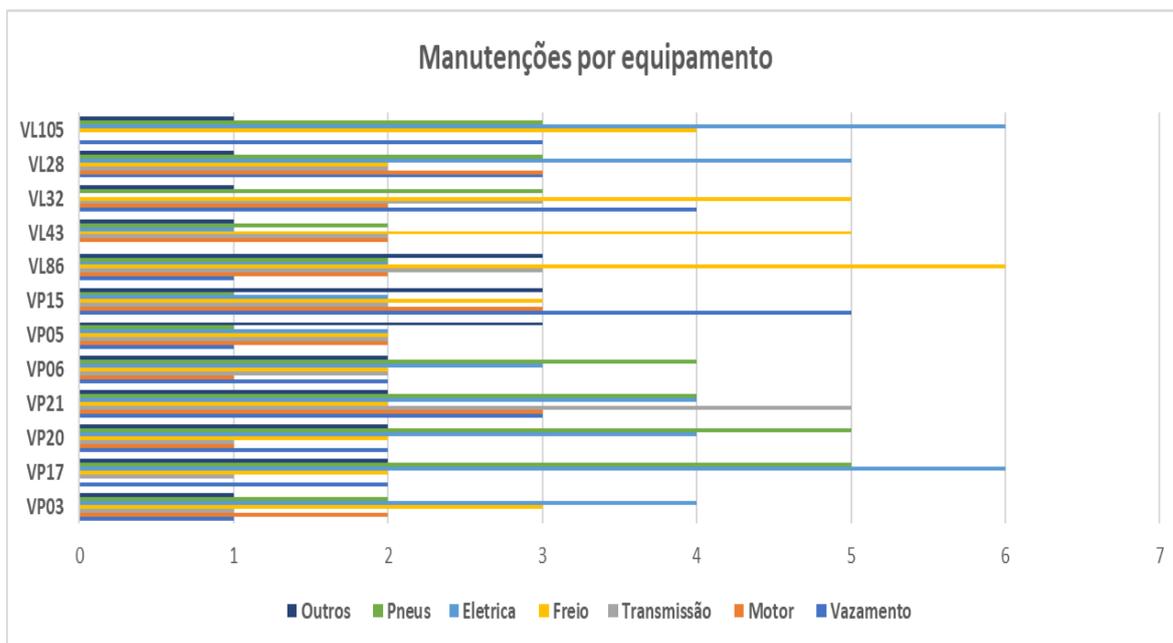
Para alinhamento dos resultados de manutenções foram utilizadas ordens de Serviço de manutenção mecânica e elétrica da empresa afim de entender as causas das falhas e os possíveis desvios no processo. Esta avaliação apontou alto índice de corretivas e baixa incidência de preventivas. Os percentuais de corretivas dos equipamentos por mês são de 75% e os de preventivas são de 25%.

GRÁFICO 1 – CENÁRIO DE PREVENTIVAS X CORRETIVAS.



Fonte: O autor (2023).

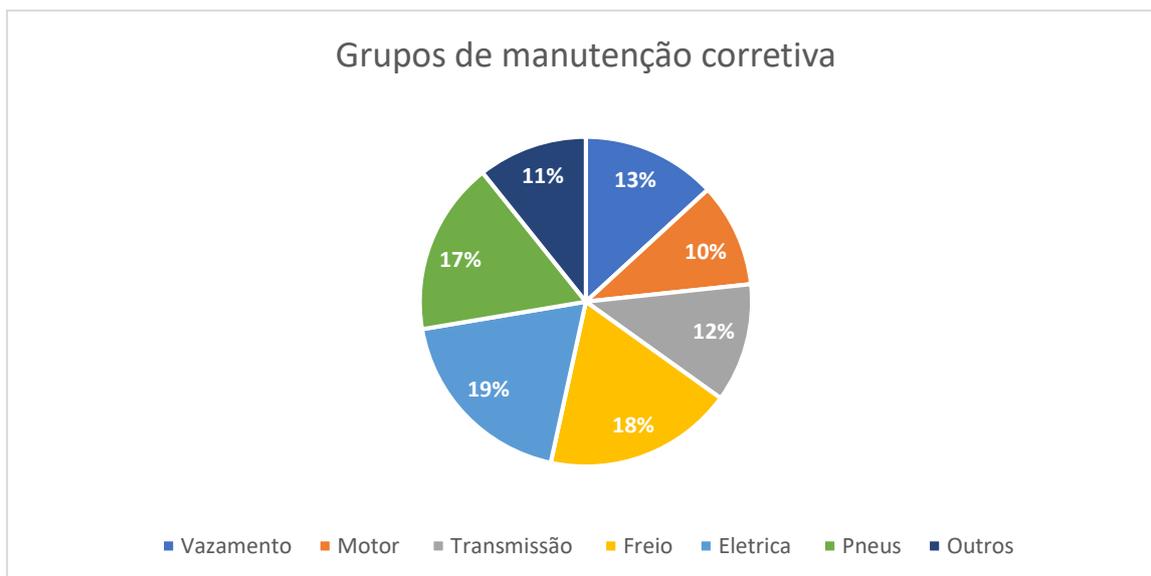
GRÁFICO 2 – TIPOS DE MANUTENÇÕES POR SISTEMAS.



Fonte: O autor (2023).

Abaixo são evidenciados os grupos de manutenção corretivas apontando os mais significativos onde destacam-se o sistema elétrico, freios e pneus que representam 54 das manutenções corretivas totais da frota. Vale destacar que o sistema de freio é item crítico pois coloca ainda mais em risco a integridade dos operadores.

GRÁFICO 3 – PERCENTUAL POR GRUPO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA



Fonte: O autor (2023).

Para atingimento dos objetivos espera-se aumento nos percentuais de disponibilidade atuando especificamente nas corretivas relacionada aos grupos de maior identificação de falhas. O ponto central é inverter a curva de preventivas com as corretivas, suprimindo preventivamente as necessidades do equipamento o que trará no futuro mais facilidade na tomada de decisão em relação aos equipamentos da frota.

4.5 Indicadores de desempenho

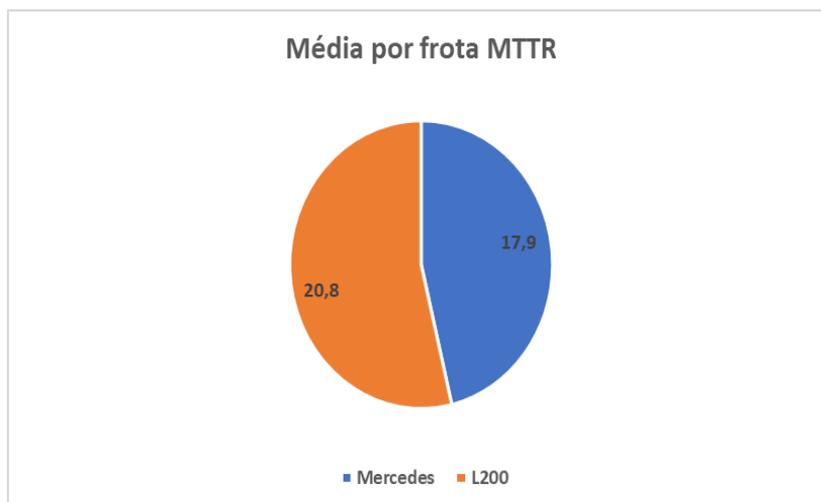
Os indicadores são gerados a partir dos cálculos das equações 3 e 4 apresentadas nos tópicos anteriores. O índice MTTR que tem por finalidade pontuar os tempos médios para reparo dos equipamentos dado em horas, resultou na média para os oito meses analisados no valor de 17,9h, para o Mercedes e 20,8h para L200. Esses valores são elevados em relação aos demais equipamentos durante o mesmo período, e esse resultado indica que os equipamentos citados tiveram reparos de maior complexidade ou deficiência de análise das falhas por parte da mão de obra executante.

TABELA 1 – MTTR POR MODELO DE FROTA

MODELO	TAG	MTTR
Mercedes	VP03	21,9
	VP17	17,9
	VP20	18,8
	VP21	17,8
	VP06	15,2
	VP05	16,9
	VP15	16,8
L200	VL86	22,7
	VL43	21,5
	VL32	19,8
	VL28	20,82
	VL105	19,18

Fonte: O autor (2023).

GRÁFICO 4 – MÉDIA DE MTTR POR FROTA.



Fonte: O autor (2023).

Para atingimento dos objetivos deste indicador o que se deve fazer é diminuir o tempo de reparo do equipamento, quanto menor o tempo melhor. Isso não quer dizer que a qualidade deve ser pior, mas sim que a equipe de planejamento e manutenção deve priorizar os recursos certos na hora certa.

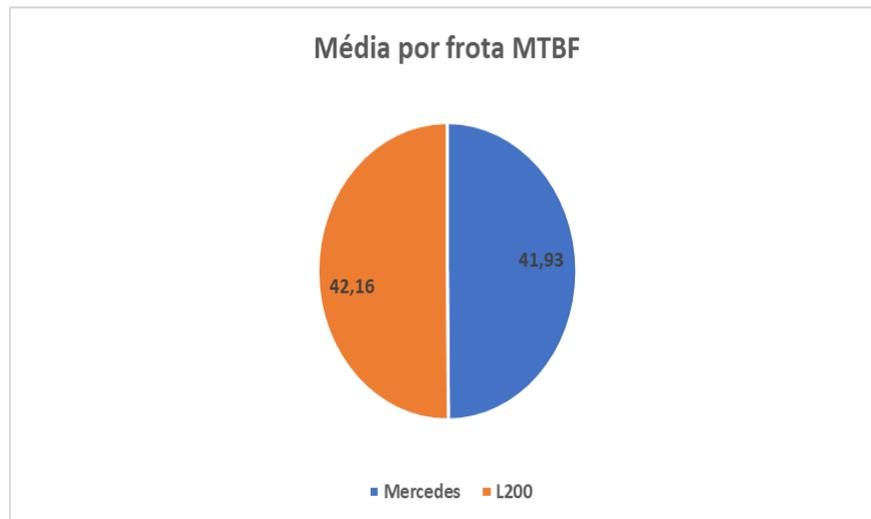
O índice MTBF sinaliza o tempo médio entre falha dos equipamentos dados em horas, sendo que o Mercedes apresenta o valor de 28h e a L200 16,5h. Quanto mais baixos o valor maior será a frequência dos problemas e nestes dois casos especificamente indicam problemas mecânicos e elétricos a cada dia e meio de trabalho o que é prejudicial ao desempenho dos equipamentos.

TABELA 2 – MTBF POR MODELO DE FROTA

MODELO	TAG	MTBF
Mercedes	VP03	32,5
	VP17	53
	VP20	41
	VP21	39
	VPO6	33
	VP05	45
	VP15	50
L200	VL86	42,8
	VL43	37,3
	VL32	44
	VL28	39,7
	VL105	47

Fonte: O autor (2023)

GRÁFICO 5 – MÉDIA DE MTBF POR FROTA.



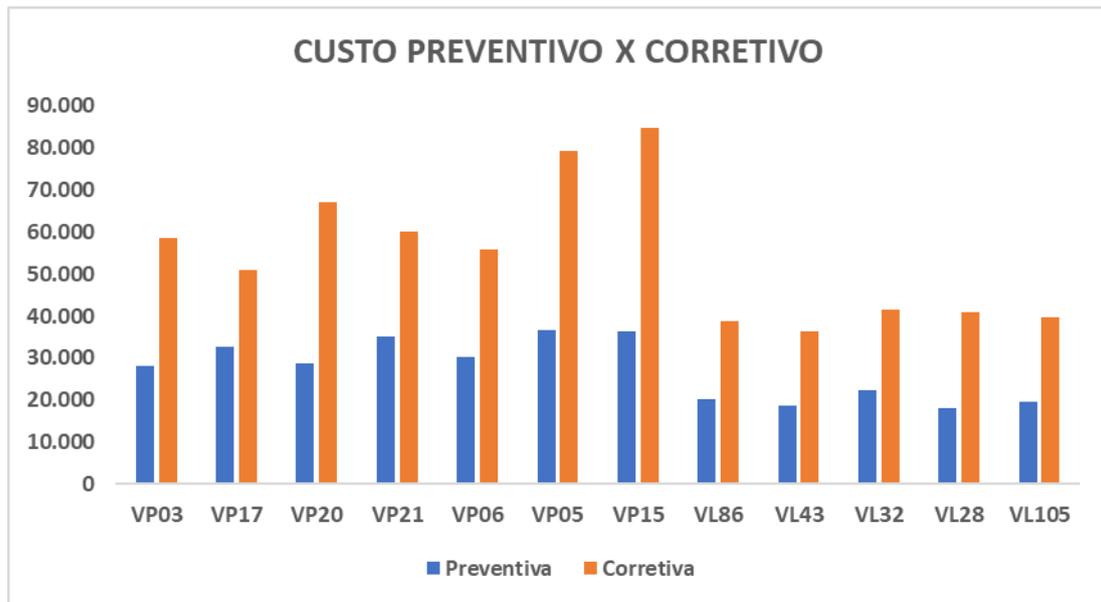
Fonte: O autor (2023)

Para atingimento dos objetivos deste indicador o que se deve fazer é aumentar o tempo de máquina disponível ou sem ocorrência de falhas, quanto maior o tempo melhor. Não podemos neste intervalo deixar de intervir preventivamente para que esta condição se perpetue em toda frota.

4.6 Custos de manutenção

Os custos apresentados foram gerados a partir de controles cedidos pela empresa e a partir destes dados foi possível desenvolver graficamente. Os resultados apresentam grande discrepância entre custos de manutenções corretivas e preventivas. Os equipamentos Mercedes até pelo porte apresentaram custos de manutenção corretiva elevado, quando comparado as L200. É observado que custo de manutenções corretivas mais altos em relação as manutenções preventivas para todos os equipamentos.

GRÁFICO 6 – CUSTO PREVENTIVO X CORRETIVO DA FROTA.



Fonte: O autor (2023).

Para que possamos diminuir os custos com corretiva e consigamos manter o orçamento é necessário atuação mais forte em preventivas comprando e aplicando os itens antes da quebra do equipamento.

4.7 Gestão dos processos para tomada de decisão

Conforme organograma apresentado no fluxo da gerência de manutenção é necessário um maior engajamento da Gerência no processo para que as informações possam ser cascadeadas aos membros executantes das equipes. Na análise inicial observa-se informações soltas ao longo do processo, o que gera perda de tempo e erro de estratégia e tomada de decisão.

Para o atingimento das metas é fundamental processos de alinhamento e análise dos dados, sendo estes realizados em conjunto com os membros da equipe. Os dados utilizados serão já existentes na empresa. Este cenário só será possível adotando práticas de reuniões orçamentárias e de alinhamento de expectativas com todos.

4.8 Elaboração e aplicação de metodologias

A disponibilidade de frota requerida é muito maior que a executada atualmente sendo estes dados um gargalo para produção. A expectativa informada de 80% a 90% para as duas frotas segundo parâmetros da empresa não se concretiza devido ao

alto índice de corretivas. Para melhora na DF e utilização foi criado cronograma para execução das atividades pós coleta e avaliação dos dados.

FIGURA 5 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO



Fonte: O autor (2023).

4.8.1 Execução de Backlog crítico

A Carteira de ordens a serem executadas contendo alta criticidade é um dos grandes problemas de manutenção dos equipamentos da frota. Para o aumento da disponibilidade e utilização de frota é necessário executar estas atividades já levantadas pela inspeção ou operação.

No levantamento inicial o tempo total para execução dos backlogs de toda frota é de 21,5 dias. São atividades de teste e ajuste de transmissão, calibração do sistema de freio, troca do chicote elétrico principal e soldas em estruturas parcialmente danificadas.

Para termos assertividade, foi apresentado aos gestores e engenharia a proposta de sanar toda a carteira em 4 semanas ininterruptas para a partir daí seguirmos os demais ajustes. Este plano obteve aprovação e apesar de alguns atrasos decorrentes de necessidade de produção ao final do período a carteira de maior complexidade foi sanada a contento.

4.8.2 Ajuste do plano de manutenção preventivo

Conforme cita Hebert Ricardo Garcia Viana, um plano preventivo consiste em um conjunto de atividades, regularmente executadas com o objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional, dentro deste conceito a geração das ordens sistemáticas tem que traduzir de forma eficaz estas tarefas.

Dentro da análise dos planos preventivos notou-se a defasagem em relação as horas de execução das atividades. Isso ocorreu por uma determinação gerencial do passado que em virtude das dificuldades de disponibilidade entendeu ser melhor reduzir a preventiva.

O plano mais simples 250 horas contemplava 4 horas de atividade e tinha em seu escopo limpeza do equipamento, lubrificação, verificação do sistema de combate a incêndio, manutenção elétrica e manutenção mecânica. Para o plano de 500 horas a estratégia era mesma, porém com a solicitação de troca dos filtros do sistema de ar-condicionado e a verificação dos códigos de falha logados no sistema ao longo da jornada. No plano de 1000 horas as atividades eram realizadas em 6 horas e além de todo o escopo citado acima inclui-se a troca dos filtros primário e secundário do motor e do óleo hidráulico.

Todos os planos passaram por alteração após alinhamento com o planejamento, engenharia de manutenção e gerência. Os planos também passaram por ajuste de descrição, contendo os responsáveis por gerar o plano no sistema, equipe responsável pela execução, inserção dos campos de observação para o executante inserir algo não identificado anteriormente. Os itens de aplicação passaram a ser inseridos em folha de rosto da ordem de manutenção preventiva evitando perda de tempo para procura de algum material necessário para a atividade. Abaixo segue proposta final já validade com toda equipe multidisciplinar.

TABELA 3 – TIPOS DE PLANOS DE MANUTENÇÃO

Tipo de plano	Duração Inicial	Proposta final	Escopo
250 horas	4 horas	6 horas	Limpeza do equipamento, lubrificação, verificação do sistema de combate a incêndio, manutenção elétrica e manutenção mecânica
500 Horas	4 horas	8 horas	Limpeza do equipamento, lubrificação, verificação do sistema de combate a incêndio, manutenção elétrica e manutenção mecânica, troca dos filtros do sistema de ar-condicionado e a verificação dos códigos de falha logados no sistema
1000 Horas	6 horas	10 horas	Limpeza do equipamento, lubrificação, verificação do sistema de combate a incêndio, manutenção elétrica e manutenção mecânica, troca dos filtros do sistema de ar-condicionado e a verificação dos códigos de falha logados no sistema, troca dos filtros primário e secundário do motor e do óleo hidráulico.

Fonte: SAP modulo PM (2022).

4.8.3 Ajuste do estoque de itens preventivos no almoxarifado

Esta etapa foi elaborada em conjunto com o almoxarifado que retirou do sistema relatório de requisições de filtros, óleo, e todos os itens necessários para realização de preventivas. Nestes dados notamos falha no ponto de ressuprimento de alguns filtros e itens básicos como lâmpadas e abraçadeiras.

Para obtermos as aprovações foi realizado comitê junto a gerência de manutenção e suprimentos e apresentado a diretoria para validação. Após estas validações tivemos o incremento de R\$ 182.740,25 o que representa um aumento de 29% nos custos com materiais preventivos para a gerência sendo estes itens citados a seguir.

TABELA 4 – REQUISIÇÕES POR ITEM DE ESTOQUE

Código	Item	Estoque	Requisições	Proposta
100214541	Filtro ar-condicionado	10	20	25
100372714	Lampada H4	20	31	40
100125953	Fita isolante	15	10	15
100236967	Óleo 5w40	100L	50L	100L
100287987	Filtro de ar do motor 1	10	12	20
100223145	Filtro de ar do motor 2	5	6	10
100177456	Alternador	5	2	5
100288896	Motor de arranque	6	1	6
100335896	Junta tampa de valvulas	5	2	5
100345169	Abraçadeira	200	350	500
100485236	Pino caçamba	4	1	4
100458837	Bucha caçamba	4	2	4

Fonte: SAP modulo MM (2022)

TABELA 5 – INCREMENTO ORÇAMENTÁRIO ALMOXARIFADO.

Incremento orçamentário	
Valor inicial	Valor com reajuste
R\$ 457.000,00	R\$ 639.740,25

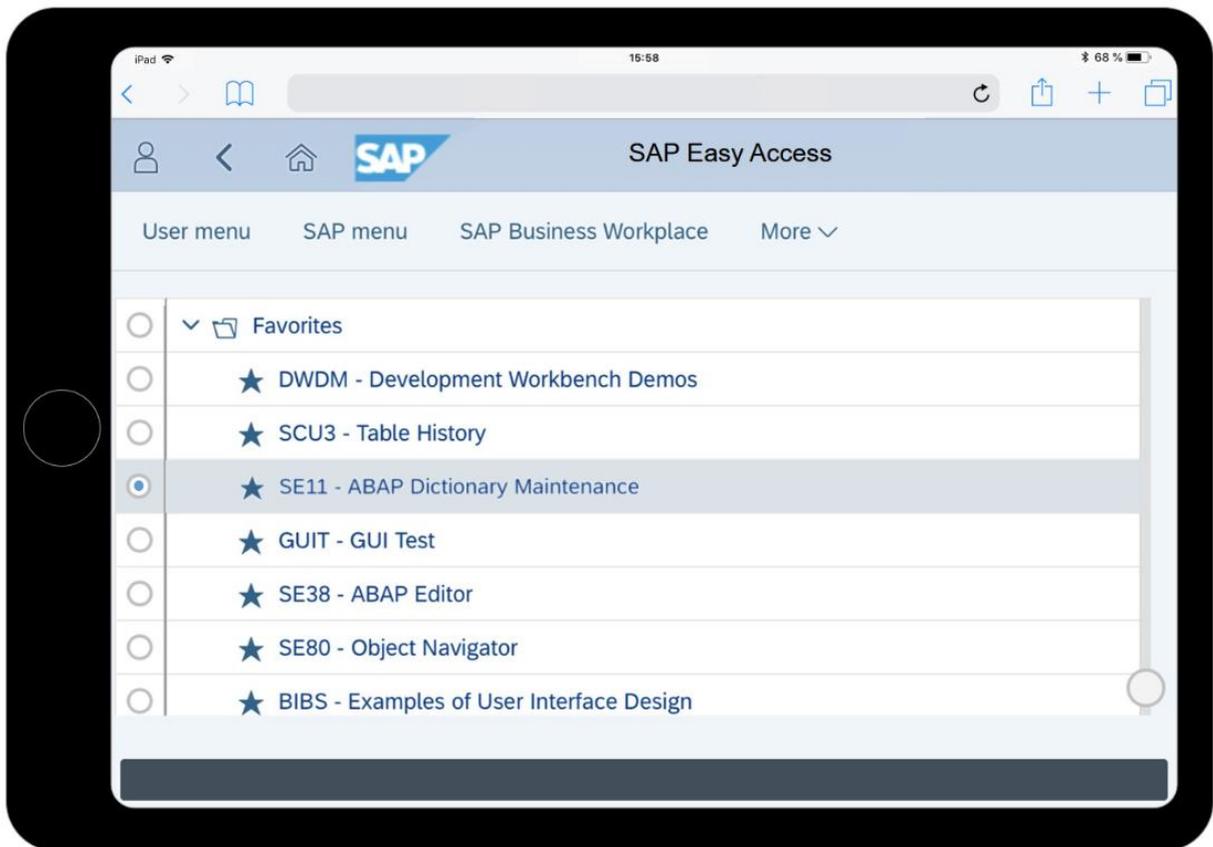
Fonte: SAP modulo MM (2022).

4.8.4 Realização de inspeções durante o processo de operação

Foram realizadas verificações junto a operação dos equipamentos pois uma das reclamações do cliente operação de mina era a falta de diálogo entre as áreas o que culminou em diversos desencontros de informação ao longo do tempo. Os dados colhidos diretamente do operador mantenedor passaram a ser imputados no sistema SAP em forma de nota de manutenção através dos tablets cedidos ao time de operação. Estes dispositivos não representaram custos pois foram comprados no ano anterior para outro projeto que foi descontinuado na organização.

Os ganhos foram ainda maiores nesta etapa pois os planejadores e programadores do planejamento ao receber as notas no sistema acionavam os mecânicos e eletricitas para que procurassem os operadores e entendessem melhor as necessidades. Esta simples ação estreitou os laços e fortaleceu a organização. A interface do sistema ficou bem simples e apresentada da mesma forma que vinha sendo utilizada nos computadores da empresa.

FIGURA 6 - INTERFACE DE ACESSO SAP PARA INSPEÇÃO.



Fonte: SAP modulo PM (2022).

4.8.5 Inspeção eletromecânica em campo

Estas inspeções foram criadas dentro do contexto preditivo sendo capazes de monitorar o equipamento de forma a acompanhar seus sintomas avaliando-os na busca de possíveis anormalidades.

Os eletricitas e mecânicos através da sala de controle acionam o equipamento no campo por cerca de 30 minutos e retiram amostragens das medições de temperatura, folgas, vibrações e vazamentos em geral. A partir destas inspeções as informações são repassadas a supervisão para a tomada de decisão em relação a avaria encontrada. Em caso de não haver avarias o equipamento segue em operação e os dados são informados via sistema ao planejamento.

Esta ação contribui com o histórico do equipamento e auxiliou a engenharia para ações futuras de intervenções mais complexas e embasamento nas decisões com relação a substituição de frota. Após um mês de avaliação ficou definido manter a prática para toda a frota de maneira ininterrupta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para verificação da aceitação das ações foi realizado diagnóstico do estado atual da empresa perante o seu modelo de gestão. Foram inseridos em meio ao processo e diretamente para os gestores alguns questionamentos tais como:

Qual o modelo de gestão estratégica utilizado? Ele funciona? Quais são seus fundamentos? Como está sendo realizado?

Como é feita a gestão de indicadores atuais? Como as diretrizes são acompanhadas pela organização? Como os resultados são medidos em campo?

Mesmo não tendo todas as repostas de pronto e encontrando algumas dificuldades no processo, notamos que analisando os dados após as medidas adotadas, um dos principais índices afetados positivamente foi o de utilização. A utilização dos equipamentos chegou aos percentuais de 82% para a frota de Mercedes e a 91% para a frota de L200.

A melhora na utilização não refletiu em piora de DF como era antigamente apresentado nos relatórios gerenciais. A disponibilidade de frota para Mercedes foi de 75% e para a frota de L200 foi de 87% conforme dados apresentados abaixo.

TABELA 6 – UTILIZAÇÃO E DISPONIBILIDADE PÓS AÇÕES

MODELO	TAG	UT	DF
Mercedes	VP03	83,1	74,9
	VP17	81,2	73,4
	VP20	82,4	77,6
	VP21	83,2	73,1
	VP06	82,2	76,5
	VP05	83,3	75,2
	VP15	80,1	73,7
L200	VL86	91,2	88,1
	VL43	93,3	86,5
	VL32	91,1	87,1
	VL28	90,8	88,3
	VL105	90,5	86,4

Mercedes	
UT	DF
82,21	74,91

L200	
UT	DF
91,38	87,28

Fonte: O autor (2023).

Nos indicadores de desempenho notamos queda no tempo médio entre reparo (MTTR) devido a atuação direta nos backlogs críticos e estoque adequado. O

equipamento não fica mais que o necessário para as intervenções em oficina e não apresenta falhas significativas em campo. Obviamente este índice ainda pode melhorar, pois quanto menor for o tempo de máquina parada para qualquer tipo de intervenção melhor será o indicador. A frota Mercedes agora utiliza em média 12,5 horas para ser reparada enquanto a frota de L200 14,5 horas para ser reparada.

TABELA 7 – MTTR PÓS AÇÕES IMPLEMENTADAS

MODELO	TAG	MTTR
Mercedes	VP03	11,2
	VP17	12,8
	VP20	13,1
	VP21	11,8
	VP06	13,2
	VP05	13,2
	VP15	12,5
L200	VL86	15,1
	VL43	13,6
	VL32	16,1
	VL28	14,5
	VL105	13,4

MTTR	
Mercedes	L200
12,54	14,54

Fonte: O autor (2023).

O tempo médio entre falhas demonstra que a confiabilidade da frota também aumentou, sendo este indicador considerado bom quando, quanto maior o tempo disponível pós manutenção melhor. A performance do equipamento estará mais assegurada para o cumprimento de metas estabelecidas se este indicador for bem gerido junto a carteira de tarefas a fazer ao longo das semanas de programação. O tempo que o equipamento leva para parar pós uma atuação é de 51 horas na frota Mercedes e de 55 horas na frota L200.

TABELA 8 – MTBF PÓS AÇÕES CONCLUÍDAS

MODELO	TAG	MTBF
Mercedes	VP03	48,7
	VP17	56,1
	VP20	48,8
	VP21	49,6
	VP06	48,5
	VP05	49,9
	VP15	54,9
L200	VL86	53,4
	VL43	53,7
	VL32	55,3
	VL28	56,8
	VL105	55,3

MTBF	
Mercedes	L200
50,93	54,90

Fonte: O autor (2023).

Os custos de manutenção tiveram nos primeiros 15 dias alta em relação ao projetado. Este fato foi entendido como normal pela empresa devido ao incremento de receitas para aumento de estoque e para sanar as atividades críticas das frotas. As demais áreas da empresa continuam com estouro significativo de custos e estão atuando junto a gestão de manutenção para entender o que pode ser aproveitado em seus processos.

A tomada de decisão agora ficou mais simplificada e os próprios gestores estão realizando um panorama mensal e trimestral para envolver todos os responsáveis no processo e alinhar as decisões estratégicas perante o proposto pela empresa.

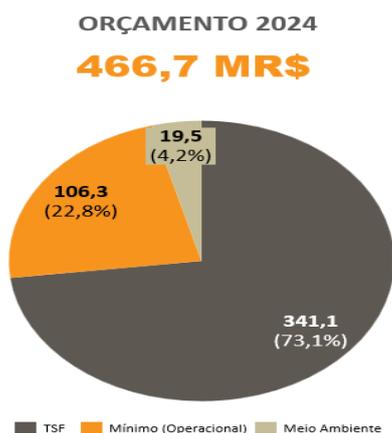
FIGURA 7 - PANORAMA DE RESULTADOS MENSAIS



Fonte: AngloGold (2023).

FIGURA 9- DIVULGAÇÃO DE ORÇAMENTOS REAJUSTADOS.

PANORAMA
MENSAL



GESTÃO EFICIENTE

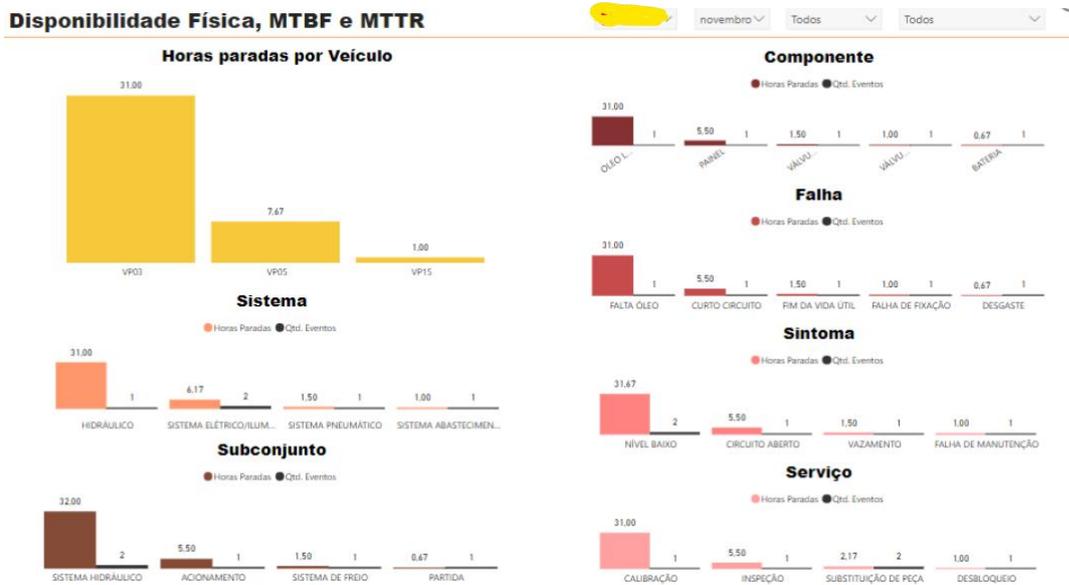
- Torre de controle
- Redução de VLs (Implantação de Pools)
- Transferência de materiais de estoque
- Inventariamento de itens não estocáveis
- Transferência de ativos sem uso na unidade

ANGLOGOLDASHANTI

Fonte: AngloGold (2023).

Dentre as necessidades gerenciais foi sugerido a exposição dos dados de forma mais transparente e visual sendo adotado o Power Bi como ferramenta.

FIGURA 10 - NOVO POWER BI PARA VISUALIZAÇÃO DE KPI



Fonte: O ator (2023).

A árvore de falhas também foi implementada facilitando o entendimento de todos ao processo.

6 CONCLUSÕES

Através dos dados coletados possibilitou-se ter uma perspectiva dos indicadores de manutenção sendo estes analisados na prática com uma frota de apoio. De maneira geral os equipamentos se mais utilizados tendem a prover mais falhas aumentando assim o MTTR.

O período de estudo e análise se deu de janeiro a outubro de 2023 utilizando dados do SAP sendo este problema identificado a partir das incertezas da unidade e da dificuldade de dados para tomada de decisão.

Para se ter dados assertivos e influenciar positivamente o processo a interpretação dos resultados baseou-se nos dados do SAP atrelados aos apontamentos em campo e os checklist operacional realizado durante as operações. As medidas propostas conforme o cronograma resultou em aumento de disponibilidade, menor quantidade de horas paradas em manutenção e maior tempo rodando pós manutenção. Os custos por serem gargalo na empresa estão se comportando dentro

do esperando e a confiabilidade do processo aumentou. Se as medidas continuarem a ser seguidas e houver qualificação da mão de obra os valores apresentados podem ser superados e agregar mais valor a empresa.

De forma geral este estudo auxiliou na obtenção do aumento de DF em 19,5% possibilitando atendimento mais adequado ao cliente e se posicionando no que a maioria das literaturas pede em termos de disponibilidade aceitável para este tipo de frota. A queda nos custos mensais propiciou a gerência mais tranquilidade para entendimento dos processos de forma mais intrínseca.

Mesmo com as adversidades no processo para atingir os indicadores propostos ou para ter o poder de convencimento para incremento de custo de estoque o estudo vai proporcionar uma forma mais unificada de gestão com foco total na frota e no planejamento das ações levando em conta a receita a ser utilizada.

Os dados coletados e bem geridos ao final do processo serão fundamentais para também auxiliar na substituição dos ativos. Este processo é cíclico, mas longo dentro das premissas citadas e com foco na melhoria contínua observando os comportamentos dos números, mas principalmente das pessoas envolvidas no processo.

REFERÊNCIAS

ANGLOGOLD ASHANTI, Site oficial 2023. Disponível em:

<https://anglogoldashanti.sharepoint.com/sites/intranetbrasil/>. Acesso em: 20/06/2023.

AUTOINFORME, Site para motoristas 2023. Disponível em:

<https://www.autoinforme.com.br/motorista-gasta-r-2-01308-por-mes-com-o-carro/>. Acesso em: 15/07/2023.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. D. V. Introdução á Engenharia: Conceiros, Ferramentas e Comportamentos. Florianópolis: UFSC, 2009.

BERNARDI, L. A. Manual de Empreendedorismo e Gestão: fundamentos, estratégias e dinâmicas. São Paulo: Atlas, 2010.

BRANCO FILHO, G. (2006). Indicadores e Índices de Manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.

FERREIRA, Leonardo Assis. ESCAVAÇÃO E EXPLORAÇÃO DE MINAS A CÉU ABERTO. 2013. 118 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Juiz de Fora Faculdade de Engenharia da Ufjf, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/10/ESCAVAÇÃO-E-EXPLORAÇÃO-DE-MINAS-A-CÉU-ABERTO.pdf>. Acesso em: 19/09/2023.

LAFRAIA, J.R; BARUSSO. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade. Rio de Janeiro, Petrobras, 2001.

MIRSHAWA, Vitor; OLMEDO, N. Lupes. Manutenção – Combate aos custos da não eficiência – a vez do Brasil. São Paulo; MAKRON Books McGraw-Hill. 1993

QUEVEDO, J. M. G. Modelo de Simulação para o Sistema de Carregamento e Transporte em Mina a Céu Aberto. Rio de Janeiro, 2009. 133 p.

RAIMUNDO, G.C.; FILHO. Formação de Gestores: Criando as bases da gestão. Belo Horizonte, 2018.

RICARDO, H. S. e CATALANI, G. Manual prático de escavação - terraplenagem e escavação de rocha. 3ª Edição. São Paulo: PINI, 2007.

TRACTIAN, BLOG, INDICADORES DE MANUTENÇÃO. Disponível em: <https://tractian.com/blog/indicadores-de-manutencao>. Acesso em: 22/07/2023.

VALE, Site oficial 2022. DISPONÍVEL EM: <https://www.vale.com/pt/w/vale-informs-os-resources-applied-in-operations-maintenance-tailing-dams-and-health-and-safety>. Acesso em: 23/07/2023.

VIANA, H. R; GARCIA. PCM, Planejamento e Controle de Manutenção: Manutenções e reparos. Rio de Janeiro, Qualitymark Ed., 2002.