



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



HUGO DRUMOND CHAVES

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA OTIMIZAR O SISTEMA DE
ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIA EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO**

OURO PRETO

2023

Hugo Drumond Chaves

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA OTIMIZAR O SISTEMA DE ATENDIMENTO DE EMERGÊNCIA EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota Lima

OURO PRETO

2023



FOLHA DE APROVAÇÃO

Hugo Drumond Chaves

Aplicação da metodologia PDCA para otimizar o sistema de atendimento de uma emergência em uma empresa de mineração

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas

Aprovada em 30 de março de 2023

Membros da banca

PhD - Hernani Mota de Lima - Orientador - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Dr - José Margarida da Silva - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Engenheiro - Robson Eugênio Britto - (Vale S.A.)

Hernani Mota de Lima, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 10/04/2023



Documento assinado eletronicamente por **Hernani Mota de Lima, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 17/04/2023, às 16:24, 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 **0510688** e o código CRC **E85A887F**.

RESUMO

O propósito deste trabalho é explicitar a metodologia PDCA com aplicação no sistema de emergência de uma empresa de mineração. Ao longo do texto, são apresentadas algumas metodologias como PDCA, *kaizen* e SMART, e como foram desenvolvidos e calculados os indicadores de Tempo Resposta, Disponibilidade Física e Prontidão Operacional. Com o acompanhamento do processo foi possível identificar erros e falhas que impactavam no resultado final das equipes e com o trabalho em equipe foram propostas soluções que otimizaram o dia a dia e acabaram por serem replicadas em outras minas. Ao final do trabalho pode-se perceber uma melhora significativa nos indicadores além da obtenção de sucesso na meta planejada.

Palavras chaves: PDCA. Kaizen. SMART. Tempo Resposta. Disponibilidade Física. Prontidão Operacional.

ABSTRACT

The purpose of this work is to explain the PDCA methodology with an application in the emergency system of a mining company. Throughout the text, some methodologies such as PDCA, Kaizen, and SMART are presented, as well as how the Response Time, Physical Availability and Operational Readiness indicators were developed and calculated. Through the process monitoring, errors and failures that impacted the final results of the teams were identified, and with teamwork, solutions were proposed that optimized day-to-day operations and ended up being replicated in other mines. At the end of the work, a significant improvement in the indicators was noticed, as well as success in achieving the planned goal.

Keywords: PDCA. Kaizen. SMART. Response Time. Physical Availability. Operational Readiness.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1	PDCA.....	13
3.2	Kaizen	14
3.3	Disponibilidade Física	15
3.4	Tempo Resposta.....	16
3.5	SMART e Range.....	17
4	APLICAÇÃO	19
4.1	Planejamento.....	19
4.2	Execução	20
4.2.1	Estudo dos tempos ideais.....	20
4.2.2	Implementação do formulário de cadastro das ocorrências.....	21
4.2.3	Orientação das equipes	23
4.2.4	Desenvolvimento dos dashboards	23
4.3	Verificação	26
4.3.1	Justificativa da não aderência ao tempo resposta	26
4.3.2	Análise dos 5 porquês.....	26
4.4	Atuação Corretiva	27
4.4.1	Via Congestionada / Más condições.....	28
4.4.2	Ocorrência Simultânea	28
4.4.3	Lapso na comunicação / Preenchimento	29
4.4.4	Outros	29
4.4.5	Manutenção dos equipamentos de emergência	30
5	DISCUSSÃO E RESULTADOS	32
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo PDCA	14
Figura 2: Linha do Tempo Disponibilidade	16
Figura 3: Excel de com os tempos ideais	21
Figura 4: Tempo Ideal por Localidade	21
Figura 5: Formulário de Atendimento A Emergência	22
Figura 6: Dashboard Sistema de Emergência.....	24
Figura 7: Dashboard Sistema de Emergência Visão Diária	24
Figura 8: Dashboard Tempo Resposta	25
Figura 9: Dashboard Relatório TR	25
Figura 10: Relatório de não aderência TR.....	27
Figura 11: Tabela de causas para perda de TR.....	27
Figura 12: Dashboard evolução mensal	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ranges de resultados	20
Tabela 2: Resultados dos indicadores comparados entre abril e novembro	32

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Disponibilidade Física	16
Equação 2: Exemplo Disponibilidade Física.....	16
Equação 3: Tempo Resposta.....	17
Equação 4: Prontidão Operacional	19

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CECOM – Central de comunicação

DF – Disponibilidade física

NBR – Norma técnica brasileira

PAE – Plano de atendimento a emergência

PDCA – Plan, Do, Check and Act

PO – Prontidão operacional

SDCA – Standard, Do, Check and Act

SMART – Specific, Measurable, Achievable, Realistic and Time Based

TR – Tempo resposta

1 INTRODUÇÃO

O atendimento de emergência é um controle que visa mitigar ou reduzir os impactos gerados pela materialização de um evento. Na mineração, de acordo com a Portaria MTb nº 1.085, de 18 de dezembro de 2018, no subitem 22.32.1 da NR-22: “Toda mina deverá elaborar, implementar e manter atualizado um Plano de Atendimento a Emergências [...]”. Esse plano deve incluir a identificação dos maiores riscos presentes, procedimentos para atuação da equipe de emergência, entre outras atividades voltadas para o correto funcionamento do sistema de emergência. O principal objetivo desse plano é minimizar os danos, principalmente perdas humanas e materiais.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um estudo de caso, realizado em uma empresa de mineração, situada em Minas Gerais, onde existia a necessidade de aperfeiçoar o controle e o sistema de atendimento de emergência. Para a implementação do aperfeiçoamento foram utilizadas diversas metodologias ligadas a melhoria contínua, como Ciclo PDCA, *kaizen*, Método SMART e 5 Porquês. O Ciclo PDCA foi o norteador do projeto, sua sigla é um acrônimo para *Plan, Do, Check and Act*, o ciclo busca, em 4 etapas interligadas, melhorar continuamente um processo ou produto. Além das ferramentas de qualidade, os indicadores de emergência: Tempo Resposta e Disponibilidade Física, serviram para analisar a maturidade e o desenvolvimento do trabalho.

Para a aplicação da melhoria desenvolvida neste projeto, foi realizado um estudo de bibliografia com diversas publicações e normas que abordam e definem os temas tratados. Em sequência, foi apresentada a aplicação prática, com o desenvolvimento do indicador de Prontidão Operacional, juntamente com os desafios enfrentados no processo. Por fim, é avaliada a diferença dos resultados obtidos no início do processo de medição com o alcançado no final, explicitando como as metodologias foram importantes na implementação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é otimizar o sistema de atendimento de emergência de uma empresa de mineração com a utilização da metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e filosofia *kaizen*. Para o desenvolvimento do estudo são considerados alguns indicadores-chave para a avaliação da eficiência do trabalho da equipe administrativa e de atendimento de emergência.

2.2 Objetivos Específicos

Para atender o objetivo principal foi preciso abordar os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver junto com a gerência objetivos e metas desafiadores, mas alcançáveis;
- Obter os tempos de deslocamento para cada área de atendimento;
- Obter os tempos de paramentação para cada tipo de ocorrência;
- Desenvolver método para coleta dos dados de maneira confiável;
- Orientar a equipe a respeito dos métodos e metas;
- Desenvolver *dashboard* para permitir a observação e análise dos dados;
- Analisar e buscar as causas para todos resultados que se encontravam abaixo do parâmetro;
- Solucionar as causas e replicar para outras unidades da empresa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a fundamentação bibliográfica deste trabalho foram abordadas metodologias amplamente utilizadas na gestão de organizações, sendo explicadas em detalhes, com a apresentação de seus conceitos fundamentais, objetivos e processos.

3.1 PDCA

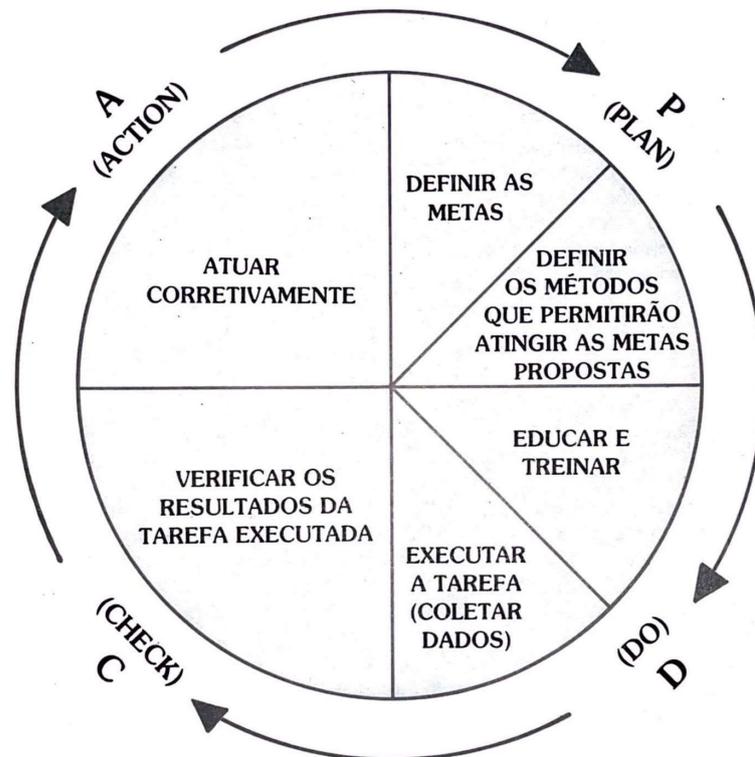
O Ciclo PDCA é uma metodologia de melhoria contínua amplamente utilizada para a gestão de organizações. O principal objetivo é promover melhorias e adaptações com intuito de tornar as companhias mais competitivas.

“A sobrevivência das empresas depende da sua capacidade de atender às necessidades dos clientes. Para isso, elas devem ser capazes de promover mudanças rápidas, pois essas também ocorrem no mundo globalizado.” (AGUIAR, 2002)

A abordagem do PDCA envolve a definição de objetivos, execução de ações, identificação de gargalos e implementação de melhorias visando resultados mais eficientes, para isso o Ciclo é dividido em quatro diferentes fases como apresentado em tópicos e figura:

- *Planejar (Plan)*: definir o objetivo geral do projeto, estabelecendo as metas e os meios para se atingir o resultado alvo. Para isso, é fundamental o desenvolvimento de um plano de ação com cronograma e indicadores a serem acompanhados.
- *Execução (Do)*: orientar as pessoas a respeito dos objetivos e planos definidos na fase anterior, executar o plano de ação sempre coletando dados para verificação do processo.
- *Verificação (Check)*: avaliar os dados e os resultados alcançados comparando-os com a meta estabelecida na primeira fase.
- *Atuação corretiva (Act)*: nesta etapa existem duas situações:
 - meta alcançada: estabelecer meios de manutenção dos resultados obtidos.
 - meta não alcançada: atuar visando a correção definitiva dos desvios de modo a evitar recorrência.

Figura 1: Ciclo PDCA



Fonte: FALCONI (1989)

3.2 Kaizen

Kaizen em uma tradução literal significa mudar para melhor, mas na realidade engloba todas as metodologias que buscam a melhoria contínua de uma organização. No final do século XX, passou a ser amplamente conhecida por ser o grande diferencial da indústria japonesa, principalmente por incluir todos os trabalhadores nas melhorias, desde gestores até trabalhadores manuais, e por se tornar uma filosofia de vida.

O *kaizen* tem a premissa de que pode ser aplicado em qualquer companhia do mundo, se seguidos os procedimentos corretos, gerando resultados positivos. De acordo com Masaaki Imai (1997), o gestor deve dominar os seguintes conceitos para aplicar a estratégia:

- *Kaizen* e gestão;
- Processo x Resultado;
- Ciclo PDCA/SDCA;
- Qualidade em Primeiro Lugar;
- Falar com Dados;

- O próximo processo é o cliente.

Partindo destes itens, o gerente deve servir de exemplo, aplicando e demonstrando otimizações de *kaizen* e incentivando o restante da equipe. Para a implementação é fundamental entender a seguinte divisão:

- manutenção: voltada para manter o nível padrão da tecnologia, gestão e operação com treinamentos e rotinas de disciplina.
- melhoria: elevar o nível padrão atual.

A melhoria de um processo pode ser classificada como inovação ou *kaizen*. A inovação é uma melhoria que envolve um grande investimento de recursos, podendo vir em forma de novas tecnologias e novos equipamentos. Já o *kaizen* é uma melhoria voltada para os esforços humanos, visando melhorar comunicação, trabalho em equipe, treinamentos, processos, disciplina, entre outros, gerando baixo custo e grande retorno a longo prazo.

3.3 Disponibilidade Física

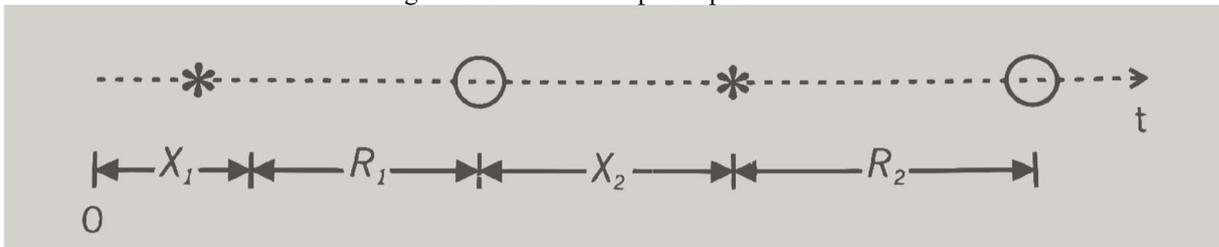
Equipamentos reparáveis são todos aqueles que sofrem manutenções ao longo da sua vida útil. As manutenções de equipamentos podem ser classificadas em:

- Corretivas: realizada quando se alcança o estado de falha do equipamento.
- Preventivas: realizada antes da falha do equipamento, são um conjunto de ações com intuito de aumentar a confiabilidade e preservar os componentes.

Para medir a eficiência das manutenções realizadas nos equipamentos é utilizada a disponibilidade, assim como citado por Fogliatto (2009): “A disponibilidade de equipamentos é um dos principais indicadores de confiabilidade utilizados em programas de manutenção.”.

Um equipamento está suscetível a períodos de operação e períodos de reparo não-desprezíveis, manutenções corretivas. Podem existir situações que o reparo é considerado desprezível, manutenções preventivas, momentos quando a disponibilidade será considerada 100%. É pressuposto que um equipamento fique indisponível em decorrência de falhas e reparos necessários, assim como apresentado na figura:

Figura 2: Linha do Tempo Disponibilidade



Fonte: FOGLIATTO (2009)

Em que $X(t)$ é uma variável que representa o estado do sistema, sendo $X(t) = 0$, equivalente a inoperância do sistema no tempo e $X(t) = 1$, o equipamento está operante. Já $R(t)$ corresponde ao tempo de reparo, sendo $R(t) = 1$ equivalente ao período de reparo.

A disponibilidade pode ser definida de diversas formas dependendo da necessidade do estudo ou aplicação. Neste caso é abordada a Disponibilidade Física: “Disponibilidade Física (DF) é a porcentagem do tempo que o equipamento está disponível para operar” (Cremosene, 2020). Para deixar claro como é realizado o cálculo da DF foi criada a equação:

Equação 1: Disponibilidade Física

$$\text{Disponibilidade Física} = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Tempo Disponível} + \text{Tempo em Manutenção}}$$

Se aplicarmos a figura 3-2 na equação obtemos o seguinte exemplo:

Equação 2: Exemplo Disponibilidade Física

$$DF = \frac{X1 + X2}{X1 + X2 + R1 + R2}$$

3.4 Tempo Resposta

É fundamental para a equipe de emergência atender as ocorrências de maneira mais rápida e eficiente possível, isso fica evidente na norma NBR 15219, no anexo F, F1: “Os chamados de resgate e/ou emergências médicas precisam ser atendidos o quanto antes, de forma a garantir a maior chance de sobrevivência da vítima [...]” e no F2: “Os chamados de incêndios precisam ser atendidos o quanto antes, para controlar o fogo o mais próximo do seu ponto de origem, de forma a reduzir a perda de vidas e danos materiais [...]”.

O Tempo Resposta (TR) é um indicador que observa “intervalo de tempo entre a comunicação de chamado para uma determinada equipe responsável pelo atendimento até a chegada desta no local da emergência” (NBR 15219, 2019). Esse tempo é subdividido em parametrização e deslocamento, que juntos compõem a TR:

- Tempo de paramentação: é o tempo necessário para que os bombeiros recebam o chamado da ocorrência e se organizem para o atendimento, seja vestindo a roupa ou pegando o material adequado. A meta pré-estabelecida varia de acordo com o tipo de ocorrência a ser atendida.
- Tempo de deslocamento: é o tempo que o bombeiro demora entre a saída da base até a chegada no local da ocorrência. O valor do tempo de deslocamento varia de acordo com o local da ocorrência e deve ser definido a partir de um estudo de simulação realizado para identificar o tempo que demanda para chegar em cada ponto pré-estabelecido.

O tempo resposta de uma ocorrência real deve ser comparado com o tempo obtido no estudo anterior, desse modo, para que o TR da ocorrência seja aderente é necessário que seja similar ou inferior ao valor obtido no estudo prévio. Por fim, é realizado um cálculo para obter o percentual de tempos aderentes determinando o índice de aderência de tempo resposta que é utilizado para avaliar o rendimento dos atendimentos:

$$\text{Índice Tempo Resposta} = \frac{\text{Equação 3: Tempo Resposta}}{\text{Índice Tempo Resposta}} = \frac{n^{\circ} \text{ de ocorrências aderentes}}{n^{\circ} \text{ total de ocorrências}}$$

Vale ressaltar que neste trabalho o tempo de latência, a demora de comunicação da central com a equipe de emergência, é desconsiderado.

3.5 SMART e Range

Para se alcançar um objetivo é fundamental criar um plano de ação bem detalhado e claro. Em novembro de 1981, George Doran empregou pela primeira vez o SMART na revista *Management Review*, essa é uma ferramenta empregada no planejamento e definição de metas e objetivos, visando facilitar e aumentar as chances de sucesso. De acordo com Scott (2014), a ferramenta exige que um plano de ação obedeça 5 pontos:

- Específico (Specific): a meta precisa ser específica para que seja possível compreender e trabalhar cada aspecto que é mencionado, podendo definir o exato momento em que todos os pontos da meta são alcançados.
- Mensurável (Measurable): a meta precisa ser mensurável para que seja possível entender a evolução que é feita ao longo do tempo e se as ações executadas estão gerando impacto positivo.

- Exequível (Attainable): a meta deve ser desafiadora e ao mesmo tempo exequível, para que a equipe se sinta motivada.
- Relevante (Relevant): a meta deve ser voltada para algo que realmente é importante, algo que fará diferença e que o resultado impacte no desempenho da organização.
- Tempo Determinado (Time-Bound): a meta deve ter prazo para ser concluída, tornando-a um desafio que demanda planejamento e não pode sair da rotina, caso contrário facilmente se dispersa.

Juntamente com esses pontos, é importante aplicar *ranges* para poder entender a maturidade que o projeto se encontra ao longo do tempo. De acordo com o Cambridge Dictionary, *range* do inglês corresponde à faixa, pode-se então determinar várias faixas de valores que correspondem a determinada evolução do processo, como por exemplo: sem implementação, em implementação e implementado.

4 APLICAÇÃO

Para alcançar o objetivo de otimizar o sistema de atendimento de emergências, foram aplicadas as metodologias de melhoria contínua, sendo a base do trabalho o PDCA. Este método norteou os procedimentos realizados na seguinte sequência: planejamento, execução, verificação e atuação corretiva.

4.1 Planejamento

Com intuito de aperfeiçoar um controle e o sistema de atendimento de emergência, foi proposto inicialmente o acompanhamento de dois indicadores chave para a área:

- **Tempo Resposta:** o indicador foi selecionado por ser de extrema importância para avaliar o sucesso do atendimento de uma ocorrência e leva em consideração os 3 veículos utilizados para este fim: ambulância, caminhão de bombeiros e caminhonete. Para análise dos tempos, foi realizado um estudo do tempo de paramentação de cada tipo de ocorrência e o tempo de deslocamento para cada local das minas, assim os tempos das ocorrências puderam ser comparados com os tempos ideais.
- **Disponibilidade Física:** o indicador de disponibilidade física medido para os equipamentos críticos utilizados em atendimentos de emergência, como por exemplo: desencarcerador e motosserra. A DF foi selecionada por ser fundamental que os equipamentos de emergência estejam em funcionando corretamente e disponíveis para que o atendimento seja bem-sucedido.

Para isso, desenvolveu-se um terceiro indicador denominado Prontidão Operacional (PO). Este tem a função de unificar o resultado dos dois anteriores. O cálculo proposto foi bastante simples e feito com base na fórmula:

$$\text{Equação 4: Prontidão Operacional}$$

$$\text{Prontidão Operacional} = \frac{\text{Disponibilidade Física} + \text{Índice Tempo Resposta}}{2}$$

Com o indicador definido, foi determinada uma meta para que pudesse avaliar e desafiar a equipe, visando otimizar o sistema. Criaram-se 4 ranges diferentes para a classificação: Abaixo, Mínimo, *Target* e Excepcional e cores para facilitarem a identificação.

Tabela 1: Ranges de resultados

Range	Percentual	Cor
Excepcional	$\geq 95\%$	Verde Escuro
Target	$\geq 90\%$	Verde
Mínimo	$\geq 85\%$	Amarelo
Abaixo	$< 85\%$	Vermelho

Por fim, com intuito de adequar o modelo ao método SMART, foi definido o prazo de acompanhamento de abril até 31 de dezembro de 2022, com o plano de obter ao final deste período a classificação excepcional.

4.2 Execução

Na etapa da execução, foram realizadas diversas ações com o intuito de implementar o desafio proposto, para que os indicadores pudessem ser mensurados e o acompanhamento iniciado. Algumas das atividades foram realizadas simultaneamente e serão apresentadas na seguinte ordem: estudo dos tempos ideais, implementação do formulário de cadastro de ocorrências, orientação das equipes e desenvolvimento dos dashboards.

4.2.1 Estudo dos tempos ideais

Para obter os tempos ideais de paramentação foi realizado um estudo simulado com cada cenário de ocorrência, a vestimenta e os equipamentos, observando as particularidades de cada base. A partir dessa prática, gerou-se um documento com os tempos ideais de paramentação, conforme apresentado na figura a seguir:

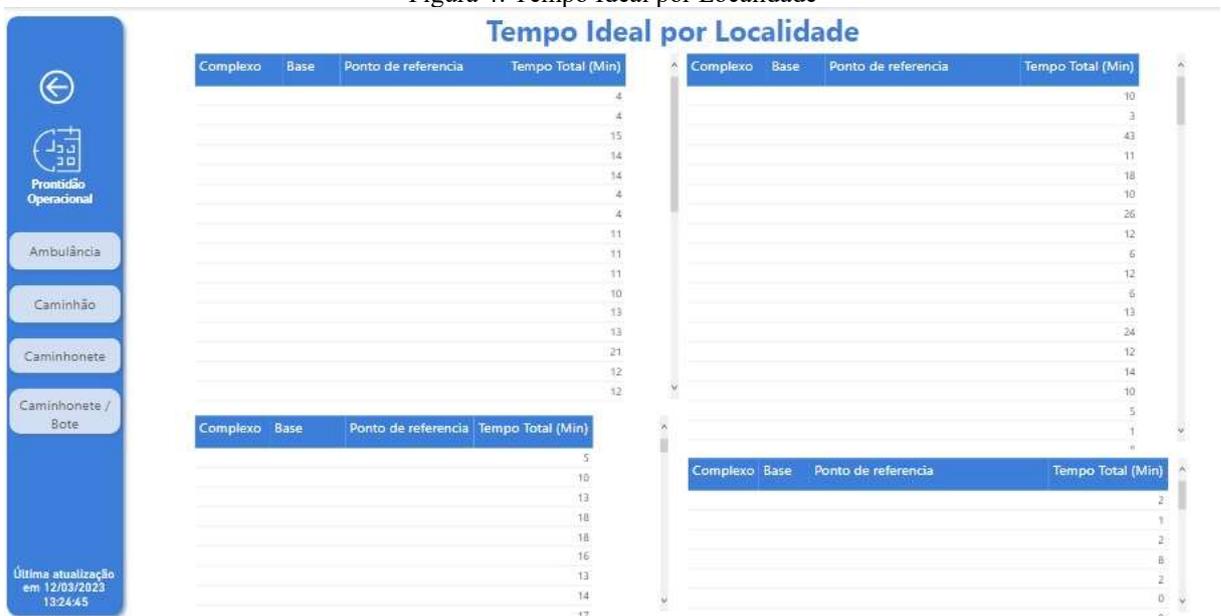
Figura 3: Excel de com os tempos ideais

	Mina 1				Mina 2				Mina 3			
	caminhão	Caminhonete	Ambul.	Caminho./bote	caminhão	Caminhonete	Ambul.	Caminho./bote	caminhão	Caminhonete	Ambul.	Caminho./bote
Incêndio Florestal	15min.	15 min.	NA	NA	15min.	NA	NA	NA	15min.	NA	NA	NA
Emergências Industrial	Altura/resgate vertical	5min.	5min	5min	NA	5min.	5min.	NA	5min.	NA	5min.	NA
	Espaço confinado	5min.	5min	5min	NA	5min.	5min.	NA	5min.	NA	5min.	NA
Ambiental	Resgate aquático	12min.	NA	12 min.	12min.	NA	12 min.	NA	12min.	NA	NA	NA
	Vazamento/ derramamento produto Químico	5min.	5min	5min	NA	5min.	NA	NA	5min.	NA	NA	NA
Atendimento Clínico	Fonte radioativa	5min.	5min	5min	NA	5min.	NA	NA	5min.	NA	NA	NA
	Vazamento de gases	5min.	5min	5min	NA	5min.	NA	NA	5min.	NA	NA	NA
COVID	NA	NA	3min	NA	NA	NA	3min	NA	NA	3min	NA	NA
Incêndio	5min.	5min	NA	NA	5min.	NA	5min.	NA	5min.	NA	NA	NA

Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Para obtenção do tempo ideal de paramentação foram mapeadas cada mina individualmente, dividindo-as em diversos pontos de referência, seguido por um simulado de atendimento de ocorrência em cada uma dessas áreas. A partir desse exercício, obtiveram-se as informações de quilometragem e tempo gastos para chegar ao local com cada um dos três veículos observados. Por fim, foi calculado o tempo de deslocamento ideal, em minutos, conforme apresentado na figura a seguir:

Figura 4: Tempo Ideal por Localidade



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

4.2.2 Implementação do formulário de cadastro das ocorrências

Com o objetivo de tornar a coleta e atualização de dados o eficiente, foi implementado a princípio um formulário com o uso da aplicação Microsoft Forms e em sequência desenvolvido um aplicativo com o Power Apps, apresentado na figura:

Figura 5: Formulário de Atendimento A Emergência

RELATÓRIO DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIA

Complexo:

Base:

Atendimento:

Time:

Nome:

E-mail:

Data:

Fonte: Power Apps de Riscos e Emergências

Este relatório é preenchido pela equipe responsável pelo atendimento da ocorrência em até 1 plantão posterior, até 2 dias corridos. Entre as diversas informações que são coletadas nesse formulário, existem dados das horas e quilometragem do veículo em que a equipe:

- Recebeu o chamado
- Saiu da base em direção ao local da ocorrência
- Chegou no local da ocorrência
- Iniciou o atendimento da ocorrência
- Saiu do local da ocorrência
- Chegou em local de atendimento externo (se caso for necessário)
- Retornou a base

A partir desses dados, são realizados os cálculos do tempo de paramentação, tempo de deslocamento e por fim o tempo resposta da ocorrência definindo se a ocorrência foi aderente ao tempo ideal ou não. Por meio do Microsoft Power Automate, todos os dados gerados são enviados via e-mail para o bombeiro responsável pelo preenchimento, engenheiro responsável e também para um banco de dados que fica disponível no Microsoft SharePoint.

4.2.3 Orientação das equipes

Seguindo os ideais do PDCA foram realizados alinhamentos entre as equipes administrativa e operacional a respeito da meta estipulada e a importância do preenchimento das informações. Para isso foram realizados diversos fóruns no Microsoft Teams, treinamentos presenciais e e-mails de acompanhamento diário. A partir disso, foi desenvolvido uma cultura a respeito da importância de manter os dados fiéis e atualizados, permitindo uma análise precisa das informações geradas.

4.2.4 Desenvolvimento dos dashboards

Dashboards são painéis que trazem informações importantes de forma objetiva, permitindo a tomada de decisões e identificação de gargalos. Para facilitar a etapa de verificação das informações na fase seguinte, foram desenvolvidos *dashboards* no Microsoft Power BI que foram disponibilizados para toda a equipe.

Para o desenvolvimento do painel, foi de fundamental importância a garantia de obtenção de dados confiáveis e instantâneos. Para isso, foram obtidas informações de duas fontes diferentes:

- Tempo Resposta: para o cálculo da TR os dados foram obtidos diretamente do banco de dados que é alimentado automaticamente após o preenchimento do formulário de atendimento de ocorrência.
- Disponibilidade Física: para o cálculo da DF os dados foram obtidos por uma planilha no Microsoft SharePoint que é atualizada sempre que um equipamento entra apresenta falha ou vai para a manutenção.

O painel gerado permite a visualização dos três indicadores na página inicial, com a divisão feita por complexo. Como apresentado na figura:

Figura 6: Dashboard Sistema de Emergência



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Caso seja necessário, ao clicar no botão visão diária, é possível observar a evolução dos indicadores através dos dias e dos meses. Como apresentado na figura a seguir:

Figura 7: Dashboard Sistema de Emergência Visão Diária



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Existem ainda dashboards que apresentam os indicadores de Disponibilidade Física ou Tempo Resposta ao longo do tempo e por equipamento, como apresentado na figura a seguir:

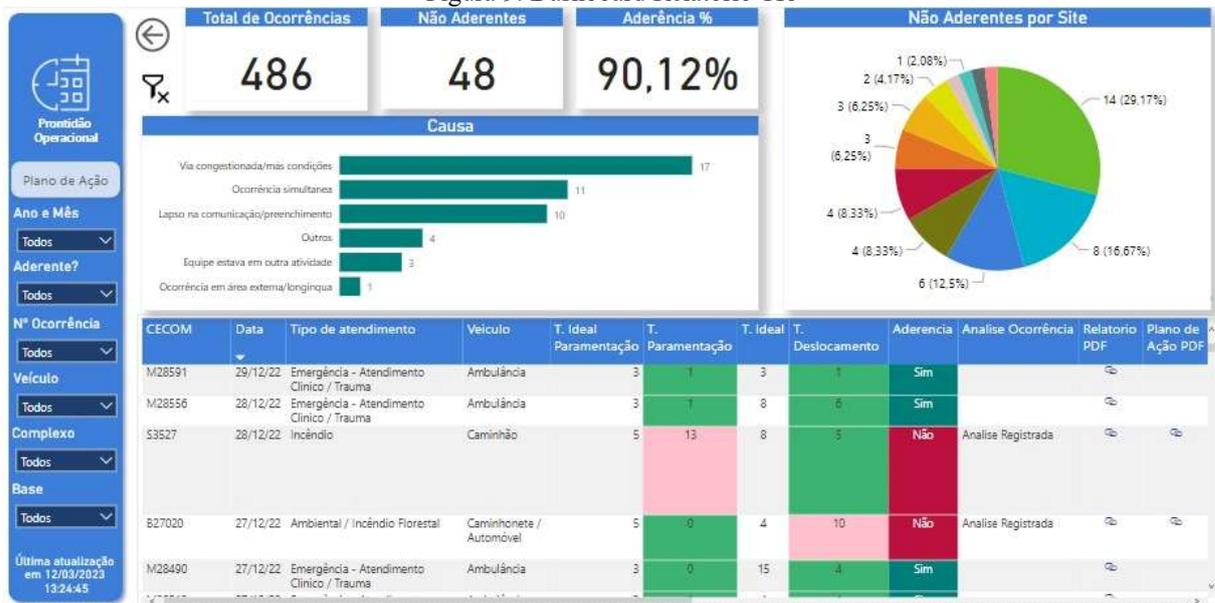
Figura 8: Dashboard Tempo Resposta



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Por fim, é possível visualizar ainda o relatório detalhado da disponibilidade física, indicando quais equipamentos estão disponíveis, quais estão em manutenção e os prazos previstos, e o de tempo resposta que apresenta informações como código do CECOM, data e hora da ocorrência, complexo, site, ponto de referência, tempos realizados, tempos ideais entre outros. Essas informações possibilitam encontrar as falhas e corrigir as fragilidades.

Figura 9: Dashboard Relatório TR



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

4.3 Verificação

Na etapa de verificação iniciou-se o acompanhamento dos indicadores e avaliação do resultado perante aos valores de meta traçados. Esse procedimento começou a ser realizado em uma reunião semanal com os engenheiros responsáveis, bombeiros líderes e analistas. O grupo iniciava o comitê avaliando os indicadores e na sequência focava nos pontos de atenção, principalmente nos Tempos Resposta não aderentes, buscando entender a causa que motivou a não aderência. Para facilitar a identificação das falhas e corrigir com mais agilidade foram desenvolvidas duas atividades: justificativa de não aderência e a análise dos 5 porquês.

4.3.1 Justificativa da não aderência ao tempo resposta

Com intuito de entender melhor a razão das não aderências aos tempos pré-estabelecidos para o atendimento, foi criado um formulário que força a equipe responsável pela ocorrência indicar falhas ou imprevistos que atrapalharam o processo.

4.3.2 Análise dos 5 porquês

Após a justificativa da não aderência ao tempo resposta, a ocorrência é levada aos analistas e engenheiros de ponta, responsáveis pelas equipes de emergência. Nesta fase, é realizada uma análise da justificativa da não aderência juntamente com a análise dos 5 porquês. “Essa técnica consiste na repetição da pergunta “Porquê?”, diante da questão a ser aprofundada no processo com defeito ou problema e, com ela, torna-se ainda mais fácil chegar à causa raiz do problema com clareza, onde perguntamos 5 vezes o motivo de seu acontecimento.” (Silva, 2020).

Após realizado os 5 porquês e identificada a causa raiz, é montado um plano de ação para evitar que essa causa ocasione outra perda. Por fim, as ações são replicadas para todas as bases, se cabível, com intuito de evitar que outras minas sofram com a mesma falha. A seguir a figura exemplifica o plano de ação que é gerado.

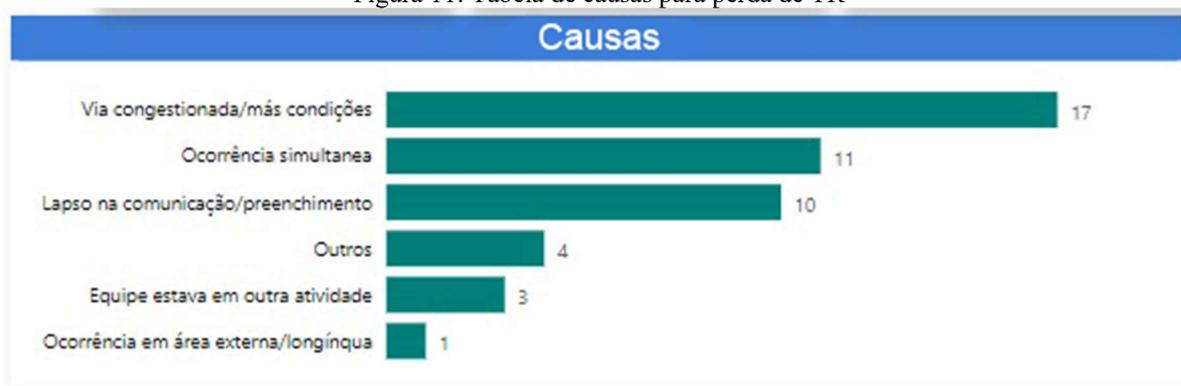
Figura 10: Relatório de não aderência TR

COMPLEXO/SITE	CODIGO DA OCORRENCIA	DATA	TIPO DA OCORRENCIA	VEÍCULO	ID-SAP	
Complexo 1	B28405	03/02/2023	Ambiental / Incêndio Florestal	Ambulância		
PILAR	KPI	ORIENT.	TIPO	TEMPO OCORRIDO	TEMPO IDEAL	GAP / LACUNA
Produtividade	Aderência ao TR	↑	Deslocamento	9	5	4
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA						
1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ		

Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Após a conclusão das análises, as causas das perdas de tempo resposta foram categorizadas em seis diferentes classes de maneira genérica, resultando no gráfico que é apresentado na imagem a seguir:

Figura 11: Tabela de causas para perda de TR



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Além dos gargalos identificados para o indicador TR, foi realizado um estudo para entender qual era o principal motivo que não permitia a Disponibilidade Física alcançar valores maiores. Ao analisar os equipamentos que abaixavam o índice, definiu-se que a causa principal era longo período para a manutenção dos equipamentos à combustão e eletricidade. Estes, normalmente importados, exigiam um tempo de reparo médio de 120 dias, o que impactava diretamente na meta.

4.4 Atuação Corretiva

A fase de atuação corretiva é extremamente importante, pois é onde são implementadas as melhorias que permitem o desenvolvimento da organização. No início das medições foi identificado que seria necessário atuar visando a correção de desvios, visto que o indicador

estava abaixo da meta. Seguindo o princípio da filosofia *kaizen* toda a equipe foi encorajada a propor e desenvolver otimizações da rotina e, principalmente, soluções para as causas identificadas na etapa anterior. A partir dessas metodologias foram desenvolvidas diversas melhorias que foram apresentadas a seguir:

4.4.1 Via Congestionada / Más condições

Em uma mineração é comum o desgaste excessivo das vias pelo alto fluxo de equipamentos de grande porte, além das alterações rotineiras de rotas pela realização de manutenções, para extinções de riscos, mudança da frente de lavra entre outros motivos. Como consequência, as equipes de emergência, que já possuíam uma rota padrão para o atendimento de certo ponto de referência se vê obrigada a alterar a rota ou esperar sua liberação, gerando um tempo de resposta acima do planejado.

Para evitar essa situação foram propostas duas ações:

- Incentivar os bombeiros a pensarem e treinarem rotas alternativas para casos de imprevistos.
- Aumentar a sinergia entre a operação, infraestrutura e equipe de bombeiros para dar preferência aos veículos de emergência em casos de ocorrências. Para isso foi sugerido a realização de DSS e fóruns com as lideranças.

4.4.2 Ocorrência Simultânea

Ao longo da fase de checagem, foi identificado que uma determinada base, sofria com um alto número de ocorrências que simultâneas, principalmente durante o período diurno, quando mais pessoas estão presentes nas suas instalações. Dependendo de sua gravidade, no caso de uma ocorrência simultânea, o CECOM pode esperar que a equipe de resgate termine o atendimento que está acontecendo ou acione uma equipe de uma mina próxima, fazendo com que o atendimento seja não aderente à TR.

Com o objetivo de reduzir a simultaneidade e o tempo que seria gasto para realizar o atendimento, foi proposto o aumento do efetivo de bombeiros e a contratação de mais uma ambulância para a mina. Assim, com duas equipes em plantão as situações críticas seriam atendidas.

4.4.3 Lapso na comunicação / Preenchimento

Para essa causa foram identificados dois grandes problemas: a falha na comunicação entre o solicitante, central e bombeiros e o alto número de erros no preenchimento do formulário de ocorrência.

➤ Comunicação com a central

A comunicação entre a equipe de atendimento de emergência e o CECOM é realizada através de rádios, que muitas vezes apresentam ruídos e por isso dificuldade de entendimento. Também é comum que os solicitantes, os quais iniciam o chamado da ocorrência, não terem total conhecimento para determinar com precisão o local onde a ocorrência se encontra.

Visando otimizar as comunicações foram realizados treinamentos e definida uma nova forma de comunicação entre a equipe de bombeiros e com os atendentes do CECOM tornando-a mais clara e eficaz. Além disso, os atendentes foram direcionados a captarem o máximo de informações possíveis, obtendo dicas e características do local, o que facilita a identificação para a equipe de resgate.

➤ Preenchimento do relatório de ocorrência

Ao iniciar o processo de medição foi identificado um alto número de erros no preenchimento do relatório de ocorrências através do Microsoft Forms, principalmente a troca de datas e quilometragens.

Para reverter essa situação foi desenvolvido um aplicativo no *software* Microsoft Power Apps, no qual foram introduzidas diversas validações de dados que impedem erros no preenchimento do relatório, apresentado na figura 4-3. Dessa forma, as falhas recorrentes provenientes do preenchimento de informações foram eliminadas.

4.4.4 Outros

Além dos problemas recorrentes, foram identificadas outras causas para quais poderiam ser propostas melhorias:

➤ Definição da área das ocorrências

As minas foram divididas em um grande número de diferentes áreas para que o tempo resposta seja o mais condizente possível com a realidade. Como consequência das várias possibilidades, as equipes de atendimento, que são responsáveis pelo preenchimento da

ocorrência, passaram a enfrentar dificuldade em definir a área precisa onde foram realizados os procedimentos. Para eliminar essa falha, as equipes foram treinadas e orientadas, além de realizarem o mapeamento das áreas para se familiarizarem. Posteriormente, os profissionais iniciaram um trabalho de identificação e mapeamento de locais remotos pertencentes à mineradora, de modo a conhecer melhor todo espaço onde possam ocorrer chamados de eventos.

➤ Paramentação em ocorrências de incêndios florestais

O período de maio até outubro é marcado pela seca no estado de Minas Gerais, uma consequência direta desse fator é o aumento da frequência e intensidade das queimadas. Para o combate a incêndios florestal as equipes são obrigadas a utilizarem um macacão especial, o que acarreta um aumento do tempo de paramentação e como consequência direta perda da aderência ao tempo resposta.

Com intuito de reduzir o tempo de atendimento e manter a aderência ao tempo resposta, foi adotada a prática do uso do macacão de combate a incêndios florestais ao longo do plantão, durante o período de seca. Dessa forma, a equipe responsável pelo atendimento não terá que trocar de uniforme com uma redução significativa no tempo final.

➤ Distância para Busca do Kit Ambiental

Foi identificado uma recorrência nas perdas de tempo de paramentação em ocorrências ambientais em uma determinada base. Após análise realizada, percebeu-se que a causa era a necessidade de buscar os kits de emergência ambiental no galpão, distante da base de emergência.

De modo a reduzir o tempo de paramentação e agilizar o tempo resposta das equipes de emergência, foram posicionados os kits ambientais ao lado da base de emergência, facilitando a paramentação das equipes e otimizando os atendimentos.

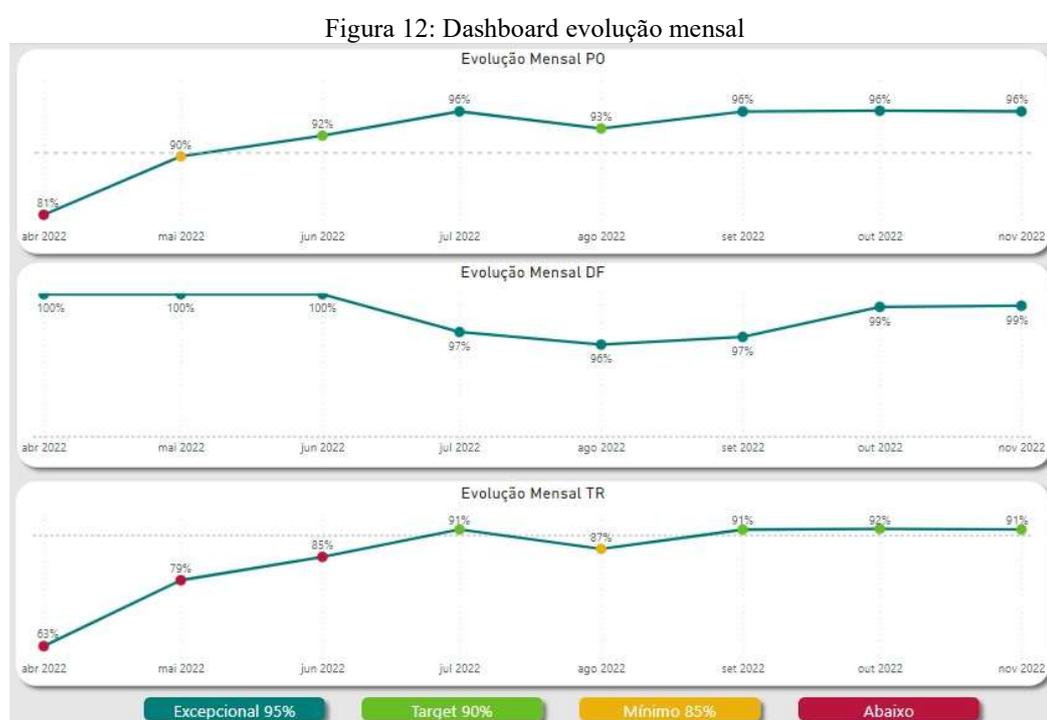
4.4.5 Manutenção dos equipamentos de emergência

As manutenções corretivas, quando o equipamento apresenta falha em seu funcionamento, impactavam diretamente no indicador de disponibilidade física, principalmente, por não haver nenhum tipo de contrato de manutenção corretiva firmado. O prazo médio para o retorno do equipamento era de 120 dias, por haver peças importadas e a empresa parceira não estar prevendo atender a esta demanda.

Para reduzir o tempo de manutenção e aumentar o percentual de DF, foi firmado um contrato de manutenção com empresa especializada e determinado o prazo para retorno do equipamento de até 20 dias.

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

O desenvolvimento do processo de uma maneira que a equipe não estava familiarizada foi desafiador para todos, a implementação das tecnologias para tornar os procedimentos automatizados e online precisou de um período de adaptação. No primeiro mês de medição, em abril de 2022, a Prontidão Operacional alcançou 81%, sendo 63% de Tempo Resposta e 100% de Disponibilidade Física, o que atingiu o range abaixo. Ao longo dos meses, atuando corretivamente nos desvios, pode-se elevar o nível do trabalho executado, alcançando em novembro de 2022 uma PO de 96%, uma melhoria de 15% se comparado ao valor inicial. A figura e tabela a seguir apresentam os resultados obtidos:



Fonte: Power BI de Riscos e Emergências

Tabela 2: Resultados dos indicadores comparados entre abril e novembro

Indicadores	Abril/22	Novembro/22	Diferença
Prontidão Operacional	81%	96%	15%
Disponibilidade Física	100%	99%	-1%
Tempo Resposta	63%	91%	28%

6 CONCLUSÃO

Com a aplicação do ciclo PDCA visando a otimização do sistema de emergência, foi possível determinar uma meta, desenvolver indicadores e um método sólido para acompanhar e analisar o nível de atuação da equipe e suas variações ao longo do ano. É de extrema importância ressaltar a identificação de problemas e a implementação de melhorias que esse sistema permitiu aplicar.

O SMART permitiu a criação de um plano de ação realista e ao mesmo tempo desafiador, aumentando as chances de sucesso. A propagação da filosofia *kaizen* incentivou a atuação de todos colaboradores no processo de otimização, o que gerou novas ideias, com baixo custo e que somadas resultaram numa melhora significativa do desempenho.

Após o fim do período de medição, fica evidente a efetividade que as ferramentas de qualidade têm quando aplicadas de maneira correta. É importante ressaltar que após obtido o resultado planejado é fundamental atuar corretivamente visando a manutenção dos resultados e novas oportunidades de melhoria. Por isso, foram propostos novos desafios para o ano de 2023:

- Reestruturação do TR visando diminuir o tempo de deslocamento
- Realizar mapeamento e simulação de novos pontos de referência para tornar o estudo ainda mais completo
- Incluir perguntas sobre a qualidade do atendimento no relatório de ocorrências
- Elevar o desafio de disponibilidade física para 100%

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Vol 1. Nova Lima. INDG TecS, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15219: Plano de emergência contra incêndios – Requisitos e procedimentos. ABNT, 2019.

Cambridge Dictionary. Cambridge University Press, 2023. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/translate/>>. Acesso em 20/01/2023.

CAMPOS, Vicente Falconi. Gerência da Qualidade Total: Estratégia para Aumentar a Competitividade da Empresa Brasileira. Belo Horizonte. Bloch Editores S.A, 1989.

FOGLIATTO, F. S. RIBEIRO, J. L. Confiabilidade e Manutenção Industrial. Rio de Janeiro. Elsevier, 2009.

IMAI, Masaaki. GEMBA KAIZEN A Commonsense, Low-Cost Approach to Management. Nova Iorque. McGraw-Hill, 1997.

SCOTT, S. J. METAS em palavras simples: 10 pasos para dominar sus metas personales y profesionales. Babelcube, 2014.

Secretaria de Trabalho. NR – 22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. gov.br. 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/participamaisbrasil/consulta-publica-nr-22>> Acesso em 18/03/2023.

SILVA, Robson. 5 Porquês: Técnica de análise e Solução de Problemas. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/5-porqu%C3%AAs-whys-t%C3%A9cnica-de-an%C3%A1lise-e-solu%C3%A7%C3%A3o-problemas-robson-silva/?originalSubdomain=pt>> Acesso em 22/01/2023.