



**UFOP**

Universidade Federal  
de Ouro Preto

**Universidade Federal de Ouro Preto  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Departamento de Computação e Sistemas**

**Reengenharia de Processos no  
Desenvolvimento de um Aplicativo  
para Gestão de Eventos de Segurança  
em uma Mineradora**

**Matheus Fernandes Gomes**

**TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO**

**ORIENTAÇÃO:**

Darlan Nunes de Brito

**COORIENTAÇÃO:**

Sergio Evangelista Silva

**Agosto, 2025**

**João Monlevade–MG**

**Matheus Fernandes Gomes**

**Reengenharia de Processos no Desenvolvimento  
de um Aplicativo para Gestão de Eventos de  
Segurança em uma Mineradora**

Orientador: Darlan Nunes de Brito

Coorientador: Sergio Evangelista Silva

Monografia apresentada ao curso de Engenharia da  
Computação do Instituto de Ciências Exatas e Apli-  
cadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como  
requisito parcial para aprovação na Disciplina “Traba-  
lho de Conclusão de Curso II”.

**Universidade Federal de Ouro Preto**

**João Monlevade**

**Agosto de 2025**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

G633r Gomes, Matheus Fernandes.  
Reengenharia de processos no desenvolvimento de um aplicativo  
para gestão de eventos de segurança em uma mineradora. [manuscrito]  
/ Matheus Fernandes Gomes. - 2025.  
63 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Darlan Nunes Brito.  
Coorientador: Prof. Dr. Sergio Evangelista Silva.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de  
Computação .

1. Fluxo de trabalho - Automação. 2. Processo decisório. 3.  
Reengenharia (Administração) - Sucesso nos negócios. 4. Segurança nas  
minas. 5. Software de aplicação - Desenvolvimento. 6. Software - Testes.  
7. Software - Validação. I. Brito, Darlan Nunes. II. Silva, Sergio  
Evangelista. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 004.41:658

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



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Matheus Fernandes Gomes**

**Reengenharia de Processos no Desenvolvimento de um Aplicativo para Gestão de Eventos de Segurança em uma Mineradora**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de computação

Aprovada em 03 de setembro de 2025

### Membros da banca

Prof. Dr. Darlan Nunes de Brito - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva - Coorientador (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Profa. Dra. Gilda Aparecida de Assis (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Prof. Dr. Alexandre Magno de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)

Darlan Nunes de Brito, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/09/2025



Documento assinado eletronicamente por **Darlan Nunes de Brito, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 17/09/2025, às 20:25, 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](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0980259** e o código CRC **OBCBA1DE**.

# Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, fonte inesgotável de sabedoria, força e esperança. Foi Ele quem me sustentou nos momentos de incerteza, fortaleceu minha fé diante dos desafios e iluminou o caminho até a conclusão desta etapa tão importante da minha vida. Sem Sua presença, nada disso seria possível.

Em segundo lugar, expresso minha profunda gratidão à minha família, meu alicerce e inspiração constante. A paciência, o amor e o apoio incondicional de cada um foram fundamentais para que eu perseverasse, mesmo diante das dificuldades. Cada conquista minha carrega um pedaço de vocês.

Aos professores, registro meu sincero agradecimento pelo conhecimento compartilhado, pela dedicação no ensino e pela orientação ao longo dessa jornada. Suas contribuições foram essenciais não apenas para minha formação acadêmica, mas também para meu crescimento pessoal e profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa caminhada: muito obrigado!

*“And be a simple kind of man, Be something you love and understand.”*

— Lynyrd Skynyrd,  
*in: Simple Man (1973).*

# Resumo

A mineração é uma atividade de alta complexidade operacional e riscos significativos à segurança dos trabalhadores. A gestão de eventos de segurança, nesse contexto, é um fator crítico para prevenir acidentes, reduzir custos e garantir a continuidade das operações. Entretanto, muitos processos ainda são realizados de forma manual e fragmentada, o que gera atrasos na resposta a incidentes, falhas na comunicação e dificuldade em consolidar informações estratégicas. Diante desse cenário, torna-se essencial aplicar métodos de reengenharia de processos aliados a tecnologias digitais para transformar a forma como a segurança operacional é monitorada e gerida. Este trabalho apresenta a aplicação da Reengenharia de Processos de Negócio (BPR), aliada aos conceitos da engenharia da computação, no desenvolvimento de um aplicativo voltado à gestão de eventos de segurança em uma mineradora. A solução foi implementada utilizando ferramentas da Microsoft Power Platform (Power Apps, Power Automate, Power BI e SharePoint), com o objetivo de automatizar fluxos de trabalho, padronizar relatórios e gerar indicadores estratégicos. A metodologia envolveu o mapeamento do processo atual, o redesenho com base na automação, o desenvolvimento do aplicativo, testes e validação com usuários, além da análise dos impactos operacionais. Os resultados demonstraram ganhos significativos: redução de até 83% no tempo de cadastro de eventos, 93% no tempo de resposta dos gestores, além da eliminação de retrabalho, do aumento da confiabilidade das informações e melhoria na governança e segurança operacional. A aplicação prática da BPR, aliada a tecnologias low-code, mostrou-se eficaz para transformar a gestão de segurança na mineração, oferecendo um modelo replicável e sustentável.

**Palavras-chave:** Reengenharia de Processos de Negócio (BPR). Microsoft Power Platform. Tomada de Decisão Baseada em Dados. Gestão por Processos.

# Abstract

Mining is an activity characterized by high operational complexity and significant risks to workers' safety. Safety event management, in this context, is a critical factor to prevent accidents, reduce costs, and ensure operational continuity. However, many processes are still performed manually and in a fragmented manner, which generates delays in incident response, communication failures, and difficulties in consolidating strategic information. In this scenario, it becomes essential to apply business process reengineering methods combined with digital technologies to transform how operational safety is monitored and managed. This work presents the application of Business Process Reengineering (BPR), combined with concepts from computer engineering, in the development of an application aimed at managing safety events in a mining company. The solution was implemented using Microsoft Power Platform tools (Power Apps, Power Automate, Power BI, and SharePoint), with the objective of automating workflows, standardizing reports, and generating strategic indicators. The methodology involved mapping the current process, redesigning it based on automation, developing the application, conducting user testing and validation, and analyzing operational impacts. The results demonstrated significant improvements: up to 83% reduction in event registration time, 93% reduction in manager response time, elimination of rework, increased data reliability, and enhanced governance and operational safety. The practical application of BPR, combined with low-code technologies, proved effective in transforming safety management in mining operations, offering a replicable and sustainable model.

**Key-words:** Business Process Reengineering (BPR). Microsoft Power Platform. Data-Driven Decision Making. Process Management.

# Lista de figuras

Figura 1 – Fluxo antigo do processo. . . . .	23
Figura 2 – Primeiro modelo do fluxo do aplicativo (TO BE - Versão inicial). . . . .	27
Figura 3 – Fluxograma do aplicativo final (TO BE - Versão revisada). . . . .	28
Figura 4 – Tela Inicial do aplicativo. . . . .	30
Figura 5 – Tela de cadastro do evento (formulário inicial). . . . .	31
Figura 6 – Campos adicionais exibidos em caso de excesso de velocidade. . . . .	32
Figura 7 – Envio de cadastro. . . . .	32
Figura 8 – Relatório HTML/CSS. . . . .	33
Figura 9 – Fluxo de envio. . . . .	34
Figura 10 – Sem parecer pendente. . . . .	35
Figura 11 – Parecer pendente. . . . .	36
Figura 12 – Tela de gerenciamento com filtros por status e gerência. . . . .	37
Figura 13 – Relatório gerado. . . . .	38
Figura 14 – Relatório gerado. . . . .	39
Figura 15 – Pendente avaliação. . . . .	40
Figura 16 – Pendente ID. . . . .	41
Figura 17 – Evento concluído. . . . .	42
Figura 18 – Dashboard do Power BI. . . . .	44
Figura 19 – Duração do envio de um evento. . . . .	48
Figura 20 – Duração por tarefa de um envio de evento. . . . .	48
Figura 21 – Duração do envio de um parecer do evento. . . . .	49
Figura 22 – Duração por tarefa de um envio de parecer do evento. . . . .	49
Figura 23 – Duração por tarefa de um envio de conclusão do evento. . . . .	50
Figura 24 – Duração do envio da conclusão do evento. . . . .	50
Figura 25 – Fluxo de implantação. . . . .	53
Figura 26 – Comparativo entre processos. . . . .	55
Figura 27 – Comparativo entre processos. . . . .	57
Figura 28 – Resultados finais. . . . .	60

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Classificação de Eventos de Segurança. . . . .	24
Tabela 2 – Solução de Problemas. . . . .	46
Tabela 3 – Comparativo de Prazos por Etapa. . . . .	54
Tabela 4 – Análise Comparativa de Métodos Operacionais. . . . .	58

# Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	Application Programming Interface
BPM	Business Process Management
CCM	Centro de Controle e Monitoramento
CCO	Centro de Controle Operacional
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
FUP	Follow-up
HTML	HyperText Markup Language
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PJ	Pessoa Jurídica
PLR	Participação nos Lucros e Resultados
POC	Prova de Conceito
SQL	Structured Query Language
SLA	Service Level Agreement
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
min	Minutos
Dia útil	Unidade de tempo de trabalho
% de excesso	Percentual de velocidade acima do limite

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	Motivação e Justificativa	13
1.2	Definição do Problema	14
1.3	Objetivo Geral e Específicos	14
1.4	Resultados e Contribuições	15
1.5	Estrutura da Monografia	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1	Processos de negócio e reengenharia de processos de negócio	16
2.2	Segurança do trabalho e ergonomia	16
2.3	Arquiteturas tecnológicas para a reengenharia de processos	17
2.4	Tecnologias utilizadas no projeto	18
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>19</b>
3.1	Apresentação do processo vigente (AS-IS)	21
3.1.1	Levantamento e análise do processo atual	21
3.2	Apresentação do processo reestruturado (TO-BE)	26
3.2.1	Definição da solução e escolha das tecnologias	27
3.3	Revisão funcional do fluxo TO-BE	28
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO</b>	<b>30</b>
4.1	Cadastro de eventos	30
4.2	Fluxo de envio de e-mails	34
4.3	Tela de parecer do gestor	34
4.4	Tela de gerenciamento	36
4.5	Gestão de dados com SharePoint e Power BI	42
<b>5</b>	<b>COMPARAÇÃO DAS ARQUITETURAS TECNOLÓGICAS</b>	<b>45</b>
5.1	Arquitetura do processo sem o aplicativo	45
5.2	Arquitetura do processo reestruturado (com o aplicativo)	45
<b>6</b>	<b>TESTES E VALIDAÇÕES</b>	<b>47</b>
6.1	Testes unitários com Power Apps	47
6.2	Análise e percepções	51
<b>7</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DOS RESULTADOS</b>	<b>52</b>
7.1	Implantação oficial da solução	52

7.2	Monitoramento de indicadores . . . . .	53
7.3	Análise da reengenharia e identificação de melhoria . . . . .	54
8	<b>CONCLUSÃO</b> . . . . .	56
8.1	Análise comparativa da eficiência do novo processo com o modelo anterior . . . . .	56
8.2	Métricas: redução no tempo de resposta, melhoria na confiabilidade das informações, impactos na segurança e gestão operacional. . . .	58
8.3	Conclusões do estudo e recomendações para aprimoramentos contínuos. . . . .	61
8.4	Conclusão . . . . .	61
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	63

# 1 INTRODUÇÃO

A mineração e o beneficiamento do minério de ferro constituem processos complexos, que envolvem o transporte de cargas e pessoas entre diversas plantas e setores operacionais. Para essas atividades, emprega-se uma ampla gama de veículos, como caminhões de grande porte, utilitários e equipamentos especializados. Diante dos riscos inerentes a tais operações e da necessidade de um controle de segurança eficaz, torna-se essencial garantir que os motoristas estejam em condições ideais de condução, a fim de atender aos critérios normativos e preservar a integridade física de todos os envolvidos. Nesse contexto, destaca-se a Norma Regulamentadora nº 22 (NR-22), que estabelece diretrizes específicas para a organização do ambiente de trabalho em atividades mineradoras, com o objetivo de promover, de forma contínua, a segurança e a saúde dos trabalhadores do setor.

O cenário da segurança viária, mesmo em ambientes controlados como os das mineradoras, é preocupante. Segundo dados do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação ([Ministério dos Transportes, Portos e Aviação, 2025](#)), 53,7% dos acidentes de trânsito no Brasil decorrem de negligência ou imprudência dos motoristas, sendo 30,3% por desrespeito às leis de trânsito e 23,4% por falta de atenção. Esses dados, quando aplicados ao contexto minerador, evidenciam a vulnerabilidade das operações e a necessidade de medidas preventivas eficazes. Casos reais, como o acidente relatado pelo jornal [O Liberal \(2024\)](#), no qual um motorista perdeu o controle de um caminhão em operação e faleceu, demonstram o impacto humano e organizacional da ausência de processos mais robustos de monitoramento e controle.

## 1.1 Motivação e Justificativa

A gestão da segurança operacional em mineradoras enfrenta desafios que comprometem a confiabilidade das informações e a eficácia das ações preventivas. Entre os principais problemas estão: a demora na resposta a eventos críticos, a dificuldade de consolidar informações em tempo real, a falta de padronização nos registros, a duplicidade de dados e a burocracia excessiva nos formulários ([OLIVEIRA; SANTOS, 2024](#)). Esses gargalos não apenas aumentam os riscos de acidentes, mas também dificultam a análise de tendências e a proposição de melhorias.

Além dos impactos humanos, acidentes e falhas de gestão geram custos financeiros elevados, paralisações, indenizações e prejuízos à imagem institucional. Em um cenário de crescente pressão por sustentabilidade e eficiência, torna-se essencial adotar soluções que aliem segurança, inovação tecnológica e governança. Nesse sentido, a Reengenharia de

Processos de Negócio (Business Process Reengineering — BPR) emerge como alternativa estratégica ao propor o redesenho radical de processos para alcançar ganhos expressivos em desempenho, qualidade e segurança (HAMMER, 1990; DAVENPORT; SHORT, 1990). Paralelamente, a ascensão das plataformas de *low cod*, como a Microsoft Power Platform, viabiliza a implementação ágil de soluções digitais, com automação de fluxos de trabalho e integração de dados, favorecendo maior transparência, confiabilidade e agilidade no tratamento de eventos.

## 1.2 Definição do Problema

O processo manual de gestão de eventos de segurança em mineradoras, ainda predominante, apresenta limitações críticas que comprometem a eficiência e a confiabilidade das informações. Entre as principais deficiências identificadas estão:

- lentidão na comunicação e no tempo de resposta dos gestores, que pode chegar a semanas;
- ausência de padronização e duplicidade de registros em diferentes setores;
- formulários extensos e burocráticos que desmotivam o preenchimento completo;
- falhas no retorno aos responsáveis sobre tratativas pendentes;
- dificuldade na análise estratégica e preditiva devido à falta de dados estruturados em tempo real.

Esses fatores dificultam a prevenção de incidentes e comprometem a tomada de decisões. Assim, o problema central deste estudo pode ser definido como: *como redesenhar e automatizar o processo de gestão de eventos de segurança em uma mineradora, de forma a reduzir gargalos, aumentar a confiabilidade das informações e melhorar a eficiência operacional?*

## 1.3 Objetivo Geral e Específicos

O objetivo geral deste trabalho é propor e implementar uma solução baseada em reengenharia de processos, apoiada pela Microsoft Power Platform, para otimizar a gestão de eventos de segurança em uma mineradora.

De forma complementar, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- analisar o processo atual (AS-IS), identificando gargalos e ineficiências;

- redesenhar o fluxo de trabalho (TO-BE), aplicando os princípios da BPR e da automação;
- desenvolver um aplicativo integrado utilizando a Microsoft Power Platform (Power Apps, Power Automate, Power BI e SharePoint);
- implementar a geração automática de relatórios e notificações em tempo real;
- utilizar recursos de análise de dados para oferecer insights estratégicos à gestão;
- avaliar os impactos da solução proposta em termos de tempo de resposta, confiabilidade e eficiência operacional.

## 1.4 Resultados e Contribuições

Os resultados obtidos demonstraram reduções expressivas nos tempos de execução: até 83% no cadastro de eventos e 86% no tempo de resposta da liderança, além da automatização imediata do envio de relatórios. Houve também a eliminação de retrabalhos, maior padronização dos registros e melhoria na transparência do processo.

Na dimensão qualitativa, entrevistas com supervisores, operadores de centro de controle e motoristas apontaram aumento da confiabilidade, organização e agilidade no tratamento dos eventos, além de maior satisfação dos usuários. Essas evidências reforçam que a combinação de BPR e tecnologias *low-code* representa um modelo replicável e sustentável, com potencial de transformar a gestão de segurança em outros contextos industriais.

## 1.5 Estrutura da Monografia

Este trabalho está organizado em oito capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, contextualizando o tema, a motivação, o problema, os objetivos e as contribuições. O Capítulo 2 aborda a revisão de literatura, com ênfase nos conceitos de reengenharia de processos, segurança operacional e automação tecnológica. O Capítulo 3 descreve a metodologia, fundamentada em estudo de caso prático. O Capítulo 4 detalha o desenvolvimento da aplicação e a utilização da Microsoft Power Platform. O Capítulo 5 apresenta a comparação entre os processos anterior (AS-IS) e redesenhado (TO-BE). O Capítulo 6 discute os testes e validações. O Capítulo 7 aborda a implementação e o monitoramento da solução. Por fim, o Capítulo 8 reúne as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura é essencial para embasar teoricamente os conceitos explorados neste estudo. Neste trabalho, discute-se a relevância da reengenharia de processos de negócios, segurança operacional e automação, além do uso de tecnologias de pouco código e plataformas de automação. Essa abordagem não apenas fundamenta teoricamente o desenvolvimento do aplicativo, mas também demonstra como a integração de inovações tecnológicas pode impulsionar a eficiência e a segurança nas operações mineradoras.

### 2.1 Processos de negócio e reengenharia de processos de negócio

A Reengenharia de Processos de Negócio é uma abordagem que visa uma análise profunda e o redesenho radical dos processos de uma organização, buscando melhorias significativas em performance, eficiência e qualidade. [Hammer \(1990\)](#) define a BPR como a reavaliação fundamental dos processos de negócios, com o objetivo de obter melhorias substanciais em indicadores críticos como custo, qualidade, serviço e velocidade.

A BPR se distingue de abordagens como Kaizen e Six Sigma, pois não busca melhorias incrementais, mas sim transformações radicais nos processos, segundo [Hammer \(1990\)](#). A implementação da BPR é essencial para organizações que buscam inovação, resultando em aumento de produtividade e redução de desperdícios, conforme destaca [Guimarães \(1998\)](#).

A relevância da BPR é amplificada pela integração de novas tecnologias, como as de informação e comunicação (TICs), que facilitam a reestruturação de processos e são muitas vezes um fator determinante para o sucesso da reengenharia ([DAVENPORT; SHORT, 1990](#)). No setor de mineração, por exemplo, a aplicação da BPR pode otimizar processos complexos, como o transporte de minério, resultando em maior eficiência e segurança operacional ([SALES; FERREIRA, 2024](#)). Com isso, a reengenharia de processos contribui para a modernização das empresas e para a criação de modelos de operação mais eficientes, adequados às necessidades do mercado.

### 2.2 Segurança do trabalho e ergonomia

A segurança no trabalho e a ergonomia são aspectos essenciais, especialmente em setores com elevada complexidade operacional, como a mineração. A segurança operacional compreende a adoção de medidas preventivas, tecnologias apropriadas e boas práticas de gestão que reduzam a exposição a riscos, protejam a integridade dos trabalhadores

e assegurem a continuidade das operações. Segundo [Chiavenato \(2014\)](#), a saúde e a segurança do trabalho são pilares da eficiência organizacional, pois influenciam diretamente a produtividade e o bem-estar dos colaboradores. Além disso, conforme destaca o American Institute of Chemical Engineers (AIChE) [AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS \(2020\)](#), a implementação de indicadores eficazes de segurança é crucial para a identificação precoce de falhas e para a mitigação de riscos antes que se convertam em eventos críticos. A ergonomia, por sua vez, atua na adequação das condições de trabalho às capacidades e limitações humanas, conforme definido pela Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) [Associação Brasileira de Ergonomia \(ABERGO\) \(2019\)](#), sendo indispensável para a prevenção de lesões ocupacionais e o aumento da eficiência dos processos.

No setor minerador, a utilização de sistemas de monitoramento automatizados tem se mostrado eficaz na prevenção de acidentes. Ferramentas como as estações totais robóticas permitem a análise em tempo real da movimentação de veículos e funcionários, aumentando a confiabilidade das operações e a segurança no transporte de materiais e pessoas ([SALES; FERREIRA, 2024](#)). Nesse contexto, o aplicativo desenvolvido neste trabalho visa contribuir diretamente para a segurança operacional, ao automatizar o monitoramento de eventos e permitir a intervenção rápida, alinhando-se aos princípios de prevenção de acidentes. Além disso, a ergonomia no ambiente de trabalho busca a adaptação das condições de trabalho às características dos trabalhadores, prevenindo lesões e promovendo o bem-estar, o que é essencial para garantir a segurança a longo prazo.

## 2.3 Arquiteturas tecnológicas para a reengenharia de processos

O uso de linguagens de programação *low code*, como Power FX, tem facilitado a criação de soluções digitais rápidas e personalizadas, permitindo que as empresas atendam às suas necessidades específicas de forma mais ágil ([PESSOA; MELO, 2024](#)). A automação de fluxos de trabalho é a utilização de tecnologia para executar processos de negócios com o mínimo de intervenção humana. Ferramentas como Power Apps, Power Automate e Power BI são essenciais para a automação de fluxos de trabalho, permitindo a integração e a automação de tarefas repetitivas e a análise de dados em tempo real.

A automação de fluxos de trabalho promove transformações significativas nos processos organizacionais, ao permitir a execução de tarefas repetitivas de forma sistematizada, com mínima intervenção humana. Essa automação não apenas eleva a eficiência, mas também aprimora a precisão e a consistência das informações, reduzindo drasticamente a ocorrência de erros operacionais. Conforme destacado pela [IBM \(2021\)](#), a automação torna as operações mais ágeis e flexíveis, facilitando a adaptação das organizações a mudanças constantes no ambiente empresarial, um fator decisivo para sua sobrevivência

e crescimento. No contexto deste projeto, a adoção de ferramentas da Microsoft Power Platform foi essencial para essa transformação, permitindo a integração entre diferentes sistemas, a automação de fluxos críticos e a análise de dados em tempo real. Segundo a [Microsoft \(2024\)](#), essa plataforma permite que empresas "conectem diferentes fontes de dados, automatizem fluxos de trabalho e criem soluções inovadoras sem a necessidade de codificação complexa", o que contribui diretamente para o aumento da produtividade, da padronização e da capacidade de resposta estratégica.

## 2.4 Tecnologias utilizadas no projeto

A crescente utilização de linguagens de programação de pouco código, como Power FX, conforme apontado por [Pessoa e Melo \(2024\)](#), tem facilitado a implementação dessas tecnologias, permitindo a rápida prototipagem e personalização de soluções digitais que atendem às necessidades específicas de cada organização. No contexto do transporte de materiais e segurança operacional, a automação possibilita a padronização da coleta de dados e a geração de relatórios detalhados em tempo real, reduzindo o tempo de resposta a incidentes e aumentando a eficácia das ações corretivas.

Em suma, a literatura revisada demonstra que a integração da reengenharia de processos, automação e foco na segurança operacional, impulsionada por tecnologias de pouco código, é um caminho promissor para a transformação digital e a otimização de processos em setores complexos como a mineração, fornecendo a base teórica para a solução proposta neste estudo.

## 3 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem aplicada e exploratória, fundamentada em um estudo de caso realizado em uma mineradora, permitindo uma análise aprofundada de um contexto real e complexo. Essa escolha metodológica justifica-se pela necessidade de investigar um problema prático e propor uma solução concreta, com foco na reengenharia de processos para melhorar a eficiência e a segurança operacional por meio da automação de fluxos de trabalho.

A solução desenvolvida consiste em um aplicativo baseado na Microsoft Power Platform, integrando Power Apps, Power Automate, Power BI e SharePoint, visando à coleta estruturada de dados, automação de notificações, geração de relatórios personalizados e análises estratégicas. Essa escolha tecnológica se deu por sua alta capacidade de integração e pelo modelo low-code, que viabiliza desenvolvimentos ágeis e escaláveis sem exigir conhecimento técnico avançado. A metodologia foi dividida em seis etapas principais:

- **Levantamento e Análise do Processo Atual:** Inicialmente, realizou-se uma investigação aprofundada do processo vigente de monitoramento de eventos de segurança na mineradora. Para isso, foram empregadas técnicas de observação direta, entrevistas com gestores e operadores, além da análise documental de relatórios e registros internos. Essa etapa teve como objetivo compreender o fluxo de trabalho operacional, mapear suas fragilidades e identificar oportunidades de melhoria. Com base nos dados obtidos, foram identificadas limitações como: lentidão nas respostas, duplicidade de registros, ausência de padronização e dificuldade de rastreamento dos eventos. A partir desses achados, definiram-se os requisitos necessários para a reengenharia do processo que serão apresentados no decorrer desse trabalho.
- **Definição da Solução e Escolha das Tecnologias:** Com base nas falhas identificadas, foi realizada a reengenharia do processo, estruturando uma solução fundamentada na automação dos fluxos de trabalho. Optou-se pela adoção da Microsoft Power Platform, com a utilização integrada das ferramentas Power Apps, Power Automate, Power BI e SharePoint Online. A escolha dessas tecnologias justificou-se pela alta capacidade de integração, rapidez no desenvolvimento, suporte à personalização de funcionalidades e aderência ao modelo low-code, o que viabilizou a rápida implementação da solução proposta.
- **Desenvolvimento da Aplicação e Automação dos Fluxos:** O desenvolvimento da aplicação ocorreu por meio do Power Apps, utilizando a linguagem Power FX para construção das interfaces e lógicas de negócio. As funcionalidades do aplicativo foram

projetadas para permitir o registro padronizado de eventos, envio automatizado de notificações, coleta de pareceres e rastreamento das ações corretivas adotadas. O Power Automate foi utilizado para automatizar fluxos de envio de e-mails e geração de relatórios dinâmicos em HTML e CSS. Os dados foram armazenados em listas no SharePoint Online e integrados a um dashboard em Power BI, onde foram aplicadas expressões DAX para análise avançada das informações.

- **Testes e Validação da Solução:** A etapa seguinte compreendeu a validação técnica e operacional da solução. Inicialmente, foram realizados testes em ambiente controlado para verificar a eficácia das funcionalidades, identificar falhas e propor os ajustes necessários. Foram aplicados testes unitários em cada componente da aplicação, seguidos de testes integrados com todos os módulos em funcionamento simultâneo. Além disso, coletaram-se feedbacks qualitativos dos usuários finais, incluindo gestores, operadores e motoristas, para avaliar a usabilidade e aderência da ferramenta às necessidades reais do processo.
- **Implementação e Monitoramento dos Resultados:** Após a fase de testes, procedeu-se à implantação oficial do sistema na mineradora. A migração foi acompanhada por uma campanha institucional de comunicação, treinamentos remotos e desativação do antigo modelo de registro. O monitoramento dos resultados foi realizado por meio de indicadores operacionais acompanhados em dashboards atualizados diariamente. Foram observadas métricas como tempo médio de resposta dos gestores, taxa de adesão ao sistema e impacto direto na segurança operacional, com base nos registros de reincidência e tratativas preventivas.
- **Análise dos Resultados e Considerações Finais:** Por fim, foi conduzida uma análise comparativa entre o processo anterior e o novo modelo digital automatizado. Essa análise demonstrou ganhos substanciais em termos de redução de tempo, aumento da confiabilidade dos dados, melhoria na comunicação interna e ampliação do controle sobre as tratativas. A solução revelou-se eficaz, replicável e alinhada aos princípios da Reengenharia de Processos de Negócio (BPR), contribuindo de forma significativa para a modernização da gestão de segurança na mineradora.

Os resultados confirmam a eficácia da reengenharia de processos aliada à automação como estratégia para a transformação digital na gestão de segurança. O modelo apresentado é replicável e oferece um caminho sustentável para empresas de setores industriais complexos, como a mineração.

## 3.1 Apresentação do processo vigente (AS-IS)

O antigo processo de monitoramento de motoristas na mineradora é predominantemente manual e depende de registros físicos e planilhas. Os motoristas são monitorados em termos de comportamento durante o trabalho, incluindo fatores como velocidade, fadiga, regras de trânsito e desatenção através de câmeras e um dispositivo instalado nos veículos que envia informações em tempo real. Quando um comportamento inadequado é identificado, alertas são gerados por um sistema de monitoramento existente e encaminhados automaticamente para o Centro de Controle e Monitoramento (CCM), garantindo que todas as ocorrências sejam analisadas em tempo hábil. O CCM, responsável por supervisionar as operações em tempo real, assegura que medidas corretivas sejam tomadas rapidamente.

Esse processo, embora funcional, enfrentava desafios relacionados à lentidão na resposta, possibilidade de erros humanos e falta de integração entre os dados coletados, o que dificulta o acompanhamento em tempo real e a análise eficiente de grandes volumes de informações. Essa lentidão na resposta e a falta de integração dos dados não apenas comprometiam a agilidade na tomada de decisões, mas também aumentava os riscos de acidentes e geram custos adicionais devido à ineficiência operacional.

A coleta de dados é realizada de forma disjunta, e não existe um sistema automatizado para a comunicação dos resultados entre as diferentes partes envolvidas. Isso torna o processo propenso a falhas de comunicação e a atrasos na implementação de ações corretivas, impactando diretamente na eficiência e segurança operacional. Além disso, a falta de um sistema integrado dificulta a análise aprofundada dos dados, limitando a capacidade de tomar decisões baseadas em informações precisas e em tempo real.

### 3.1.1 Levantamento e análise do processo atual

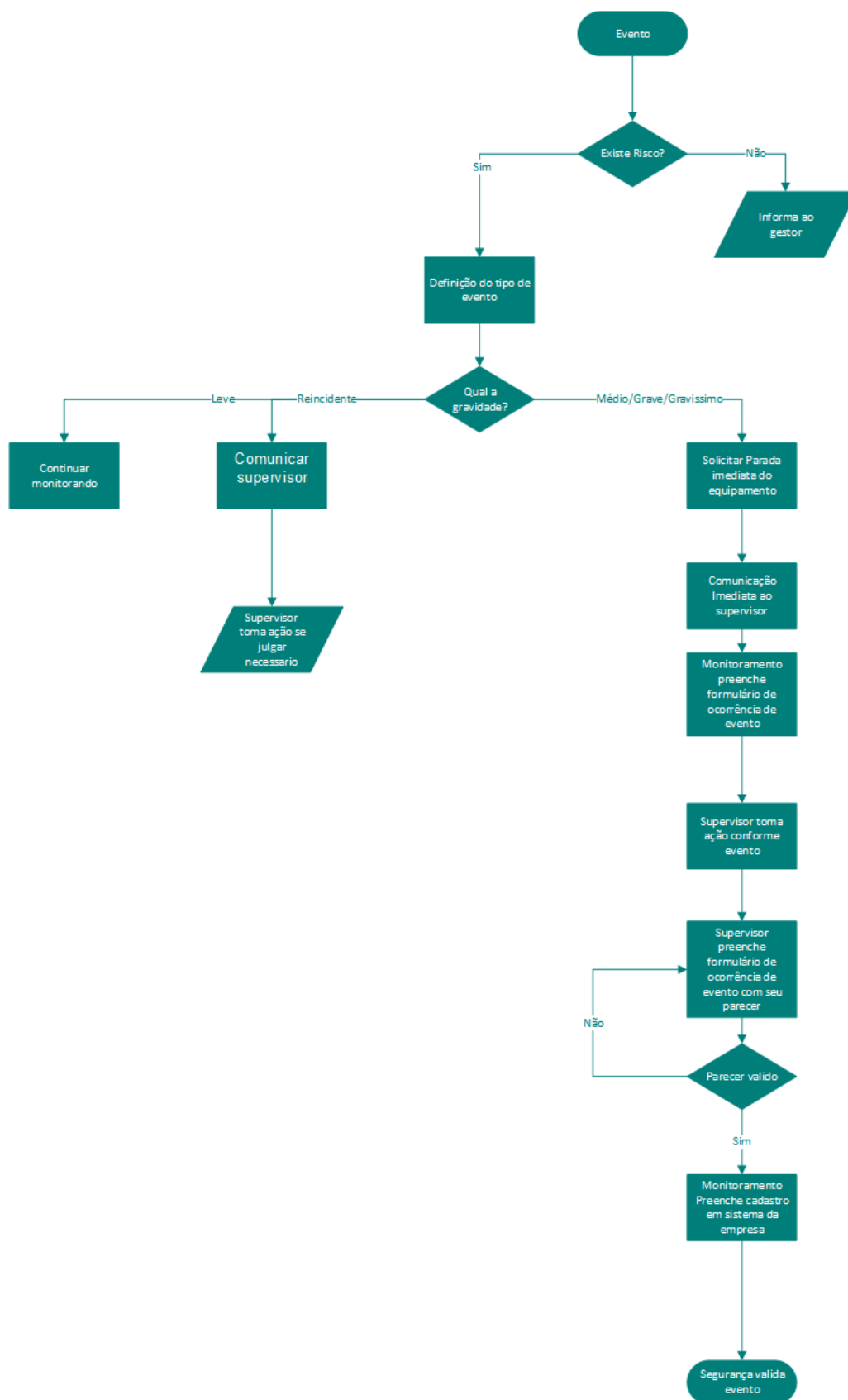
O primeiro passo para a reengenharia do processo foi a investigação detalhada do fluxo de trabalho vigente na mineradora, com foco na identificação, monitoramento e análise de eventos de segurança. De acordo com o AIChE ([AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, 2020](#)), eventos de segurança de processos são ocorrências que fogem do padrão esperado e podem comprometer a integridade das operações, impactando a segurança de pessoas e bens. Nesse contexto, na mineradora, qualquer irregularidade ou infração de regras de trânsito durante a condução de veículos na área de mineração é considerada um evento de segurança e deve ser tratado com rigor para evitar acidentes e garantir um ambiente de trabalho seguro.

Para compreender como esses eventos eram gerenciados, foi realizada uma observação direta do processo operacional, acompanhando as ocorrências em tempo real e verificando as respostas adotadas pelos responsáveis. Também foram realizadas entrevistas

semiestruturadas com gestores e funcionários para mapear dificuldades enfrentadas no registro, comunicação e tratamento dessas ocorrências. Paralelamente, foram analisados documentos internos e relatórios gerados pelos sistemas atuais. Essas análises revelaram que os principais desafios residiam em atrasos na resposta a eventos, falta de padronização na coleta de dados e inconsistências nos registros armazenados.

A partir dessa análise, tornou-se essencial o mapeamento detalhado de todo o fluxo de trabalho envolvido no tratamento de eventos de segurança, possibilitando a identificação de gargalos e oportunidades de otimização. O fluxograma do processo vigente, apresentado na [Figura 1](#), subsidiou a estruturação da nova solução, oferecendo uma visão clara das etapas a serem reformuladas por meio da automação e integração tecnológica.

Figura 1 – Fluxo antigo do processo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como é possível observar no fluxo apresentado na Figura 1, após a ocorrência de um evento, inicialmente é avaliado se há risco associado. Caso não exista risco, o gestor é informado da ocorrência por meio de mensagem. No entanto, se houver risco envolvido, uma análise de gravidade é realizada pela central de monitoramento com base em critérios previamente estabelecidos. Essa análise determina a classificação do evento, que pode ser leve, médio, grave ou gravíssimo. Alguns exemplos de classificação de eventos podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de Eventos de Segurança.

Desvio	Tipo	Risco
1 (um) ou mais eventos de SONOLÊNCIA NÍVEL MAIOR (olhos fechados por tempo igual ou maior a 2,5 segundos) dentro de toda a Jornada de Trabalho.	Sonolência	Leve
5 (cinco) ou mais eventos de SONOLÊNCIA NÍVEL MENOR (olhos fechados por tempo igual ou maior a 1,5 segundos) dentro de 60 minutos.	Sonolência	<b>Gravíssimo</b>
Velocidade superior à máxima permitida para o local maior que 20% (vinte por cento), por mais de 12 (doze) segundos consecutivos.	Comportamento Inseguro	<b>Gravíssimo</b>
1 (um) ou mais eventos de USO de CELULAR*, para falar com alguém, e manter as duas mãos à direção do veículo. (Inciso VI do artigo 252 do CTB).	Comportamento Inseguro	<b>Gravíssimo</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos casos de eventos de gravidade leve, o gestor é informado pelo Centro de Controle e Monitoramento (CCM), e o evento segue sob acompanhamento. Se o evento for leve, mas recorrente, o gestor recebe a notificação e tem a autonomia para decidir se alguma ação corretiva será necessária. Quando a gravidade do evento é classificada como média, grave ou gravíssima, medidas imediatas são adotadas. O funcionário envolvido recebe a ordem de parada via rádio ou telefone, e o gestor é comunicado de forma prioritária pelo CCM. Nessas situações, é da responsabilidade do gestor não apenas tomar uma ação corretiva, mas também preencher um formulário detalhado sobre o evento e as providências adotadas. Após essa etapa, a ação do gestor é submetida a uma análise para verificar sua adequação. Caso a ação não seja considerada condizente, uma nova avaliação é necessária antes da finalização do caso. Se a ação for validada, o CCM assume a responsabilidade de registrar formalmente o evento no sistema da empresa e encaminhá-lo para avaliação da equipe de segurança.

Para compreender melhor os desafios do processo, foram conduzidas conversas com

os funcionários do CCM e com os gestores responsáveis pelos eventos de segurança. Nelas, os funcionários do CCM relataram dificuldade no controle das informações, alegando que a ausência de um sistema estruturado resulta em perda de dados e dificuldades para acompanhar o andamento das tratativas. Após um curto período de análise, foi possível perceber que o tempo de resposta dos gestores é relativamente maior do que o esperado, o que compromete a agilidade na resolução dos eventos. Já os gestores apontaram que o formulário exigido para o registro das ocorrências é extenso e burocrático, o que dificulta a rotina operacional. Além disso, mencionaram que, após o preenchimento do formulário, não há clareza sobre a necessidade de uma nova tratativa, uma vez que não recebem retorno sobre a análise de suas ações. Esse fator gera insegurança na tomada de decisões e impacta a efetividade das medidas corretivas.

Apesar desse fluxo, foram identificadas diversas oportunidades de melhoria no antigo processo. Entre elas, destacam-se a falta de padronização na comunicação com o gestor, a ausência de comprovação formal do recebimento das notificações e a duplicidade no preenchimento de informações, uma vez que tanto o CCM quanto o gestor registram dados semelhantes em formulários distintos. Além disso, há falhas na análise das ações tomadas pelos gestores, o que pode comprometer a eficácia das respostas aos eventos. Foram relatados casos em que ações permaneceram sem registro por mais de um mês, quando o prazo esperado é de apenas três dias. Também se constatou um atraso de até 10 dias na atualização das situações de avaliação por parte do CCM e da equipe de segurança, dificultando o acompanhamento das tratativas. Por fim, a ausência de um sistema eficiente para gestão e controle dos dados compromete a organização das informações, impactando a tomada de decisões e a implementação de melhorias no processo.

- **Dificuldade no controle das informações:** ausência de um sistema estruturado resulta na perda de dados e dificuldade no acompanhamento das tratativas.
- **Tempo de resposta elevado:** gestores demoram a responder aos eventos, comprometendo a agilidade na resolução.
- **Formulário extenso e burocrático:** o preenchimento manual das ocorrências é demorado e desmotiva os responsáveis.
- **Falta de clareza no processo:** os gestores não têm retorno sobre a necessidade de novas tratativas após registrar suas ações.
- **Falta de padronização na comunicação:** notificações não são formalizadas e podem não ser recebidas pelos responsáveis.
- **Duplicidade de registros:** tanto o CCM quanto o gestor preenchem dados semelhantes em formulários distintos, gerando retrabalho.

- **Falhas na análise da ação do gestor:** não há um critério automatizado para validar a efetividade da ação tomada.
- **Atraso no preenchimento das ações:** o intervalo entre a identificação do evento e a resposta do gestor pode ser longo.
- **Atualização manual do status do evento:** falta de acompanhamento em tempo real das etapas do fluxo.
- **Ausência de um sistema eficiente para gestão dos dados:** dificulta a análise de tendências e a implementação de melhorias preventivas.

Diante dos desafios mapeados, especialmente a ausência de um sistema eficiente para a gestão de dados, que comprometia a análise de tendências e dificultava a implementação de ações preventivas, tornou-se evidente a necessidade de uma reformulação estrutural do processo. Nesse sentido, foi concebida uma nova abordagem baseada em automação, padronização e integração tecnológica, capaz de superar as fragilidades do modelo anterior e proporcionar maior agilidade, confiabilidade e capacidade analítica. A seguir, apresenta-se o novo processo reestruturado (TO-BE), construído com o suporte das ferramentas da Microsoft Power Platform.

## 3.2 Apresentação do processo reestruturado (TO-BE)

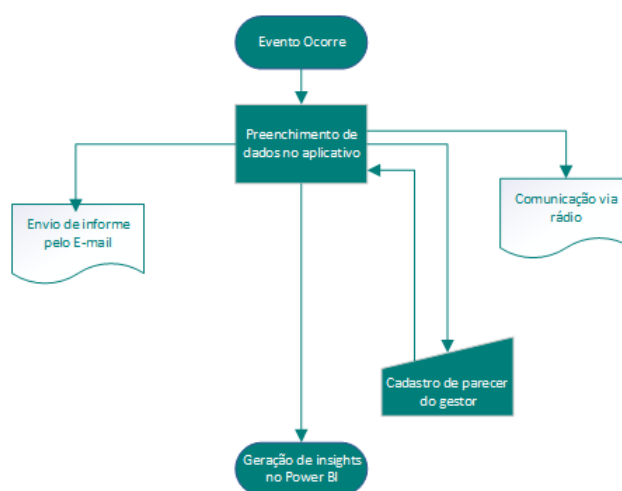
O processo reestruturado, implementado com o uso das ferramentas da Microsoft, busca automatizar a coleta de dados, a comunicação de eventos de segurança e a análise dos comportamentos dos motoristas, por meio de um sistema integrado e digitalizado. Utilizando Power Apps, Power Automate, Power BI e SharePoint, o novo processo permite que os dados sejam coletados de forma padronizada e armazenados em uma plataforma centralizada, resultando em uma redução significativa no tempo de resposta, maior precisão na análise de dados e uma cultura de segurança proativa.

O Power Automate possibilita a automação de alertas e a execução de tarefas corretivas imediatamente após a identificação de comportamentos inadequados, sem a necessidade de intervenção manual. Além disso, a integração do Power BI permite a análise dos dados de forma estratégica, proporcionando relatórios importantes para a melhoria contínua do processo e da segurança. O uso dessas tecnologias não só melhora a eficiência e a agilidade do processo, mas também reduz erros humanos e proporciona maior precisão nas decisões operacionais.

### 3.2.1 Definição da solução e escolha das tecnologias

Com base no fluxo existente do processo, foi necessário reformular sua estrutura para garantir que o aplicativo processe de forma eficiente às necessidades da mineradora. O redesenho do fluxo teve como objetivo integrar todas as etapas do processo, tornando-o mais ágil, organizado e automatizado. O primeiro modelo do fluxo do aplicativo foi desenvolvido considerando os seguintes passos apresentados na [Figura 2](#):

Figura 2 – Primeiro modelo do fluxo do aplicativo (TO BE - Versão inicial).



Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Ocorrência do Evento:** o processo se inicia com a detecção de um evento de segurança, como uma infração de trânsito ou comportamento inadequado do motorista. Esse evento deve ser inserido manualmente pelo Centro de Controle e Monitoramento (CCM) no aplicativo, com informações detalhadas, incluindo a natureza da ocorrência, gravidade, localização, horário e demais dados relevantes.
- **Comunicação via Rádio:** em paralelo ao preenchimento do aplicativo, é solicitada a parada imediata do operador via rádio ou telefone. O gestor é imediatamente comunicado para determinar uma ação corretiva.
- **Envio de Alertas:** com o auxílio do Power Automate, após o preenchimento do aplicativo, um fluxo automatizado dispara alertas aos gestores responsáveis, informando-os rapidamente sobre o incidente. Esses alertas são enviados por e-mail e incluem um resumo do evento, permitindo ações corretivas imediatas e padronizadas.
- **Cadastro do Parecer do Gestor:** o gestor é encarregado de registrar seu parecer diretamente no aplicativo, informando qual foi a tratativa adotada diante do evento.

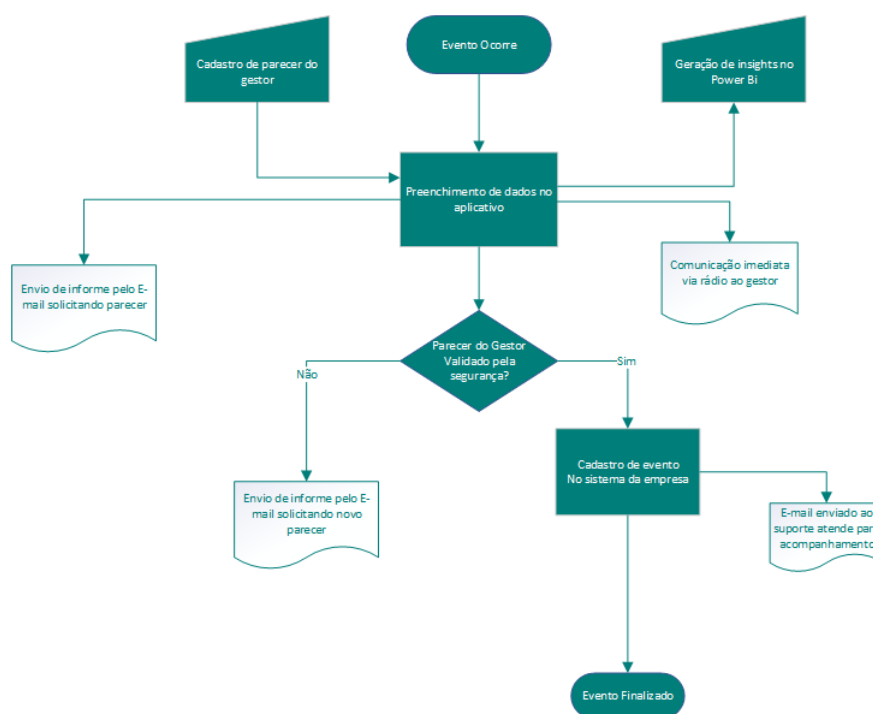
- **Geração de Insights:** os gestores utilizam o Power BI para visualizar os dados coletados e monitorar indicadores de desempenho. Com base nessas análises, são tomadas decisões estratégicas para evitar reincidências e aprimorar a segurança operacional.

O primeiro modelo do fluxo do aplicativo, ilustrado na Figura 2, foi desenvolvido com o propósito de integrar todas essas etapas de forma intuitiva e eficaz. Esse modelo serviu como base para o desenvolvimento e implementação do aplicativo, garantindo que ele não apenas atendesse às necessidades específicas da mineradora, mas também contribuísse para a melhoria contínua dos processos de segurança.

### 3.3 Revisão funcional do fluxo TO-BE

Com base em uma nova análise realizada pela equipe de gestão, foram identificados pontos de melhorias no fluxo como avaliação do parecer do supervisor e o cadastro do evento em um sistema da empresa para a geração de ações. Essas mudanças permitem que mais pessoas da empresa se envolvam em ações futuras de melhorias e prevenções de novos eventos, além de possibilitar a avaliação da atitude do supervisor em relação a cada evento. Diante disso, o novo fluxo do aplicativo foi redesenhado conforme ilustrado na [Figura 3](#).

Figura 3 – Fluxograma do aplicativo final (TO BE - Versão revisada).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como podemos observar na [Figura 3](#), o fluxo redesenhado inclui as seguintes etapas:

- **Ocorrência do Evento:** após a ocorrência de um evento de segurança, é necessário que a comunicação imediata ao gestor seja feita e que o cadastro do evento seja realizado no aplicativo.
- **Cadastro do Evento:** o evento é registrado no aplicativo, tornando-se imediatamente disponível para visualização tanto no próprio aplicativo quanto em um relatório no Power BI.
- **Envio de Relatórios:** o aplicativo envia automaticamente um relatório para todos os responsáveis pela empresa e para terceiros. Esses relatórios são gerados utilizando HTML e CSS, garantindo um formato padronizado e personalizado.
- **Parecer dos Responsáveis:** os responsáveis pela empresa e terceiros devem informar seu parecer sobre o evento, ou seja, descrever o que foi feito em resposta ao descumprimento de regra.
- **Avaliação do Parecer:** após o cadastro do parecer, uma equipe avalia se a ação tomada foi condizente com a gravidade do evento.
- **Ação Corretiva:**
  - **Se a ação não for condizente:** o gestor é informado por meio de um e-mail gerado pelo aplicativo, solicitando que ele tome uma nova iniciativa junto ao funcionário.
  - **Se a ação for condizente:** uma *flag* é modificada no aplicativo, informando a equipe de cadastro sobre a necessidade de registrar o evento no sistema da empresa para gerar ações de melhoria para a área. Um e-mail de informe é enviado ao suporte para acompanhamento da ação.
- **Finalização do Evento:** após a tomada das ações corretivas e o acompanhamento pelo suporte, o evento é finalizado.

## 4 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

No desenvolvimento da aplicação, a abordagem low-code otimiza o processo ao simplificar a prototipagem, permitindo alterações ágeis no layout. Ao acessar o aplicativo, o usuário é direcionado à tela inicial, que oferece acesso direto aos principais recursos como demonstra a [Figura 4](#). Ela restringe o acesso à tela de cadastro e gerenciamento de eventos exclusivamente aos usuários autorizados.

Figura 4 – Tela Inicial do aplicativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.1 Cadastro de eventos

Para garantir a padronização e a efetividade na coleta de dados, o formulário do aplicativo foi cuidadosamente estruturado com base nas necessidades operacionais mapeadas durante o levantamento do processo. O design priorizou a agilidade no preenchimento, a consistência das informações e a adaptação ao contexto específico de cada ocorrência. A interface desenvolvida permite a inserção rápida e precisa dos dados essenciais para a tratativa dos eventos, assegurando uniformidade nos registros e facilitando a posterior análise automatizada. Além disso, o sistema de notificação foi configurado de forma dinâmica,

direcionando os alertas de forma personalizada com base na empresa e no responsável vinculado ao evento. O início da interface do formulário pode ser visualizada na [Figura 5](#)

Figura 5 – Tela de cadastro do evento (formulário inicial).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as informações foram consideradas essenciais pela equipe de cadastro e pelos gestores. Adicionalmente, o aplicativo, com base na violação e gravidade, salva automaticamente os dados no SharePoint e sugere uma tratativa aos gestores para inclusão no relatório. Em casos de excesso de velocidade, o aplicativo exibe quatro campos adicionais: três para preenchimento e um para cálculo automático da porcentagem de excesso, que se baseia na comparação entre a velocidade registrada e o limite permitido na área de operação, conforme ilustrado na [Equação 4.1](#). A interface com esses campos de velocidade pode ser visualizada na [Figura 6](#).

$$Excesso\% = \left( \frac{\text{Velocidade Real} - \text{Limite Permitido}}{\text{Limite Permitido}} \right) \times 100 \quad (4.1)$$

**Equação 1** – Cálculo da porcentagem de excesso de velocidade no formulário.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Campos adicionais exibidos em caso de excesso de velocidade.

**Reengenharia de processos - Utilizando engenharia da computação**

\* Responsável Empresa: Seleccione o Responsável. \* Turno Empresa: Seleccione o Turno

\* Latitude: Insira a Latitude. \* Longitude: Insira a Longitude.

\* Velocidade: Insira a velocidade. \* Limite de Velocidade: Insira o Limite de Velocidade

\* Tempo excedente: Insira o Tempo excedente. Percentual de excesso: Insira os todos os campos

\* Link: Insira o link do anexo.

\* Tratativas Iniciais: Descreva a tratativa realizada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após pressionar o botão de envio, conforme ilustrado na Figura 7, um relatório é gerado e pode ser visualizado na Figura 9. Simultaneamente, os dados do formulário são salvos em uma lista SharePoint na nuvem.

Figura 7 – Envio de cadastro.

**Reengenharia de processos - Utilizando engenharia da computação**

\* Responsável Empresa: Seleccione o Responsável. \* Turno Empresa: Seleccione o Turno

\* Latitude: Insira a Latitude. \* Longitude: Insira a Longitude.

\* Link: Insira o link do anexo.

\* Tratativas Iniciais: Descreva a tratativa realizada.

\* Anexos: Não há nada em anexo. Anexar arquivo


Enviar

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a geração do relatório, foi utilizado o Power Automate integrado às linguagens

HTML e CSS. Após estabelecer a conexão com a base de dados, os campos a serem enviados por e-mail foram vinculados a variáveis configuradas em um formulário desenvolvido em HTML. O CSS foi empregado para formatar o formulário, adicionando estilos personalizados, como cores e disposição de elementos, além de garantir o posicionamento adequado das imagens anexadas, conforme demonstra o campo apresentado na [Figura 8](#) abaixo.

Figura 8 – Relatório HTML/CSS.

INFORME PARA TRATATIVA			
COMUNICADO DE ALERTA			
Data/Hora Alerta: 28/02/2025 00:00:00	Hora Intervenção: 00:00:00	Veículo (Tag/Placa): EGU8J64 / SIN8J64	
Classificação: EXCESSO DE VELOCIDADE		Tipo de Alerta: GRAVISSIMO	
Motorista: teste		Empresa: TESTE	
Gestor Vale: MATHEUS FERNANDES GOMES		Turno/Letra: ADM	
Gestor Contratada:		Turno/Letra: ADM	
Tempo de excesso: 5	Velocidade: 30	Limite da Cerca: 20	Percentual de excesso: 50%
Registro			
			
CCO Sillton			
Intervenção: teste			
Ação recomendada: 1. Ativar Comitê pela Vida conforme diretrizes do programa de Regras de Ouro. 2. Afastar o condutor da condução de veículos automotores até o resultado do Comitê pela Vida; 3. Registrar o resultado no SAP-IM conforme definido pelo Comitê pela vida.			
Local da ocorrência: GEST OPERACIONAL - RODRIGO MENDES			
Link do evento: teste			
Latitude: 0		Longitude: 0	
Termo de Ciência do Condutor			
Caro condutor, conforme dados deste comunicado de alerta, o monitoramento registrou ação sua incompatível com as boas práticas de direção segura. Tais ações, involuntárias ou não, podem gerar danos a sua integridade física e/ou de terceiros que transitam pelo local. Lembramos que, ao apresentar sinais de sonolência e/ou cansaço, você deve parar imediatamente em um local seguro e comunicar o seu gestor. Evite Riscos! Este é um comunicado preliminar afim de alertá-lo quanto ao comportamento praticado na condução do veículo, para que possa corrigir imediatamente, evitando acidentes.			
28/02/2025 16:34:52			
<small>AVISO LEGAL</small> Esta mensagem e seus anexos são destinados exclusivamente às pessoas endereçadas e contém informação privilegiada e/ou confidencial. Fica proibida a utilização e/ou retransmissão desses documentos por pessoa diversa do destinatário, devendo inutilizar de imediato o material a que teve acesso, sob pena de responsabilização na forma da lei.			

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 Fluxo de envio de e-mails

O fluxo de envio de e-mails, implementado no Power Automate, foi configurado para verificar a cada três minutos a criação de novos registros. Ao identificar um novo dado na base de origem (base 1), o sistema realiza um cruzamento com a base de dados de responsáveis (base 2), que contém os e-mails correspondentes. Com base na empresa associada ao registro, os destinatários são selecionados e o formulário, conforme demonstrado na [Figura 8](#), é enviado automaticamente. Essa abordagem assegura que apenas os gestores pertinentes recebam a notificação. O fluxo, ilustrado na [Figura 9](#), permite o direcionamento preciso dos e-mails para 16 diferentes gerências e empresas terceiras, de acordo com a seleção realizada no aplicativo.

Figura 9 – Fluxo de envio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

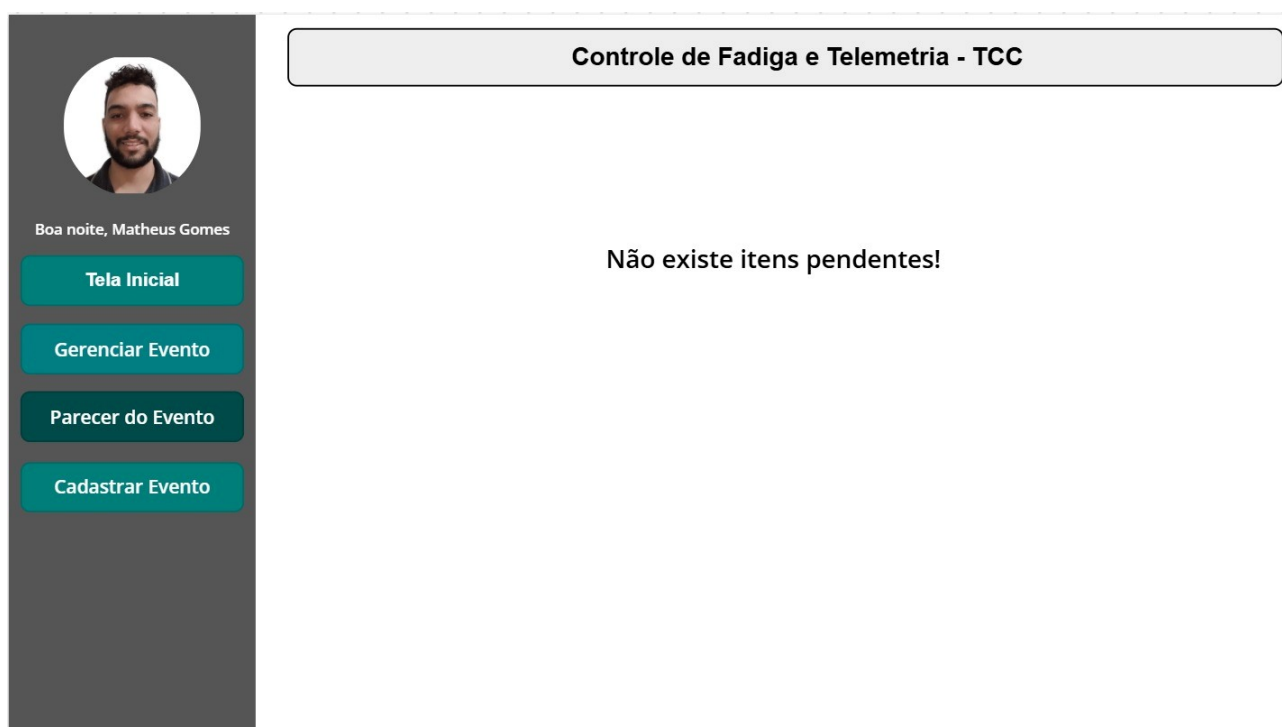
## 4.3 Tela de parecer do gestor

A tomada de decisão descentralizada e baseada em dados é um princípio fundamental para a eficiência da gestão organizacional ([HAMMER, 1990](#)). Com base nesse conceito, foi desenvolvida uma tela de parecer que restringe a resposta ao responsável pela empresa vinculada ao evento, assegurando rastreabilidade e controle. Essa prática alinha-se aos princípios de governança corporativa e tomada de decisão descentralizada, conforme proposto por [Hammer \(1990\)](#), que enfatiza a importância de atribuições claras de responsabilidade no redesenho de processos. Esse mecanismo garante maior controle sobre as decisões e evita interferências indevidas, tornando o processo mais ágil e confiável.

Visando ampliar a autonomia do sistema e garantir a governança das informações, a aplicação permite que os próprios operadores do Centro de Controle e Monitoramento (CCO) gerenciem a designação dos responsáveis pelos pareceres. Essa funcionalidade assegura que cada evento seja analisado apenas pelos usuários autorizados, evitando lacunas

na avaliação e promovendo maior controle sobre o fluxo de tratativas. O recurso também possibilita a anexação de documentos comprobatórios, fortalecendo a rastreabilidade e a transparência das ações realizadas, elementos fundamentais para a conformidade com práticas de governança corporativa e auditorias internas (Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC, 2023), 2023). A interface exibida ao usuário na ausência de parecer pendente é apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Sem parecer pendente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A implementação dessa funcionalidade reforça o papel estratégico da automação de fluxos de trabalho na reengenharia de processos. Conforme destacado pela IBM (2021), a digitalização contribui significativamente para o aumento da produtividade, a confiabilidade dos dados e a redução do tempo de resposta, ao mesmo tempo em que elimina inconsistências que poderiam comprometer a tomada de decisões. Em situações nas quais há parecer pendente, o sistema exibe automaticamente uma interface específica Figura 11, solicitando a manifestação do gestor e disponibilizando um campo para anexos comprobatórios, conforme a necessidade da tratativa.

Figura 11 – Parecer pendente.

The screenshot displays the 'Controle de Fadiga e Telemetria - TCC' application interface. On the left is a dark sidebar with a user profile for Matheus Gomes and navigation buttons: 'Tela Inicial', 'Gerenciar Evento', 'Parecer do Evento', and 'Cadastrar Evento'. The main content area has a header 'Controle de Fadiga e Telemetria - TCC' and a green information card for a driver: 'Motorista: MATHEUS FERNANDES', 'Violação: EXCESSO DE VELOCIDADE', 'Empresa: TESTE', 'Data: 23/03/2025', 'Hora do evento: 23:00:00', 'Hora da intervenção: 23:05:01', 'Tratativa: TESTE DE EVENTO', 'Responsável: MATHEUS FERNANDES GOMES', and 'Status: Pendente gestor'. Below this is a form for 'Ação do Gestor' with a text input field containing 'Descreva a ação tomada apos inscidente.' and an 'Anexos' section with a QR code and an 'Anexar arquivo' button. A large 'Enviar' button is at the bottom right.

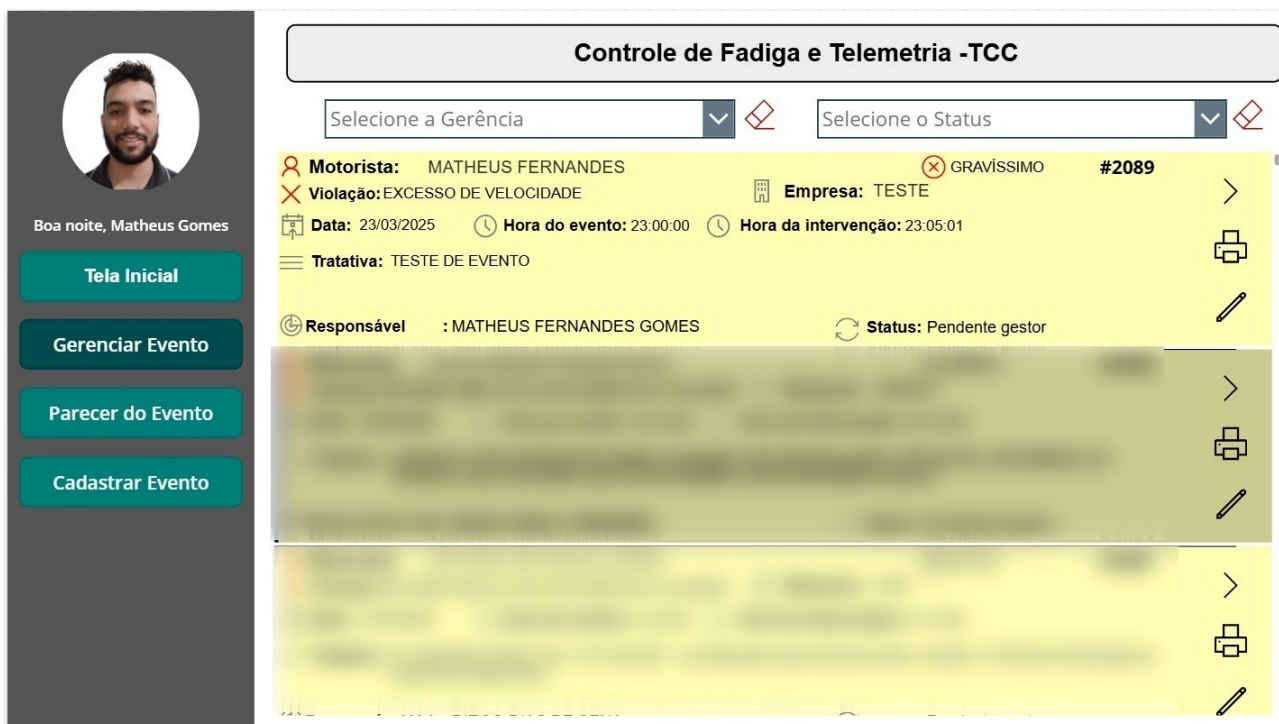
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.4 Tela de gerenciamento

A tela de gerenciamento é o núcleo de controle do aplicativo, servindo como um painel centralizado para acompanhamento e gestão de eventos. De acordo com Guimarães (1998), sistemas digitais de gerenciamento proporcionam maior eficiência operacional ao permitir que os usuários filtrem e analisem dados com rapidez, garantindo uma visão clara e estruturada das ocorrências.

Nesta tela, os usuários têm acesso a uma galeria interativa que exibe os eventos registrados, possibilitando a aplicação de filtros por gerência responsável e status da ocorrência. Essa funcionalidade melhora a navegação e permite que as informações mais relevantes sejam acessadas rapidamente. O acesso a essa tela é restrito, garantindo que apenas funcionários do CCO e da equipe de segurança possam monitorar e editar os eventos, reduzindo riscos de manipulação indevida dos dados. Seu layout pode ser visualizado através da Figura 12.

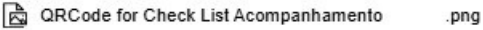
Figura 12 – Tela de gerenciamento com filtros por status e gerência.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da visualização, a tela permite a edição de informações, caso algum dado tenha sido preenchido incorretamente, conforme ilustrado na [Figura 13](#) com logs de alteração por meio do banco de dados. Também é possível gerar relatórios para impressão, facilitando o compartilhamento das informações entre setores e garantindo que registros possam ser anexados a outros sistemas corporativos.

Figura 13 – Relatório gerado.

INFORME PARA TRATATIVA	
COMUNICADO DE ALERTA	
Data/Hora do Evento: 23/03/2025 23:00:00	Hora da Intervenção: 23:05:01
Violação: EXCESSO DE VELOCIDADE	Gravidade: <b>GRAVÍSSIMO</b>
TAG: TESTE	Empresa: TESTE
Contrato: GER TCC - MATHEUS FERNANDES	
Motorista/Identificação: MATHEUS FERNANDES	
Responsável: MATHEUS FERNANDES GOMES	Turno: ADM
Responsável Contratada: MATHEUS FERNANDES	Turno contratada: ADM
Tratativa inicial:	
TESTE DE EVENTO	
Status: Pendente gestor	
Parecer do Gestor	
Anexos: 	
Registro por: Matheus Gomes	Data: 23/03/2025

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de gerenciamento também define claramente as ações disponíveis para cada evento, de acordo com seu status:

- **Pendente Gestor:** o evento aguarda o parecer do gestor, impedindo qualquer outra ação até a conclusão desta etapa, conforme ilustrado na [Figura 14](#).

Figura 14 – Relatório gerado.

**Controle de Fadiga e Telemetria - Diretoria de Operações Brucutu Água Limpa**

**Motorista:** MATHEUS FERNANDES **#ID: 2089**

**Empresa:** TESTE **Contrato:** GER TCC - MATHEUS FERNANDES

**TAG:** TESTE **Gravidade:** GRAVÍSSIMO **Violação:** EXCESSO DE VELOCIDADE

**Data/Hora do Evento:** 23/03/2025 23:00:00 **Intervenção:** 23:05:01

**Parada:** 23:07:00 **Registrante:** Matheus Gomes **Status:** Pendente gestor

**Responsável:** MATHEUS FERNANDES GOMES **Turno:** ADM

**Responsável Contratada:** MATHEUS FERNANDES **Turno Contratada:** ADM

**1ª Tratativas:** TESTE DE EVENTO

**Parecer Gestor:**

**Link:** TESTE EVENTO TCC

**Anexos:** QRCode for Check List Acompanhamento .png

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tela de gerenciamento também define claramente as ações disponíveis para cada evento, de acordo com seu status:

- **Pendente Avaliação:** Após a análise do gestor, a equipe de segurança revisa o parecer. Se a avaliação for invalidada, um novo parecer será solicitado ao gestor, e o status retornará para 'Pendente Gestor'. Caso seja validado, o status será atualizado para 'Pendente ID', conforme demonstrado na [Figura 15](#).

Figura 15 – Pendente avaliação.

**Controle de Fadiga e Telemetria - TCC**

**Motorista:** MATHEUS FERNANDES **#ID: 2089**

**Empresa:** TESTE **Contrato:** GER TCC - MATHEUS FERNANDES

**TAG:** TESTE **Gravidade:** GRAVÍSSIMO **Violacao:** EXCESSO DE VELOCIDADE

**Data/Hora do Evento:** 23/03/2025 23:00:00 **Intervenção:** 23:05:01

**Parada:** 23:07:00 **Registrante:** Matheus Gomes **Status:** Pendente avaliação

**Responsável:** MATHEUS FERNANDES GOMES **Turno:** ADM

**Responsável Contratada:** MATHEUS FERNANDES **Turno Contratada:** ADM

**1º Tratativas:** TESTE DE EVENTO

**Parecer Gestor:** TESTE DE EVENTO

**Link:** TESTE EVENTO TCC

**Anexos:** QRCode for Check List Acompanhamento FMDS .png

**Status da Avaliação:** Pendente avaliação **Enviar**

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Pendente ID:** O evento precisa ser registrado no sistema da empresa, com a inserção do ID do sistema da empresa e a definição do grau de severidade, que pode ser classificado como N5 ou N3, de acordo com a gravidade descrita no exemplo apresentado na [Tabela 1](#) e demonstrado na imagem [Figura 16](#). Após essa etapa, o status do evento é atualizado para "Concluído", sinalizando o encerramento formal do processo.

Figura 16 – Pendente ID.

**Controle de Fadiga e Telemetria - TCC** #ID: 2089

**Motorista:** MATHEUS FERNANDES

**Empresa:** TESTE **Contrato:** GER TCC - MATHEUS FERNANDES

**TAG:** TESTE **Gravidade:** GRAVÍSSIMO **Violação:** EXCESSO DE VELOCIDADE

**Data/Hora do Evento:** 23/03/2025 23:00:00 **Intervenção:** 23:05:01

**Parada:** 23:07:00 **Registrante:** Matheus Gomes

**Status:** Pendente SAP

**Responsável:** MATHEUS FERNANDES GOMES **Turno:** ADM

**Responsável Contratada:** MATHEUS FERNANDES **Turno Contratada:** ADM

**1º Tratativas:** TESTE DE EVENTO

**Parecer Gestor:** TESTE DE EVENTO

**Link:** TESTE EVENTO TCC

**Anexos:** QRCode for Check List Acompanhamento FMDS .png

\*ID  N5  **Enviar**

Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Concluído** O evento está finalizado, e nenhuma ação adicional pode ser realizada sobre ele como é demonstrado através da [Figura 17](#).

Figura 17 – Evento concluído.

The screenshot displays a mobile application interface for 'Controle de Fadiga e Telemetria - TCC'. On the left, a sidebar shows a user profile for Matheus Gomes with a 'Boa noite, Matheus Gomes' greeting and four buttons: 'Tela Inicial', 'Gerenciar Evento', 'Parecer do Evento', and 'Cadastrar Evento'. The main content area is titled 'Controle de Fadiga e Telemetria - TCC' and lists the following details:

- Motorista:** MATHEUS FERNANDES (#ID: 2089)
- Empresa:** TESTE | **Contrato:** GER TCC - MATHEUS FERNANDES
- TAG:** TESTE | **Gravidade:** GRAVÍSSIMO | **Violação:** EXCESSO DE VELOCIDADE
- Data/Hora do Evento:** 23/03/2025 23:00:00 | **Intervenção:** 23:05:01
- Parada:** 23:07:00 | **Registrante:** Matheus Gomes | **Status:** Concluído
- Responsável:** MATHEUS FERNANDES GOMES | **Turno:** ADM
- Responsável Contratada:** MATHEUS FERNANDES | **Turno Contratada:** ADM
- 1º Tratativas:** TESTE DE EVENTO
- Parecer Gestor:** TESTE DE EVENTO
- Link:** TESTE EVENTO TCC
- Anexos:** QRCode for Check List Acompanhamento FMDS .png | **#IDSAP:** 00

Fonte: Elaborado pelo autor.

A automatização desse processo é um exemplo do conceito de Business Process Management (BPM), que busca otimizar a execução de processos críticos para aumentar a eficiência organizacional (PESSOA; MELO, 2024). Segundo a Microsoft (2021), a integração entre Power Apps, Power Automate e Power BI permite um controle mais rigoroso das operações, garantindo maior transparência e rastreabilidade em cada etapa do fluxo de trabalho.

Com essa estrutura, a tela de gerenciamento não apenas facilita a análise e o acompanhamento dos eventos, mas também melhora a governança e a segurança das informações, permitindo que as empresas tomem decisões mais assertivas baseadas em dados confiáveis.

## 4.5 Gestão de dados com SharePoint e Power BI

O aplicativo desenvolvido para o monitoramento de eventos de segurança na mineradora emprega o SharePoint Online como plataforma de armazenamento de dados. O SharePoint Online provê uma solução robusta e segura para a guarda de informações, assegurando que os dados estejam disponíveis na nuvem e acessíveis a qualquer momento. As listas do SharePoint funcionam como repositórios centrais de dados, facilitando a

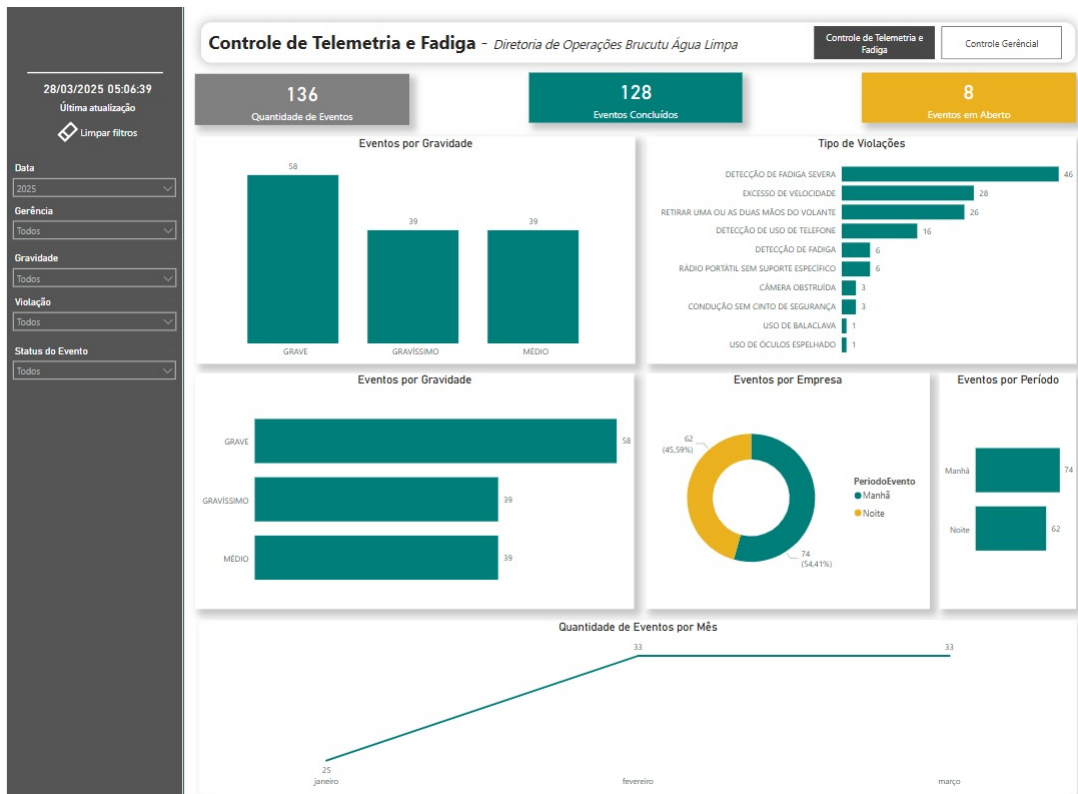
colaboração e o compartilhamento de informações entre os diversos setores da empresa.

A escolha do SharePoint Online foi fundamentada em sua capacidade de integração com outras ferramentas da Microsoft, como Power Apps, Power Automate e Power BI. Essa integração permite a criação de soluções abrangentes de gerenciamento de projetos e processos empresariais. De acordo com a [Microsoft \(2021\)](#), a integração do Power Apps, Power Automate e Power BI com o SharePoint Online permite criar soluções eficientes e otimizadas para a coleta, armazenamento e análise de dados.

Os dados coletados são analisados por meio de um dashboard no Power BI, desenvolvido para apresentar informações relevantes sobre os eventos de segurança de forma clara e objetiva. O Power BI possibilita a criação de relatórios interativos e detalhados, facilitando a tomada de decisão baseada em dados. A análise dos dados no Power BI é tratada com DAX (Data Analysis Expressions), uma linguagem de fórmula que permite realizar cálculos avançados e criar medidas personalizadas para a análise de dados.

O dashboard do Power BI é atualizado diariamente, assegurando que os dados estejam sempre correntes e reflitam as informações mais recentes. O acesso a este dashboard é restrito, uma vez que exibe dados sensíveis de colaboradores, garantindo a segurança e a privacidade das informações. A relevância do Power BI para a visualização de dados reside em sua capacidade de transformar dados brutos em percepções estratégicas, auxiliando na tomada de decisões informadas e estratégicas, conforme ilustrado na [Figura 18](#).

Figura 18 – Dashboard do Power BI.



Fonte: Elaborado pelo autor.

# 5 COMPARAÇÃO DAS ARQUITETURAS TECNOLÓGICAS

Este tópico apresenta uma análise comparativa entre o processo tradicional, utilizado antes do desenvolvimento da aplicação, e o novo modelo implementado após a adoção da solução tecnológica. A comparação visa evidenciar os avanços obtidos com a reengenharia, destacando melhorias em termos de automação, eficiência operacional, confiabilidade dos dados e capacidade de resposta.

## 5.1 Arquitetura do processo sem o aplicativo

No antigo processo, os dados são coletados manualmente e armazenados em planilhas ou documentos físicos, sem uma integração com outros sistemas. O fluxo de trabalho é manual e sujeito a falhas humanas, o que pode causar atrasos na detecção de problemas e na implementação de ações corretivas. A comunicação entre as partes envolvidas é muitas vezes ineficaz, e a análise dos dados dos eventos de fadiga e telemetria é limitada, o que impacta na tomada de decisões e na eficiência operacional.

## 5.2 Arquitetura do processo reestruturado (com o aplicativo)

Com a implementação das ferramentas Power Apps, Power Automate, Power BI e SharePoint, o novo processo é automatizado e centralizado. A coleta de dados é realizada de forma padronizada através do aplicativo, com integração direta ao SharePoint, assim, as informações ficam armazenadas de forma acessível e atualizada. O Power Automate automatiza a execução de tarefas, como o envio de alertas e a geração de relatórios, enquanto o Power BI oferece decisões estratégicas em tempo real, com maior assertividade e respaldo analítico.. A comunicação entre os diferentes sistemas e usuários é fluida e integrada, tornando o processo mais ágil e eficiente. [Tabela 2](#) resume os principais problemas identificados no processo original e as respectivas soluções implementadas com a adoção do novo sistema.

Tabela 2 – Solução de Problemas.

Ponto de Melhoria	Problema Identificado	Solução Proposta
Dificuldade no controle das informações	Ausência de um sistema estruturado resulta na perda de dados e dificuldade no acompanhamento das tratativas.	Implementação de um sistema centralizado via Power Apps e SharePoint Online para registro e rastreamento eficiente dos eventos.
Tempo de resposta elevado	Gestores demoram a responder aos eventos, comprometendo a agilidade na resolução.	Envio automatizado de notificações e lembretes via Power Automate, garantindo que os gestores sejam informados imediatamente.
Formulário extenso e burocrático	O preenchimento manual das ocorrências é demorado e desmotiva os responsáveis.	Simplificação do formulário com campos pré-preenchidos e opções padronizadas para acelerar o registro.
Falta de clareza no processo	Gestores não têm retorno sobre a necessidade de novas tratativas após registrar suas ações.	Criação de um sistema de feedback automatizado, informando o status do evento e a necessidade de novas ações.
Falta de padronização na comunicação	Notificações não são formalizadas e podem não ser recebidas pelos responsáveis.	Automação da comunicação com registro e confirmação de recebimento por e-mail e alertas no aplicativo.
Duplicidade de registros	Tanto o CCM quanto o gestor preenchem dados semelhantes em formulários distintos, gerando retrabalho.	Unificação do registro de eventos em um único sistema integrado, eliminando a redundância de preenchimento.
Falhas na análise da ação do gestor	Não há um critério automatizado para validar a efetividade da ação tomada.	Definição de critérios pré-estabelecidos e avaliação automatizada da ação tomada, garantindo conformidade com os padrões da empresa.
Atraso no preenchimento das ações	O tempo entre a identificação do evento e a resposta do gestor pode ser longo.	Painel de monitoramento em tempo real via Power BI, permitindo acompanhamento imediato das pendências.
Atualização manual do status do evento	Falta de acompanhamento em tempo real das etapas do fluxo.	Automação da atualização de status conforme o andamento do processo, eliminando necessidade de intervenção manual.
Ausência de um sistema eficiente para gestão dos dados	Dificulta a análise de tendências e a implementação de melhorias preventivas.	Dashboard analítico no Power BI, permitindo análise preditiva e identificação de padrões para ações preventivas.

## 6 TESTES E VALIDAÇÕES

A fase de teste e validação é crucial para assegurar que a solução tecnológica desenvolvida atinja os objetivos propostos e seja eficaz no ambiente operacional. No contexto deste projeto, focado na automação do monitoramento de eventos de segurança em uma mineradora, esta etapa foi delineada para garantir a confiabilidade, usabilidade e precisão do sistema, bem como para identificar oportunidades de aprimoramento antes da implementação final.

Para tanto, foram conduzidos testes em ambiente controlado, simulando situações reais de uso, com o intuito de verificar o comportamento do sistema em diversos cenários. Essa abordagem permitiu avaliar o desempenho da aplicação, identificar falhas pontuais e promover os ajustes necessários, assegurando que a ferramenta estivesse alinhada às necessidades dos usuários e aos requisitos operacionais da empresa.

### 6.1 Testes unitários com Power Apps

Os testes unitários foram realizados para validar individualmente cada funcionalidade do aplicativo desenvolvido em Power Apps. Esta etapa abrangeu a verificação do preenchimento correto dos formulários, a lógica de cálculo da gravidade dos eventos, geração de relatórios em HTML/CSS e o envio automatizado de e-mails via Power Automate. Cada componente foi testado isoladamente para assegurar que operasse conforme o esperado, sem interferência de outras partes do sistema.

Em seguida, foram realizados testes integrados, nos quais todas as funcionalidades foram avaliadas em conjunto, simulando o fluxo completo de um evento de segurança — desde o registro inicial até a análise final no Power BI. Esses testes permitiram validar a integração entre Power Apps, SharePoint, Power Automate e Power BI, assegurando que os dados fluíssem corretamente entre as plataformas e que os relatórios gerados refletissem com precisão as informações inseridas.

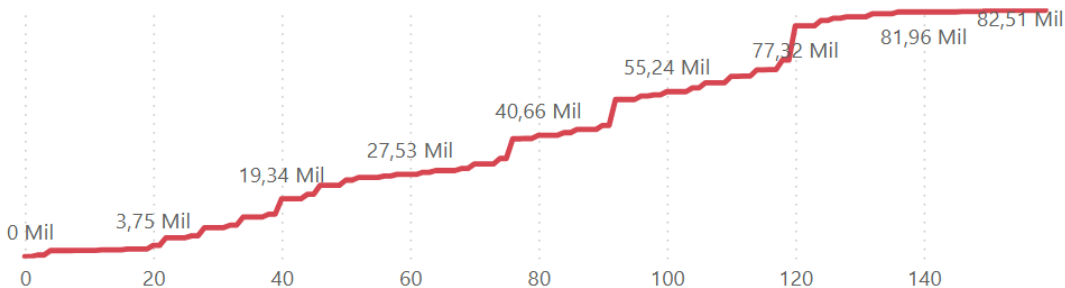
Além disso, o Power Apps oferece ferramentas nativas de análise de desempenho de aplicação, que foram empregadas para mensurar o tempo de execução de cada etapa de utilização do software. Com esses recursos, foi possível identificar os gargalos de tempo em diversos cenários de uso do aplicativo, conforme ilustrado nas figuras abaixo, onde o eixo x se caracteriza pela quantidade de tarefa e tarefa respectivamente, e o y pelo tempo em milissegundos.

- **Análise de dados do cadastro do evento:** Duração por milissegundos [Figura 19](#)

e duração por tarefa [Figura 20](#).

Figura 19 – Duração do envio de um evento.

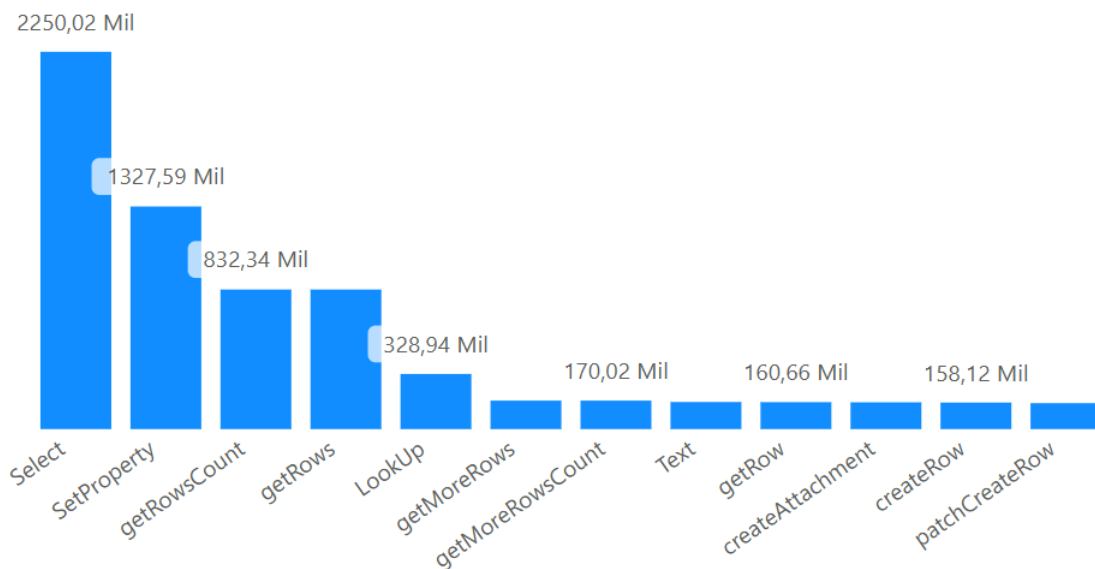
**Linha de Duração de Tarefas para Cadastro de Evento**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20 – Duração por tarefa de um envio de evento.

**Duração de Tarefas para Cadastro de evento**



Fonte: Elaborado pelo autor.

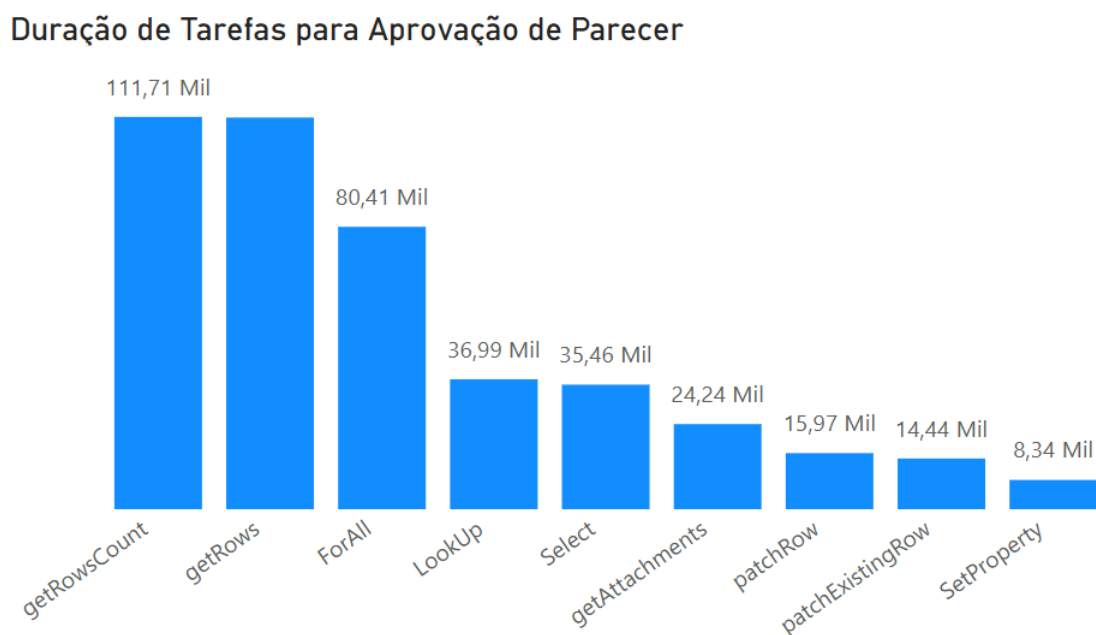
- **Análise de dados do parecer do evento:** Duração por milissegundos [Figura 21](#) e duração por tarefa [Figura 22](#).

Figura 21 – Duração do envio de um parecer do evento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

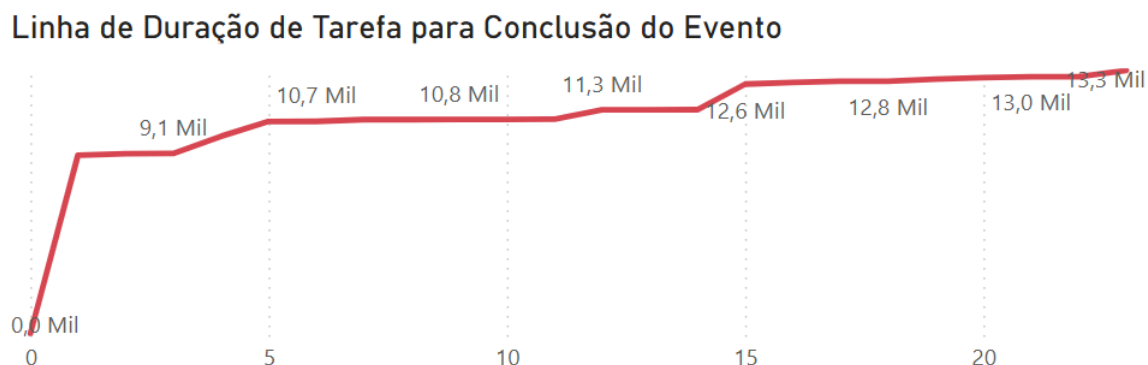
Figura 22 – Duração por tarefa de um envio de parecer do evento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Análise de dados da conclusão do evento:** Duração por milissegundos [Figura 24](#) e duração por tarefa [Figura 23](#).

Figura 23 – Duração por tarefa de um envio de conclusão do evento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24 – Duração do envio da conclusão do evento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas métricas foram cruciais para otimizar o desempenho da aplicação, possibilitando ajustes pontuais nas consultas e operações mais custosas. As figuras acima ilustram o gráfico com os tempos médios de execução das principais tarefas da aplicação.

## 6.2 Análise e percepções

Adicionalmente aos testes unitários, foi realizada uma etapa qualitativa de validação por meio de entrevistas com usuários finais, abrangendo supervisores, operadores do CCM e motoristas. Os relatos obtidos indicaram uma percepção positiva em relação à nova ferramenta, evidenciando ganhos expressivos em organização, agilidade e confiabilidade no tratamento dos eventos de segurança. Supervisores, por exemplo, reportaram que o sistema reduziu o tempo de resposta e otimizou o acompanhamento das ocorrências, enquanto operadores do CCM destacaram a clareza da identificação da situação do evento (status) e a eliminação de retrabalhos com planilhas.

Os motoristas também demonstraram receptividade ao novo processo, destacando a maior transparência na comunicação dos eventos, o que contribui diretamente para a segurança individual e coletiva. Entre as sugestões mais recorrentes, destacam-se a implementação de alertas automáticos, a criação de dashboards com indicadores críticos e o envio de notificações específicas para a equipe médica, considerando que, em determinados casos, uma das medidas corretivas envolve o encaminhamento do colaborador à área de saúde ocupacional. Essas propostas já estão sendo analisadas para possíveis inclusões em futuras atualizações da aplicação.

# 7 IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO DOS RESULTADOS

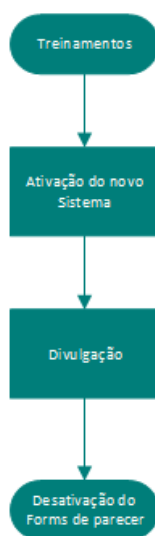
Esta seção aborda os principais aspectos referentes à implementação prática da solução desenvolvida e ao monitoramento contínuo de seu desempenho. A proposta transcende a mera entrega de um sistema funcional, consolidando uma nova abordagem de processo fundamentada na automação e padronização de fluxos, com integração de dados em tempo real. A implementação foi conduzida com foco na adaptação dos usuários, na estruturação técnica do CCM para o novo fluxo e na garantia da integridade dos dados. O monitoramento foi concebido como um processo sistemático, gerando indicadores-chave que permitem a avaliação e a aderência da solução.

## 7.1 Implantação oficial da solução

A implantação oficial da solução ocorreu após a conclusão dos testes unitários e integrados, com ajustes fundamentados nos relatos dos usuários. A aplicação foi disponibilizada aos setores responsáveis pela gestão de eventos de segurança, abrangendo o Centro de Controle e Monitoramento (CCM), gestores e supervisores operacionais, bem como pontos focais de empresas terceirizadas.

Como parte da estratégia de transição, uma campanha de divulgação por e-mail institucional foi realizada para comunicar a substituição do antigo sistema de parecer, baseado em formulários manuais, pelo novo aplicativo. Em paralelo, foram conduzidos treinamentos remotos, focados na navegação pelo aplicativo, no preenchimento correto dos dados e na interpretação dos relatórios gerados. Adicionalmente, executou-se o processo de desabilitação do antigo formulário de parecer, assegurando que todos os registros fossem realizados exclusivamente pela nova plataforma, o que evitou duplicidade de informações e promoveu a padronização do fluxo. As etapas de implantação são detalhadas na [Figura 25](#).

Figura 25 – Fluxo de implantação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7.2 Monitoramento de indicadores

Com a solução em operação, instituiu-se um processo contínuo de monitoramento por meio da gestão visual idealizada no Power BI, atualizados diariamente. Os indicadores-chave definidos foram: tempo médio de resposta dos gestores, taxa de adesão dos usuários ao novo sistema e impacto na segurança operacional.

Para assegurar a efetividade do processo, foram definidos Acordos de Nível de Serviço (SLAs) internos. Estabeleceu-se que o parecer do gestor deve ser registrado em até 5 dias úteis após o evento, e o cadastro no sistema da empresa deve ocorrer em até 1 dia útil após a tratativa. O aplicativo foi configurado para que o evento seja registrado imediatamente após a comunicação com o gestor, garantindo rastreabilidade e agilidade. O acompanhamento desses indicadores é realizado semanalmente pela equipe do CCM, permitindo intervenções rápidas em caso de desvios. O tempo por etapa do processo anterior, apresentado na Tabela 3, foi levantado por meio de análise documental, entrevistas com os envolvidos e acompanhamento do registro de eventos antes da implementação do aplicativo. A comparação dos SLAs estabelecidos com esse tempo pode ser visualizada na [Tabela 3](#).

Tabela 3 – Comparativo de Prazos por Etapa.

<b>Etapa</b>	<b>Tempo Anterior</b>	<b>SLA Estabelecido</b>
Cadastro do Evento	Até 30 minutos	Até 10 minutos
Parecer da Liderança	Até 45 dias úteis	5 dias úteis
Cadastro no Sistema da Empresa	Não era realizado	1 dia útil
Envio de Relatório	Manual, até 1 dia após parecer	Automático, imediato após o cadastro do evento
Atualização de Status	Irregular, dependente de planilhas	Automática via Power Automate
Análise de Dados	Mensal, com consolidação manual	Diária, via dashboards no Power BI

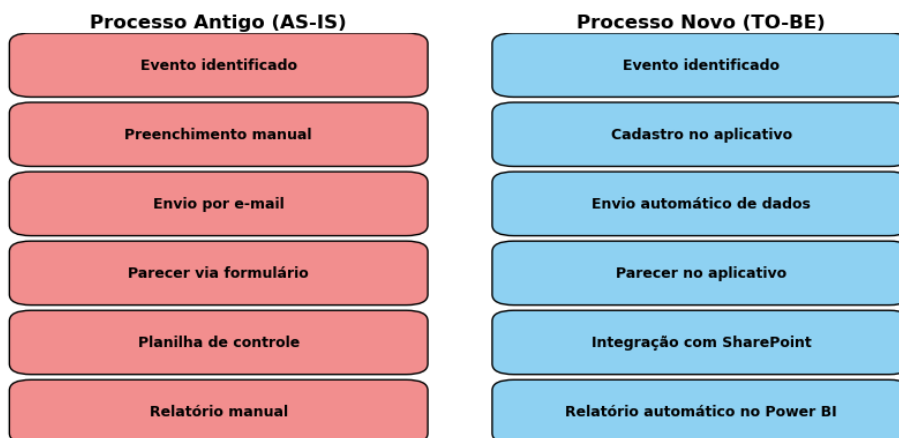
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 7.3 Análise da reengenharia e identificação de melhoria

A avaliação da reengenharia foi conduzida com base na comparação entre o fluxo anterior e o novo modelo digital. O processo precedente, caracterizado por registros manuais, comunicação descentralizada e ausência de padronização, foi substituído por um sistema automatizado, integrado e com controle centralizado de dados. Essa transformação alinha-se aos princípios da Reengenharia de Processos de Negócio (BPR), conforme definido por [Hammer \(1990\)](#), que preconiza a reformulação radical dos processos para alcançar melhorias significativas em desempenho, qualidade e velocidade.

A nova solução reflete essa abordagem ao eliminar etapas redundantes, reduzir o tempo de tratativa de eventos e aumentar a confiabilidade das informações. Ainda assim, foram identificadas oportunidades de melhoria, como a implementação de alertas automáticos para a equipe médica, com o histórico de cada funcionário na ocorrência de eventos de fadiga. Essa sugestão foi documentada e priorizada para futuras atualizações, reforçando o compromisso com a melhoria contínua. A [Figura 26](#). realiza uma breve comparação entre os processos.

Figura 26 – Comparativo entre processos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8 ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo reafirma a relevância da Reengenharia de Processos de Negócio (BPR) como ferramenta transformadora na gestão de segurança operacional do setor minerador. Pela lente da Engenharia da Computação, este trabalho demonstrou como a integração estratégica de sistemas e o uso inteligente de tecnologias digitais foram fundamentais para aprimorar processos, transcendendo as metodologias manuais e suscetíveis a falhas.

A solução desenvolvida, baseada na Microsoft Power Platform e na abordagem low-code, demonstrou a construção de sistemas robustos e eficientes. Os resultados, como a significativa redução nos tempos de resposta e de cadastro, e a eliminação de retrabalhos, validam não apenas os ganhos operacionais, mas também a eficácia de uma arquitetura de software bem planejada e a aplicação de princípios de otimização de sistemas.

Embora o projeto tenha alcançado sucesso notável na otimização de fluxos de trabalho e na promoção da cultura de segurança, foram identificados desafios inerentes à integração com sistemas legados e à governança de dados externos, os quais representam oportunidades para estudos e desenvolvimentos futuros, como aprimoramentos na integração de dados e a expansão da governança.

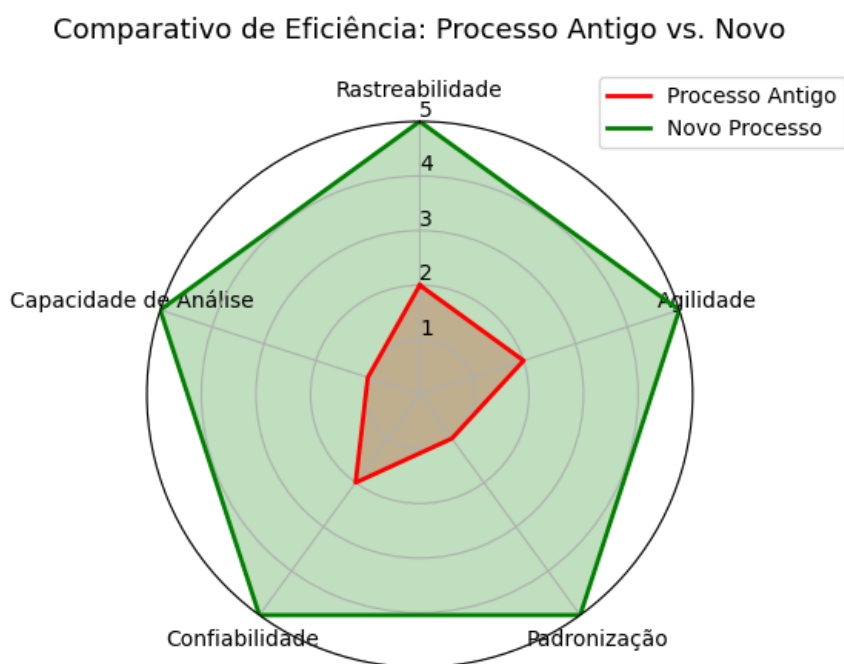
Em suma, este trabalho conclui que a sinergia entre os conceitos da BPR e a aplicação prática dos conhecimentos da Engenharia da Computação, através do desenvolvimento e integração de softwares modernos, é um caminho promissor para impulsionar a eficiência, a segurança e a sustentabilidade em ambientes industriais complexos. Este estudo serve como um modelo replicável, enfatizando o papel central da engenharia na concepção e execução de soluções inovadoras que geram valor real para as organizações.

### 8.1 Análise comparativa da eficiência do novo processo com o modelo anterior

A análise comparativa entre os modelos de gestão de eventos de segurança revela uma mudança estrutural que vai além da substituição de ferramentas: trata-se de uma transformação na lógica de operação. O processo anterior, embora funcional, era limitado por sua natureza fragmentada, com registros manuais, comunicação informal e ausência de controle sistêmico. Isso resultava em baixa previsibilidade, dificuldade de rastreamento e lentidão na resposta a eventos críticos.

Com a reengenharia, o novo modelo passou a operar com base em fluxos integrados, dados estruturados e automação de tarefas. A eficiência não se expressa apenas na redução de tempo, mas na capacidade de gerar respostas mais consistentes, confiáveis e auditáveis. A gestão deixou de ser reativa e passou a ser orientada por dados, com indicadores atualizados em tempo real e visibilidade ampliada para os gestores como mostra a [Figura 27](#).

Figura 27 – Comparativo entre processos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, a nova abordagem permitiu a institucionalização de boas práticas, como o estabelecimento de SLAs (Service Level Agreement), a padronização de pareceres e a formalização de tratativas. A análise de desempenho, antes feita de forma esporádica, tornou-se parte do ciclo contínuo de melhoria, com apoio de dashboards e relatórios automatizados. Essa mudança de paradigma fortaleceu a governança, aumentou a transparência e criou um ambiente mais propício à prevenção de riscos.

Essa integração tecnológica proporcionou ganhos expressivos em eficiência operacional. O tempo de resposta dos gestores foi consideravelmente reduzido, conforme demonstrado na [Tabela 4](#). O envio de relatórios passou a ser automático, e a análise de

dados tornou-se diária, substituindo o modelo anterior baseado em consolidações manuais realizadas mensalmente. Adicionalmente, a confiabilidade das informações aumentou significativamente, com a eliminação da duplicidade de registros e a rastreabilidade completa das ações.

Tabela 4 – Análise Comparativa de Métodos Operacionais.

Aspecto Avaliado	Processo Manual	SLA Estabelecido	Processo Automatizado
Cadastro de evento	Até 30 minutos por evento	Até 10 minutos	5 minutos por evento
Parecer da liderança	Até 45 dias úteis	5 dias úteis	3 dias úteis
Cadastro no Sistema da Empresa	Não era realizado	1 dia útil	1 dia útil
Envio de Relatório	Manual, até 1 dia após parecer	Automático, imediato após o cadastro do evento	Envio automático de reports
Geração de relatórios	Manual	Automática via Power BI	Automática via Power BI
Armazenamento de dados	Planilhas e e-mails	Lista SharePoint	Lista SharePoint

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8.2 Métricas: redução no tempo de resposta, melhoria na confiabilidade das informações, impactos na segurança e gestão operacional.

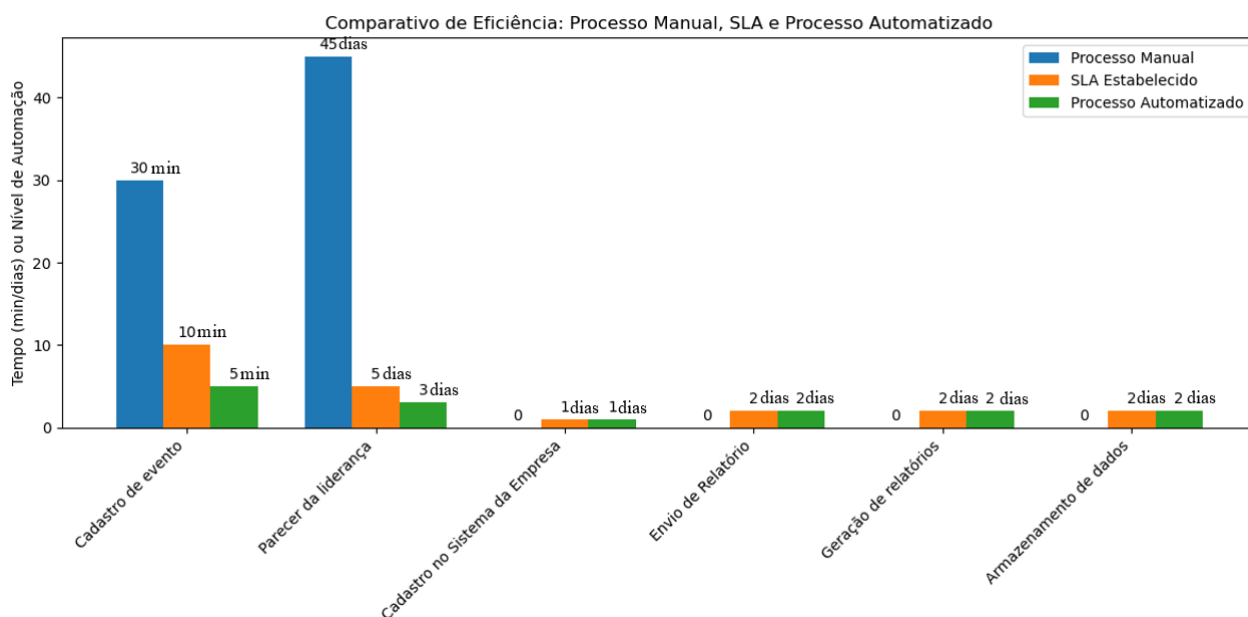
A análise das métricas coletadas após a implementação do novo processo automatizado evidencia ganhos concretos em eficiência, confiabilidade e segurança. A seguir, são apresentados os principais indicadores de desempenho, com uma comparação entre os tempos praticados anteriormente, os SLAs definidos e os tempos reais observados após a automação do sistema.

- **Redução no Tempo de Resposta:** a reengenharia de processos permitiu uma redução significativa no tempo de resposta dos gestores e no tempo de cadastro dos eventos. A [Tabela 4](#) apresenta os SLAs estabelecidos, como o prazo de até 5 dias úteis para o parecer do gestor. No entanto, os dados coletados demonstram que o tempo médio real tem sido inferior a esse limite, com o parecer sendo registrado em até 3 dias úteis, e o cadastro do evento sendo realizado em 5 minutos, muito abaixo do tempo anterior de 30 minutos.

- **Melhoria na Confiabilidade das Informações:** a automação do processo eliminou etapas manuais suscetíveis a erros, como o preenchimento de planilhas e o envio de e-mails. Com a centralização dos dados no SharePoint Online e a padronização dos formulários no aplicativo, foi possível garantir a redução de inconsistências nos registros, rastreabilidade completa das ações tomadas e atualizações automáticas do status dos eventos. Essas melhorias aumentaram a confiabilidade das informações e facilitaram auditorias internas e análises estratégicas.
- **Impactos na Segurança Operacional:** a agilidade na resposta aos eventos de segurança, especialmente os relacionados à fadiga e comportamento inadequado, contribuiu diretamente para a mitigação de riscos. A comunicação imediata com os gestores e a geração automática de relatórios permitiram a rápida adoção de medidas corretivas e redução da reincidência de eventos críticos, com acompanhamento em tempo real por meio de dashboards no Power BI.
- **Gestão Operacional e Tomada de Decisão:** com a integração às ferramentas da Microsoft Power Platform, a gestão operacional passou a ser orientada por dados. Os gestores agora têm acesso a indicadores atualizados diariamente, relatórios automatizados, painéis personalizados e interativos que facilitam a priorização de ações. Essa transformação fortaleceu a governança e aumentou a transparência nas decisões.

Com base nas informações analisadas, foi elaborado o gráfico apresentado na [Figura 28](#), que sintetiza visualmente os principais ganhos obtidos com a reengenharia do processo. O gráfico compara três cenários distintos: o processo anterior (manual), os parâmetros definidos pelo SLA estabelecido e os resultados efetivamente alcançados após a automação.

Figura 28 – Resultados finais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise proporcionada pela [Figura 28](#), observa-se que a automatização do processo resultou em melhorias iguais ou superiores às metas estabelecidas em todos os tópicos avaliados. Destacam-se, por exemplo:

- **Cadastro de evento:** O tempo de cadastro de evento foi reduzido em aproximadamente 83,33% em relação ao processo manual, e um ganho de 50% em relação ao SLA proposto.
- **Parecer da liderança:** o tempo de resposta foi reduzido em cerca de 93,33% quando comparado ao processo anterior, e 40% em relação ao SLA estabelecido.

Esses resultados reforçam a eficácia da solução implementada, demonstrando que a automação não apenas atendeu, mas superou os padrões de desempenho estabelecidos inicialmente.

Embora o estudo não tenha abordado com profundidade a análise financeira, estima-se que a redução no tempo de tratativas, aliada à eliminação de retrabalho e duplicidade de registros, represente uma economia relevante em termos de horas-homem e custos operacionais. Considerando o volume mensal de eventos registrados na mineradora, tais ganhos podem refletir impactos financeiros e produtivos significativos a médio e longo prazo.

### 8.3 Conclusões do estudo e recomendações para aprimoramentos contínuos.

A reestruturação do processo de gestão de eventos de segurança, por meio da aplicação de conceitos de reengenharia e a adoção de tecnologias de automação, resultou em avanços significativos na eficiência operacional, na confiabilidade das informações e na agilidade das respostas. A substituição de fluxos manuais por um sistema digital integrado possibilitou não apenas a padronização e rastreabilidade das ações, mas também a consolidação de uma cultura orientada por dados.

A análise dos resultados demonstrou que os tempos de resposta foram amplamente reduzidos, os registros tornaram-se mais precisos e acessíveis, e a comunicação entre os setores foi aprimorada. A utilização de ferramentas como Power Apps, Power Automate, SharePoint Online e Power BI viabilizou a automação de tarefas críticas, a geração de relatórios em tempo real e o monitoramento contínuo dos indicadores de desempenho.

Apesar dos avanços, ainda existem oportunidades pontuais de melhoria. Uma delas refere-se à integração entre o sistema de alertas e o aplicativo desenvolvido, o que atualmente não é viável devido à governança de dados e à autonomia das empresas terceirizadas envolvidas. Outra sugestão relevante, identificada durante a coleta de feedbacks, é a automação do envio de eventos relacionados à fadiga para a equipe médica, o que pode contribuir para ações preventivas mais eficazes e alinhadas às diretrizes de saúde ocupacional.

Esses pontos reforçam a importância de manter o processo em constante evolução, incorporando melhorias que ampliem o alcance e a efetividade da solução implementada.

### 8.4 Conclusão

Este estudo contribuiu significativamente para a literatura sobre reengenharia de processos no setor minerador, demonstrando como a aplicação estratégica de tecnologias pode aprimorar a gestão da segurança operacional. A Reengenharia de Processos de Negócio (BPR) fundamentou a metodologia do projeto, possibilitando a reformulação completa da forma como os eventos de segurança são tratados em uma mineradora.

Com base nos princípios da BPR, como o redesenho radical de processos, a eliminação de etapas redundantes e o foco em ganhos substanciais de desempenho, foi possível substituir um modelo manual, descentralizado e suscetível a falhas por um sistema digital, automatizado e orientado por dados. Nesse contexto, a expertise da Engenharia da Computação foi crucial, proporcionando uma abordagem sistemática e lógica para a análise de requisitos, o desenho da arquitetura da solução e a implementação eficiente. A capacidade de abstração de problemas complexos em componentes gerenciáveis e a aplicação de boas

práticas de desenvolvimento de software foram pilares para a construção de um sistema robusto e escalável.

A adoção das ferramentas da Microsoft Power Platform – especificamente o Power Apps para a interface de usuário e coleta de dados, o Power Automate para a orquestração dos fluxos de trabalho e automatização de tarefas, o SharePoint Online para o armazenamento estruturado de dados e documentos, e o Power BI para a visualização e análise de dados em tempo real – viabilizou a criação de uma solução tecnológica integrada e de pouco código. Essa abordagem permitiu padronizar informações, automatizar tarefas estratégicas e disponibilizar análises em tempo real, reduzindo significativamente o tempo de desenvolvimento e otimizando o ciclo de vida do projeto. Entre os resultados alcançados, destacam-se a redução de até 83% no tempo de cadastro de eventos, 93% no tempo de resposta da liderança e a eliminação de retrabalhos nos registros, evidenciando a eficácia da aplicação de conceitos de desenvolvimento ágil e otimização de sistemas.

Além dos avanços operacionais, a solução contribuiu para fortalecer a governança corporativa, aumentar a transparência nas tratativas e promover uma cultura organizacional mais orientada à segurança e à tomada de decisão baseada em evidências. A receptividade dos usuários e os feedbacks positivos reforçam o impacto positivo da transformação, validando a abordagem de design centrado no usuário e a funcionalidade do sistema.

Durante a execução do projeto, foram identificadas oportunidades adicionais de melhoria, que, embora tecnicamente viáveis, enfrentam limitações organizacionais. A principal delas é a impossibilidade de integrar o aplicativo diretamente ao sistema de alertas em tempo real, devido às restrições de governança de dados impostas por empresas terceirizadas. Essa limitação impede a automação completa do processo, impactando o envio automático de eventos críticos, como sonolência e comportamentos inseguros, desde a detecção até a notificação por relatório. Também foi sugerida a automação do envio de alertas de fadiga para a equipe médica, medida que poderia fortalecer as ações preventivas na área de saúde ocupacional.

Caso essas melhorias sejam implementadas, o sistema poderá alcançar um novo nível de automação e inteligência operacional, com respostas rápidas e ações proativas orientadas por dados em tempo real. Dessa forma, este trabalho evidencia que a aplicação prática dos conceitos de BPR, aliada ao uso de tecnologias de pouco código e fundamentada nos princípios da Engenharia da Computação, pode gerar uma transformação significativa na gestão de segurança industrial, contribuindo para operações mais eficientes, seguras e sustentáveis.

# Referências

- AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS. *Guidelines for Risk Based Process Safety*. New York: AIChE Center for Chemical Process Safety, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 21.
- Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO). *Diretrizes para a aplicação da ergonomia no ambiente ocupacional*. São Paulo: ABERGO, 2019. Citado na página 17.
- CHIAVENATO, I. *Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. Citado na página 17.
- DAVENPORT, T. H.; SHORT, J. E. The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, v. 31, n. 4, p. 11–27, 1990. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 16.
- GUIMARÃES, T. C. M. *Reengenharia de processos: uma abordagem para a melhoria contínua do desempenho das organizações*. [S.l.]: Atlas, 1998. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 36.
- HAMMER, M. Reengineering work: Don't automate, obliterate. *Harvard Business Review*, v. 68, n. 4, p. 104–112, 1990. Citado 4 vezes nas páginas 14, 16, 34 e 54.
- IBM. *IBM Automation: Automação inteligente para transformar os negócios*. 2021. White paper. Disponível em: <<https://www.ibm.com/downloads/cas/1ZDX4VBO>>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 35.
- Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC, 2023). *Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa*. 6. ed. São Paulo: IBGC, 2023. Citado na página 35.
- Microsoft. White paper, *Power Platform: transformando processos com Power Apps, Power Automate e Power BI*. 2021. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/power-platform/>>. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 43.
- MICROSOFT. *Microsoft Power Platform*. 2024. <<https://learn.microsoft.com/pt-br/power-platform/>>. Acesso em: 17 ago. 2025. Citado na página 18.
- Ministério dos Transportes, Portos e Aviação. *Estudo aponta que mais de 50% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas*. 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/estudo-aponta-que-mais-de-50-dos-acidentes-de-transito-sao-causados-por-falhas-humanas765>>. Citado na página 13.
- O Liberal. *Motorista morre após caminhão despencar de ribanceira em Curionópolis*. 2024. Acesso em: 2 abr. 2025. Disponível em: <<https://www.oliberal.com/policia/motorista-morre-apos-caminhao-despencar-de-ribanceira-em-curionopolis-1.882849>>. Citado na página 13.
- OLIVEIRA, M. S.; SANTOS, R. T. Tecnologias de monitoramento e segurança em operações de mineração. *Revista Brasileira de Engenharia de Minas*, v. 15, n. 2, p. 45–62, 2024. Citado na página 13.

PESSOA, M. S.; MELO, A. C. G. *Gerenciamento de Processos de Negócio: BPM*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2024. Citado 3 vezes nas páginas 17, 18 e 42.

SALES, M.; FERREIRA, C. Aplicação da reengenharia de processos no setor de mineração. *Revista de Engenharia e Tecnologia Aplicada*, v. 12, n. 1, p. 55–68, 2024. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.