



Análise Automática de Telecomandos em Subestações e Redes de Distribuição

Tema: Sistemas de Controle, Automação e Proteção

Autores: Ivan Serra

Co-Autores: Sérgio Sá Barretto, Luciana Pacheco, Sérgio Lessa, Giovane Malcher

Empresa: Equatorial Pará Distribuidora de Energia S.A

Resumo

O uso de infraestruturas digitais de automação e controle nas subestações e redes de distribuição do sistema elétrico gera grande volume de dados, possibilitando o monitoramento e controle em tempo real do sistema elétrico de potência. Este trabalho apresenta uma solução automática para análise de telecomandos, com foco na identificação e categorização de falhas e suas causas raízes, a partir de logs do SCADA. A solução foi aplicada a seis distribuidoras da Equatorial Energia, localizadas nas regiões Norte, Nordeste e Sul do Brasil. As falhas foram classificadas e relacionadas a tipos específicos de comando, permitindo o mapeamento comando-falhas por meio dos logs de comandos e eventos do supervisório. Os resultados preliminares demonstraram alta taxa de eficácia no diagnóstico, permitindo uma avaliação sistemática das falhas e suas causas. A solução gera insumos para ações proativas de manutenção, melhorias na infraestrutura e redução de custos operacionais, contribuindo para a elevação dos indicadores de desempenho, melhoria dos resultados e alcance da excelência operacional.

1. Introdução

As tecnologias da Indústria 4.0 têm revolucionado o setor de distribuição de energia elétrica, promovendo transformações significativas em termos de eficiência e sustentabilidade. A adoção de tecnologias avançadas possibilita a otimização da logística empresarial, melhorando a gestão energética, reduzindo as perdas do sistema e aumentando a confiabilidade do fornecimento de energia. Nesse contexto, os sistemas de automação constituem a base essencial para a implantação dessas tecnologias, que requerem dados e informações em tempo real dos processos de distribuição de energia. (GARCIA & PEREIRA & PEREIRA, 2024).

O desempenho dos sistemas de automação em empresas do setor elétrico é tradicionalmente avaliado por meio da medição da disponibilidade de comunicação entre as subestações e os Centros de Operação. Embora esse indicador reflita o tempo em que o sistema está acessível aos usuários, ele não contempla falhas críticas que ocorrem em momentos específicos, quando o sistema é necessário e não responde adequadamente. Este tempo pode ser muito pequeno em relação a um período analisado, não afetando significativamente o indicador de disponibilidade (SILVA, TAVARES, KIPERSTOK & OLIVEIRA, 2012, p. 1). A partir de constatações que a disponibilidade não representa isoladamente um indicador adequado para

avaliar o desempenho do sistema de automação, a Equatorial adota também o percentual de sucesso de telecomandos como um indicador de avaliação do seu sistema de Automação.

A coleta de dados para o cálculo do percentual de sucesso de telecomandos é realizada a partir das infraestruturas digitais de automação e controle nas subestações e redes de distribuição, que permitem o monitoramento e comando remoto de equipamentos em campo, gerando dados e logs estruturados. Estas infraestruturas são gerenciadas por Sistemas Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), que monitoram continuamente os comandos emitidos (SOUZA, 2008).

A infraestrutura de automação de um sistema de distribuição de energia é organizada hierarquicamente. O sistema SCADA, hospedado em um Centro Integrado de Controle (CIC), localizado na sede de uma distribuidora, comunica-se remotamente com Unidades Terminais Remotas (UTR) e relés de suas subestações, os quais atuam sobre os equipamentos como disjuntores, religadores, chaves seccionadoras e chaves de banco permitindo sua monitoração e alteração de seus estados (SOUZA, 2008).

Nesta infraestrutura de supervisão e controle, é normal a ocorrência de falhas de comandos de manobra. Estas falhas podem ocorrer devido a anomalias no SCADA, nos meios de comunicação, nos gateways, nos Intelligent Electronic Devices (IED) ou nos equipamentos. A maioria das práticas de diagnósticos de falhas de comandos se baseia nos julgamentos dos operadores e equipes de manutenção, levando em conta suas experiências em análise e planejamento de ações corretivas (SOUZA, 2008).

Entretanto, as ações corretivas em ambientes de distribuição de energia apresentam desafios significativos devido à necessidade de deslocamento por grandes distâncias para identificar e corrigir falhas. Esse processo costuma ser demorado e dispendioso, o que eleva os custos operacionais. A demora na identificação e resolução dos problemas resulta em interrupções prolongadas e recorrentes no fornecimento de energia elétrica, gerando insatisfação entre os clientes e impactando diretamente a confiabilidade do sistema e, por consequência, também do serviço (FUHRMANN, 2017).

Em contrapartida, o grande volume de informações disponibilizadas pelo sistema SCADA abre oportunidades para análises mais detalhadas, que podem orientar ações de manutenção e melhorias da infraestrutura de automação do sistema elétrico, resultando em um aumento significativo da qualidade do serviço ao público (CONSERVA & SARMENTO & BENEDITO & MEDEIROS & MONTERO & LIMA, 2024). Entre as informações mais relevantes armazenadas, se destacam os telecomandos: solicitações emitidas por operadores via consoles dos sistemas SCADA, que permitem modificar remotamente o estado físico de processos automatizados de distribuição de energia. Essa funcionalidade é essencial para assegurar a rápida recomposição do sistema, minimizar tempo de indisponibilidade, reduzir custos de manutenção e melhorar a qualidade percebida pelos clientes (SILVA, 2012).

Considerando os fatores inerentes à infraestrutura de comunicação, as possíveis inconsistências na configuração dos SCADA, aos problemas típicos na parte eletromecânica dos disjuntores, religadores e chaves do sistema elétrico e algumas práticas do time de operação, as falhas na execução dos telecomandos se tornam eventos comumente observados. Algumas dessas falhas podem ser diagnosticadas por meio da avaliação dos eventos gerados pela camada de automação que hospeda os relés e remotas do sistema. Devido ao grande volume de dados de eventos e comandos, porém, o diagnóstico manual se torna extenuante e custoso (LEITE, 2019).

Em contrapartida, os dados gerados pelos SCADA podem ser organizados em uma base de conhecimento para processamento dos logs disponíveis, por meio de uma solução que integra uma lógica de correlações entre os eventos. Neste contexto operacional, é mais do que oportuno o desenvolvimento e a implementação de uma Grade de Análise Automática de Telecomandos, que forneça um diagnóstico preliminar das causas raízes das falhas com base nos dados de alarmes e sinalizações disponíveis no SCADA (LEITE, 2019).

Neste artigo, é apresentada a solução de Análise Automática de Telecomandos (SAT) implementada em seis distribuidoras da Equatorial Energia nas regiões Norte, Nordeste e Sul do Brasil. Inicialmente, é abordada a importância das infraestruturas digitais de automação e controle nas subestações do sistema elétrico, destacando o desenvolvimento de uma solução automática para análise de telecomandos, com foco na identificação e categorização de falhas e suas causas raízes. Em seguida, o texto detalha o processamento dos telecomandos, a arquitetura do sistema SCADA e a implementação da Grade de Análise de Comandos. Os resultados preliminares demonstraram uma alta taxa de eficácia no diagnóstico das falhas, permitindo uma avaliação sistemática e ações proativas de manutenção. Conclui-se que a solução contribui significativamente para a elevação dos indicadores de desempenho, melhoria dos resultados e alcance da excelência operacional.

2. Desenvolvimento

2.1 PROCESSAMENTO DO TELECOMANDO

Na console do SCADA do Centro de Operação de uma distribuidora, um operador emite um comando de manobra para, por exemplo, um disjuntor de uma Subestação (SE). Este comando é então registrado no log de eventos do SCADA, que é implementado como uma base de dados localizada na infraestrutura local da sede.

O comando é transmitido desde o SCADA no Centro de Operação, passando pelo *firewall* da sede até ser recepcionado na SE. Em seguida, o comando atravessa o *firewall* e o *switch* de Telecom da SE, até alcançar o *switch* de Automação. A partir desse ponto, o comando é processado por uma Unidade Terminal Remota (UTR), que aciona os relés responsáveis pelos dispositivos de manobra e proteção subjacentes, como disjuntores, religadores e chaves seccionadoras (Figura 1).

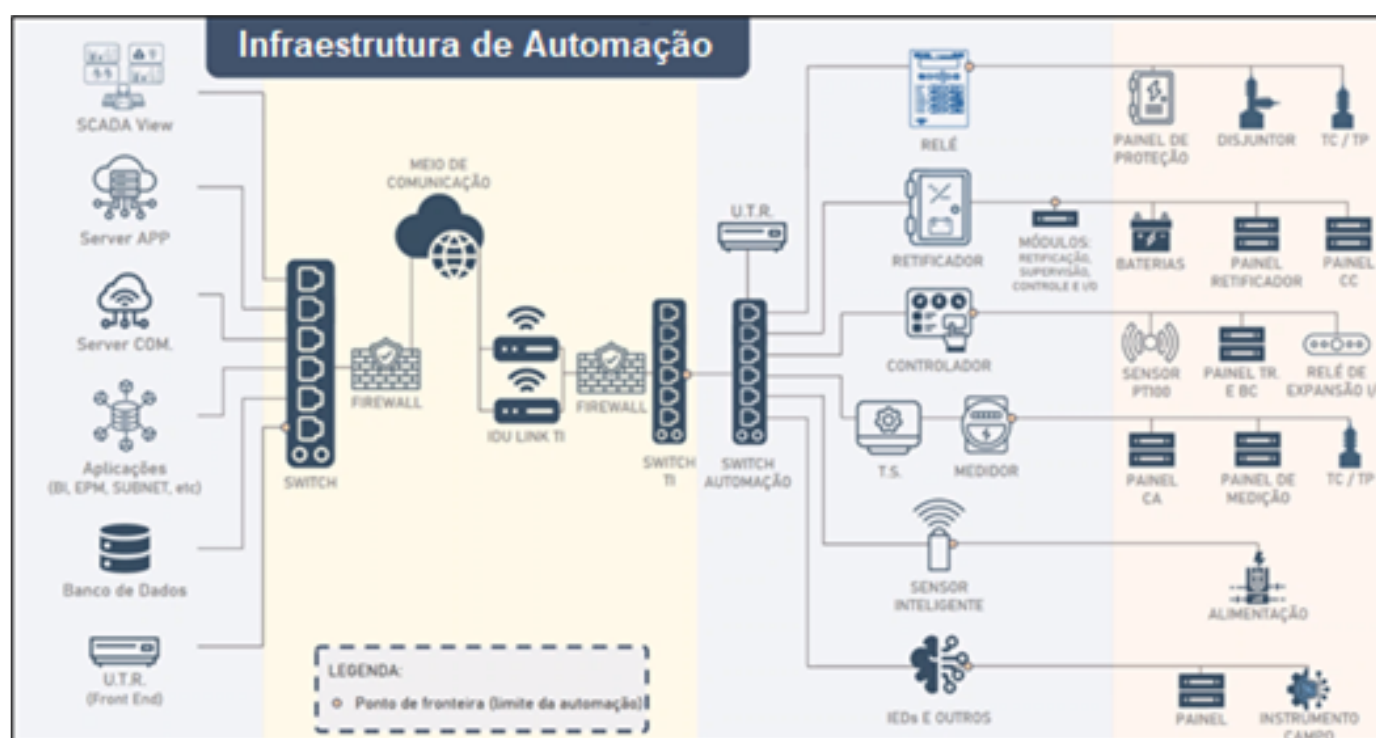


Figura 1 - Infraestrutura de automação Sede/SE

Fonte: Documento técnico da Engenharia de Automação da Equatorial Energia

Após a execução da manobra, os dispositivos de proteção e manobra confirmam sua realização ao relé, que encaminha essa confirmação de volta ao SCADA, onde é registrada no log de eventos.

A arquitetura descrita é aplicável à maioria das SE. No entanto, em algumas SE pequenas ou antigas, o comando é processado por uma UTR localizada na infraestrutura de automação da sede e enviado diretamente para o relé na SE. Nas Redes de Distribuição (RD), a utilização de UTR não é uma prática padrão. Nesses casos, o comando é enviado diretamente para o relé instalado no local do equipamento. Em situações excepcionais, porém, uma UTR pode centralizar o controle de vários equipamentos que se comunicam com o SCADA.

Os meios de comunicação variam conforme o tipo de processo. Nas SE, podem ser utilizados fibra óptica, comunicação via satélite e rádio. Já nas RD, a comunicação via celular também pode ser utilizada.

Há diferenças sutis entre as sintaxes dos telecomandos e as respectivas confirmações de algumas distribuidoras. A equipe de automação da sede do Maranhão empenhou-se em uniformizar essas sintaxes. Essa padronização é essencial para a parametrização da Grade de Análise, que processa de forma homogênea os eventos dos SCADA das distribuidoras, segregando-os por distribuidora, regional, subestação, alimentador e equipamento.

De forma a centralizar a coleta de dados das seis distribuidoras da Equatorial Energia, os logs dos eventos dos telecomandos também são armazenados em uma base de dados integradora instalada na distribuidora do Maranhão (Figura 2).

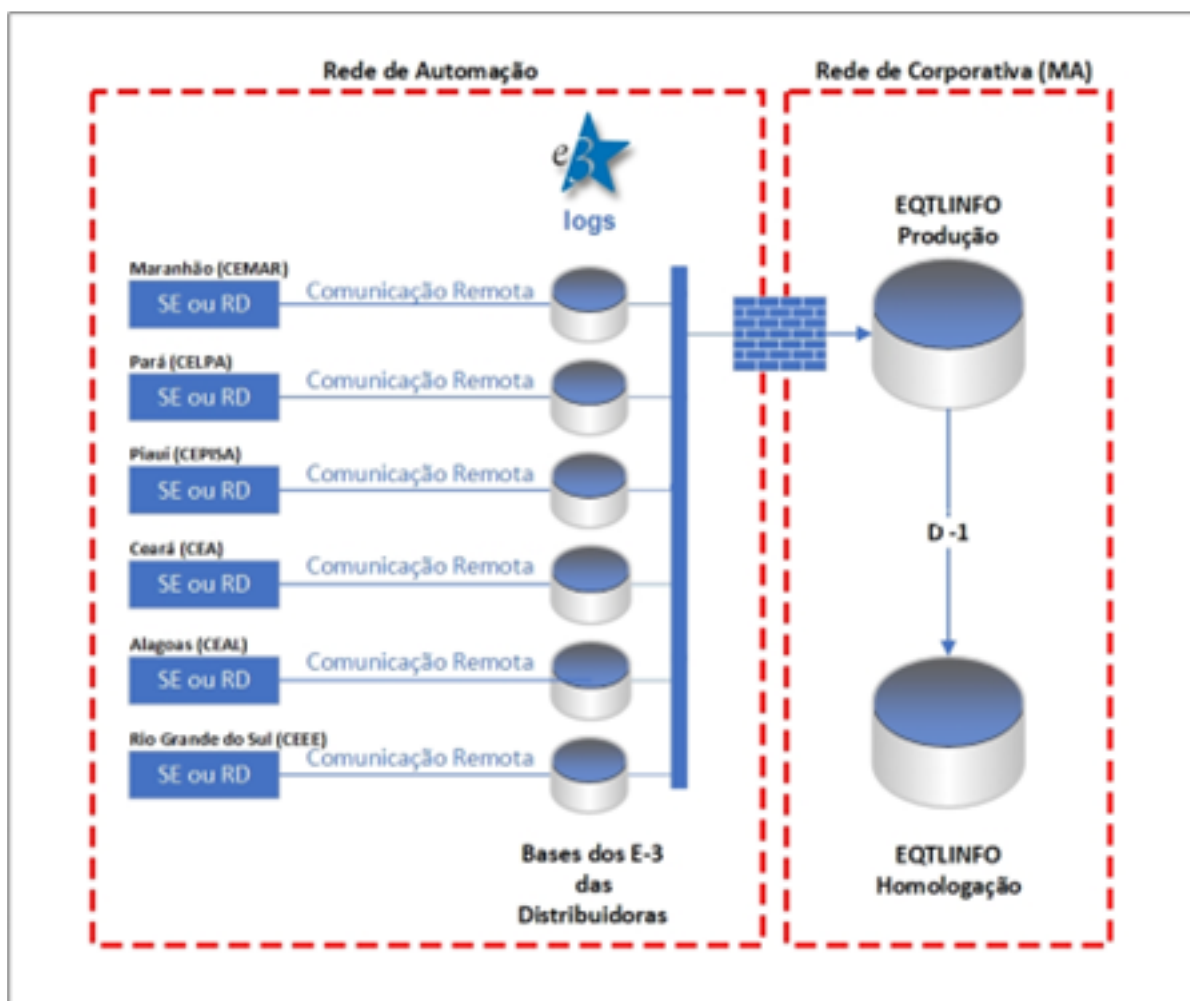


Figura 2 - Integração dos Logs dos SCADA das distribuidoras

2.2 TELECOMANDOS – CASAMENTO/CONFIRMAÇÃO

Um telecomando é considerado bem-sucedido quando, após sua emissão, um evento de confirmação de execução é registrado no log de eventos do SCADA, em até 20 s após a emissão do telecomando. Esta emissão de um telecomando é caracterizada pelo registro de um ponto de comando com uma mensagem específica, e sua confirmação ocorre pelo registro de um evento (no SCADA Elipse, denominado de medida) também com uma mensagem específica. Assim, a confirmação do telecomando segue um fluxo específico, com eventos que comprovam a execução do comando e são registrados no log do sistema. Esses registros permitem a rastreabilidade e o monitoramento, conforme exemplo da Tabela 1 (SÁ BARRETTO & PACHECO, 2024).

Tabela 1: Exemplo de comando e retorno de sua confirmação esperada

Ponto do Equipamento no Elipse	Confirmação
[ID e Equip]. Comando.Status	Abrir
[ID e Equip]. Medida.Status.AlarmeDiscreto	Aberto

Fonte: (SÁ BARRETTO & PACHECO, 2024)

Um telecomando e sua respectiva confirmação de execução (medida) são aqui denominados de “casamento”. Este processo de casamento permite rastrear e validar a execução dos telecomandos remotos. Na Tabela 2, há exemplos de mensagens de casamentos de comandos e suas confirmações (SÁ BARRETTO & PACHECO, 2024).

Tabela 2: Casamento dos telecomandos

Mensagem	
Comando	Confirmação
Abrir	Aberto
Fechar	Fechado
Bloquear	Bloqueado
Desbloquear	Desbloqueado
Habilitar	Habilitada
Desabilitar	Desabilitada
Local	Local
Remoto	Remoto
Ativar Grupo N	Grupo n
Ligar	Ligado
Desligar	Desligado

Fonte: (SÁ BARRETTO & PACHECO, 2024)

2.3 FALHAS EM TELECOMANDOS

No SCADA Elipse implementado na Equatorial, quando um telecomando falha, não há o lançamento de evento (medida) de não-confirmação. A inexistência de um "casamento" no log de eventos do SCADA configura a falha, deixando a linha do telecomando "órfã" na lista de eventos.

Diversos fatores podem causar falhas em telecomandos, incluindo problemas de comunicação com a UTR ou os relés, falhas em equipamentos e outras questões que demandam intervenção da equipe de manutenção. Entre estas, destacam-se defeitos em bobinas de abertura ou fechamento, mola descarregada e baixa pressão de hexafluoreto de enxofre em dispositivos de manobra. Além disso, intertravamentos na rede de automação podem causar falhas em telecomandos, como no caso de tentativas de manobra remota de dispositivos configurados para operação local ou tentativas de fechamento de uma chave de banco de capacitores durante o período de descarga.

Esses e outros eventos geram registros no log do sistema SCADA, os quais são processados pela Grade de Análise da solução desenvolvida. A Grade classifica os telecomandos falhos em 16 tipos distintos, agrupados em quatro categorias. Na Tabela 3, são apresentadas as Classes de Falhas de telecomandos e seus métodos de identificação (SÁ BARRETTO & PACHECO, 2024).

Tabela 3: Classificação das Falhas de Telecomando

Grupo	Descrição
Configuração e Falhas Específicas	Configuração relé/UTR de banco de capacitor e reator
	Inversão de Comando
	Falha Não-Identificada
Falhas de Comando	Comando com Atraso na Confirmação
	Execução de Comando Invertido
	Comando em Condição Impeditiva
Falhas de Comunicação	Falha de Comunicação do relé Antes do envio do comando
	Falha de Comunicação do relé Depois do envio do comando
	Falha do Meio de Comunicação com a SE
Falhas de Equipamento	Falha de Equipamento
	Equipamento sob Alarme Impeditivo
	Falha na Remota
	Falha no Relé

Fonte: (SÁ BARRETTO & PACHECO, 2024)

2.4 Sistema de Análise Automática de Telecomandos (SAT)

A partir da definição de Classes de Falhas, iniciou-se o desenvolvimento do Sistema de Análise Automática de Telecomandos (SAT). O projeto começou com a implementação de um Módulo de Sincronização (DATA-SYNC), que inclui rotinas *Extract, Transform and Load* (ETL). Essas rotinas foram responsáveis pela coleta e processamento de dados de um ano dos logs do SCADA das seis distribuidoras da Equatorial, para alimentar um modelo de dados normalizado.

Conforme esquematizado na Figura 3, o micro serviço de sincronização é continuamente a cada hora e foram desenvolvidas para serem resilientes a problemas de comunicação e banco de dados.

Fonte: Sistema de Análise Automática de Telecomandos (SAT)

Tanto o Módulo de Serviço de Sincronização (micro serviço DATA-SYNC) quando o Módulo de Serviço de Análise (micro serviço ANALYSIS) foram desenvolvidos em uma arquitetura de micro serviços Java desenvolvidos sobre o framework Spring Boot conectando com SGBD Oracle. Devido ao alto volume de dados estes micro-serviços são organizados em fila e escalonados para funcionar de forma assíncrona. O SAT inclui também um Módulo de Relatórios, que permite ao usuário acessar informações sobre indicadores, telecomandos falhos e outros dados relevantes; nos casos de Rede de Distribuição, permite também visão por tecnologia de comunicação. Esses relatórios apresentam uma visão detalhada, que pode abranger desde uma distribuidora ou uma regional até um equipamento de manobra, em um período configurável, conforme exemplificado na Figura 5.



Figura 5 – Telecomandos com Sucesso em 2024 de uma Distribuidora da Equatorial.

Fonte: Sistema de Análise Automática de Telecomandos (SAT)

Para potencializar o uso do SAT, foram realizadas algumas implementações em relés e remotas para permitir, de forma mais clara, o diagnóstico de algumas falhas de telecomando. Saída Relé foi uma destas primeiras implementações e sua atuação indica que uma saída digital de um relé foi ativada. Após um envio de comando sem sucesso, com Saída Relé atuada, indica uma falha do equipamento (FAL.EQUIP). Outro novo ponto configurado foi o CMDOK. A partir de lógica implantada em remotas, este ponto, com 4 estados (sucesso, aguardando, falha na remota, falha no relé), permite o diagnóstico de falhas na UTR (FAL.REM) e no relé (FAL.RL).

Desenvolvimentos internos como estes estão sendo realizados e replicados em todo o parque de equipamentos associados, tanto da Rede de Distribuição, quanto de subestações para expandir os diagnósticos mais precisos do SAT.

2.5 RESULTADOS PRELIMINARES

O Sistema de Análise de Telecomando (SAT) já está em operação em quatro distribuidoras da Equatorial Energia, em estágio inicial de análise sistemática de telecomandos, com ações contínuas de refinamento para aprimorar a análise de falhas.

O Módulo de Análise do SAT permite que os analistas de telecomandos identifiquem falhas antes mesmo de sua correção ser solicitada pelo segmento de operação da Equatorial. Quanto mais refinado for esse processo de identificação, mais preciso se torna o sistema de análise de falhas. O monitoramento e a classificação das falhas de telecomando orientam as ações das equipes de manutenção, telecomunicações e automação.

Em muitos casos, a análise automática elimina a necessidade de deslocamento até o dispositivo de manobra (como disjuntores e religadores), frequentemente localizados em áreas geograficamente distantes. O sistema permite diagnosticar remotamente a falha, identificando, por exemplo, a necessidade de substituição de um item específico do dispositivo ou concluindo que não há ação necessária, caso a falha seja causada por intertravamentos na camada de automação.

Este diagnóstico rápido e eficiente diminui o tempo necessário para solucionar problemas, resultando na redução de custos operacionais (como HH e combustível), além de aumentar a disponibilidade do sistema de distribuição de energia e diminuir o lucro cessante.

Em 2024, para as quatro distribuidoras, foram processadas mais de 212 milhões de linhas de log. Dentre esses dados, foram identificados 312.165 comandos de sucesso e classificadas 54.085 falhas de comandos, entre expurgadas e não expurgadas.

No mês de novembro de 2024, em uma das distribuidoras analisadas, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 4.

Total de Comandos	Comandos com Sucesso	Comandos Falhados	Taxa de Sucesso
10.848	10.272	576	94,69%

Tabela 4 - Estratificação dos comandos avaliados
Fonte: Sistema de Análise Automática de Telecomandos (SAT)

Os principais benefícios observados com a solução desenvolvida incluem:

- Redução do tempo para identificação das causas raízes das falhas;
- Aumento da proatividade da equipe de Engenharia na resolução de problemas;
- Diminuição de deslocamentos ao campo, reduzindo custos operacionais;
- Elevação da disponibilidade do sistema elétrico;
- Ampliação do monitoramento de falhas para todo o parque de equipamentos.

Adicionalmente, a implementação do SAT está resultando em um aumento significativo de produtividade na análise e diagnóstico de falhas de telecomandos, permitindo uma avaliação mais rápida e precisa dos problemas. O SAT também possibilitou a remoção da subjetividade no diagnóstico de falhas com ambiguidade de classificação, garantindo que as falhas sejam identificadas e categorizadas de forma objetiva e consistente. Por fim, a solução promove a consolidação e possibilidade de definição de novas regras para o diagnóstico automatizado, permitindo a contínua melhoria e adaptação do sistema às necessidades específicas das distribuidoras.

3. Conclusão

A análise de telecomandos desempenha um papel crucial na identificação de falhas e no aprimoramento do sistema de automação, possibilitando intervenções precisas que aumentam a eficiência operacional e a confiabilidade da rede. Este trabalho abordou o desenvolvimento e a aplicação de uma solução automatizada capaz de diagnosticar falhas a partir dos dados do SCADA, identificando padrões e causas raízes com alto nível de precisão.

A solução demonstrou impactos significativos em duas áreas-chave: Operação e Manutenção. Na Operação, contribuiu para manobras mais confiáveis e eficientes, promovendo o aprimoramento contínuo da rede de automação e garantindo maior taxa de sucesso na execução dos telecomandos. Na Manutenção, auxiliou na identificação precisa das falhas, incluindo sua natureza e localização, otimizando tanto a infraestrutura de automação quanto o sistema elétrico.

A solução desenvolvida reduziu o tempo necessário para identificar as causas raízes das falhas, o que aumentou a proatividade da equipe de Engenharia na resolução de problemas. Além disso, tende a haver uma diminuição dos deslocamentos ao campo, resultando em menores custos operacionais. A disponibilidade do sistema elétrico foi elevada, e o monitoramento de falhas foi ampliado para todo o parque de equipamentos.

Os resultados preliminares obtidos em quatro das seis distribuidoras onde a solução foi implantada reforçam a viabilidade e destacam sua relevância para o aprimoramento dos processos.

Como próximos passos, destaca-se o potencial de expansão da aplicação para as outras distribuidoras do grupo, o que permitirá validar a escalabilidade da solução e maximizar sua eficácia na melhoria da qualidade do serviço.

Sugere-se, ainda, a integração da solução com outras bases de dados, como registros de manutenção e informações de fornecedores, para criar um *dataset* robusto. Esse *dataset* poderá ser utilizado para treinar algoritmos de Inteligência Artificial (IA), promovendo a transição para um modelo de manutenção preditiva. A implementação dessa abordagem permitirá antecipar falhas com maior precisão, otimizando o planejamento de intervenções e aprimorando a eficiência operacional. A integração com dados de fornecedores pode viabilizar uma gestão mais eficiente de insumos e peças, potencializando os ganhos em eficiência operacional, confiabilidade do sistema e satisfação do consumidor final.

Por fim, propõe-se a inclusão de uma análise automática dos dados dos relatórios gerados pelo SAT, baseada em IA Generativa. Esta análise permitirá identificar padrões ocultos e fornecer insights adicionais para suporte à tomada de decisões, potencializando os resultados da solução.

4. Referências bibliográficas

ELIPSE POWER EMS. *Elipse Power EMS*. Disponível em: <https://www.elipse.com.br/produto/elipse-power-ems/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CONSERVA, Vanessa Rosales; SARMENTO, Kênia Kelly Freitas; BENEDITO, Daiane Silva de Abreu; MEDEIROS, Keila Machado de; MONTERO, Luis Reyes Rosales; LIMA, Carlos Antônio Pereira de. Sistemas de distribuição e medição de energia inteligentes: Uma revisão. *Revista Acadêmica de Ciências Aplicadas*, 2024.

DANG, Tuan. **Integration of Power Plant information system with Business information system in the open electricity market: challenges and solutions**. IEEE - 5th International Conference on Industrial Informatics. v. 2, p. 1209-1213. jun. 2007.

FUHRMANN, Marcelo Weber. **Análise do impacto da manutenção em sistemas de distribuição de energia elétrica**. Biblioteca Central da UFSM, 2017.

GARCIA, Flávio de Jesus; PEREIRA, Kaio Araújo e PEREIRA, Kevyn Alberto. Análise sobre a Indústria 4.0 na distribuição de energia e o futuro das redes inteligentes, Revista FT, Volume 28 – Edição 139, DOI: 10.69849/revistaft/ni10202410302144, 2024

LEITE, Miguel António T. da Costa. O uso da Stack ELK no Diagnóstico de Problemas em Sistemas SCADA em Produção. Dissertação de Mestrado. Biblioteca e Documentação da UPorto. 2019.

PACHECO, Luciana de Almeida; SÁ BARRETTO, Sérgio Torres. **Sistema de Análise de Telecomandos (SATE): automatizando a apuração de indicador de desempenho da Automação**. Documento interno da Optimus. 2018.

SÁ BARRETTO, Sérgio T; PACHECO, Luciana de Almeida, **Detalhamento de Requisitos de Sistema de Análise Automática de Telecomandos da Equatorial Energia**. Documento interno da Optimus. 2024.

SILVA, Sérgio Eduardo Lessa; TAVARES, Adrielle; KIPERSTOK, Lunara; OLIVEIRA, Wellington. **Análise Sistemática de envios de comandos pelo sistema SCADA**. IX SIMPASE - Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos. 2011.

SILVA, Sérgio Eduardo Lessa et al. **Ações para melhoria no desempenho de telecomandos - Resultados e Padronizações**. X SIMPASE - Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos, Belo Horizonte. 2013.

SILVA, Sérgio Eduardo Lessa; TAVARES, Adrielle; KIPERSTOK, Lunara; OLIVEIRA, Wellington. **Análise Sistemática de envios de comandos pelo sistema SCADA**. XX SENDI - Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica. 2012.

SÁ BARRETTO, Sérgio T.; FERREIRA, Cristiano V. **Estrutura Analítica de Projeto (EAP) para projetos infra-estruturais em automação industrial integrada**. In: II Congresso Brasileiro de Gerenciamento de Projetos, Anais do Congresso, Nov. 2007.

SOUZA, Fabiano Alves de. Detecção de faltas em sistemas de distribuição de energia elétrica usando dispositivos programáveis. Dissertação de Mestrado. Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira. 2008.

VIANA, ANA CLARA SILVA e. **Análise de falhas de telecomandos no sistema de automação COELBA**. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal da Bahia, Bahia, 2015.