

# SISTEMA PARA BLOQUEIO LÓGICO REDUNDANTE DA SAMARCO<sup>1</sup>

*Alexandre Carvalho Martins<sup>2</sup>  
Cezar Inocêncio Santiago Valadares<sup>3</sup>  
Reynaldo Mateus Gago<sup>4</sup>  
Ricardo Carlos Marrinhas Bergmann<sup>5</sup>*

## **Resumo**

O sistema tem por objetivo adicionar mais segurança ao sistema de bloqueios convencional (descrito pela NR-10) impedindo comandos de acionamento em equipamentos bloqueados e alarmando em caso de energização de equipamentos com bloqueio ativo. Um bloqueio lógico só pode ser efetuado em caso de bloqueio físico, para funcionários cadastrados em banco de dados, através de IHM ou estação de operação, localizada na sala elétrica, que também permite acessar diagnósticos e estados dos equipamentos cadastrados e visualização de documentos. O sistema também provê informações adicionais para o aplicativo de operação: é possível verificar equipamentos bloqueados, dados dos mantenedores com bloqueios ativos, grupos de equipamento com bloqueio incompleto e erros de bloqueio (gaveta energizada em equipamentos bloqueados). Um histórico relativo às transações referentes a bloqueio também é armazenado

**Palavras-chave:** NR-10; IHM, Bloqueio elétrico.

## **A LOGICAL SYSTEM FOR PREVENTING RE-ENERGIZATION FOR SAMARCO**

### **Abstract**

This system aims to add more security to the conventional safety procedures (described by NR-10), preventing commands that would activate safety locked equipment and alarming in case of powering those equipments. A logical lock may only be made in case of physical blockage by employees enrolled in the database, through an HMI operator station, located in the electrical house, that also allows access to equipment diagnose and current state, and related document visualization. The system also adds information for the process application: allows you to verify locked equipment status, list of users allowed to perform maintenance for each equipment, equipment's groups with incomplete safety locks and errors (energized equipments with active locks). Historical data related to this safety system is also stored.

**Key words:** NR-10; IHM; Electrical safety.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.*

<sup>2</sup> *Engenheiro de Computação. Engenheiro de Automação. Samarco.*

<sup>3</sup> *Matemático e Pós graduado em Controle e Automação. Chefe de Equipe. Samarco.*

<sup>4</sup> *Engenheiro de Controle e Automação e Físico. Analista de Sistemas de Controle. IHM Engenharia.*

<sup>5</sup> *Engenheiro de Controle e Automação e Engenheiro de Computação. Analista de Sistemas de Controle. IHM Engenharia.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas que requerem bloqueio são todos aqueles que utilizam qualquer forma de energia: como acionamentos mecânicos, energia elétrica, hidráulica, pneumática, fontes radioativas, tubulações com produtos químicos ou outros materiais, gases e fluidos sob pressão.

Um bloqueio elétrico de equipamentos tem como principal objetivo proteger o funcionário para que o mesmo realize suas atividades de manutenção com segurança. A definição de Bloqueio para a Samarco é a seguinte:

- Bloqueios: são procedimentos de segurança utilizados para impedir o acionamento acidental de equipamentos, máquinas e instalações em intervenções corretivas ou preventivas, garantindo que o fluxo de energia seja interrompido.<sup>(1)</sup>

Para a realização do bloqueio elétrico, o solicitante deve realizar os seguintes procedimentos:

- 1º. Preencher a ficha de bloqueio e entregar ao eletricista;
- 2º. O eletricista desliga a fonte de energia elétrica, impede a reenergização com a instalação de um cadeado, entrega à ficha de comprovante do bloqueio, o canhoto “Autorização para desbloqueio” e a chave do cadeado ao solicitante;
- 3º. O solicitante vai até o equipamento, aciona o botão “LIGA LOCAL” e contata o técnico da sala de controle para comprovar o bloqueio do equipamento via sistema de automação – tal bloqueio é confirmado pelo não acionamento e indicação de defeito no equipamento coerente com bloqueio (falta de energização ou falha de comunicação com dispositivo de acionamento);

Após a realização de suas atividades, o solicitante realiza o procedimento de desbloqueio:

- 1º. Entregar a autorização de desbloqueio e a chave do cadeado ao eletricista.
- 2º. O eletricista religa a energia elétrica do equipamento caso o solicitante seja o único a bloquear o equipamento, caso contrário, apenas retira o cadeado e o comprovante do bloqueio realizado do CCM ou painel do Inversor;
- 3º. O solicitante comunica a liberação do seu bloqueio do equipamento ao técnico da sala de controle.

Com toda precaução e obedecendo todo procedimento, erros humanos podem causar acidentes como, por exemplo, acionamento de equipamentos em manutenção ou energização de uma linha “aberta”.

Exemplos práticos de erros na execução de bloqueios é na extração de gavetas, a confirmação incorreta de bloqueio pela sala de controle e a não realização do bloqueio sabendo que o equipamento já está bloqueado.

Para minimizar possíveis erros e aumentar a segurança das atividades de manutenção em equipamentos elétricos, foi desenvolvido o sistema de bloqueio lógico na Samarco Mineração em Mariana-MG com características únicas melhor detalhadas posteriormente. Há atualmente dois sistemas desenvolvidos, um para a área da Britagem e outro para o Mineroduto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do sistema, foram consideradas as normas contidas na NR-10, particularidades solicitadas pela Samarco e o cenário atual do sistema de supervisão do Mineroduto.

## 2.1 NR10

Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise, de forma a garantir a segurança e saúde no trabalho. Este foi o principal objetivo para a criação da Norma de Segurança em instalações e serviços em eletricidade (NR-10) que visa garantir a segurança e saúde de todos os trabalhadores, tanto os que trabalham diretamente com energia elétrica quanto aos que a utilizam para o seu trabalho.<sup>(2)</sup>

Considerando o desenvolvimento do sistema de bloqueio lógico, alguns itens da NR10 têm o seu entendimento ampliado, visando atender requisitos virtuais de segurança. Os seguintes itens da NR10 são pertinentes ao conceito de bloqueio lógico.<sup>(3)</sup>

### 2.1.1 Segurança em instalações elétricas desenergizadas

São apresentados os procedimentos necessários para que as instalações elétricas possam ser consideradas desenergizadas, de acordo com o item 10.5 da NR10.<sup>(4)</sup>

Segundo a norma, as seguintes operações devem ser executadas:

- a) seccionamento;
- b) impedimento de reenergização;
- c) constatação da ausência de tensão;
- d) instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;
- e) proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada; e
- f) instalação da sinalização de impedimento de reenergização.

O sistema de bloqueio lógico pretende garantir maior segurança às tarefas b, c e f, como explicado a seguir.

O impedimento da energização (b) é uma medida de prevenção para assegurar que não se possam produzir fechamentos acidentais nos dispositivos de seccionamento, podendo ser elas por erro humano ou falha técnica. O bloqueio lógico a ser implementado impede o envio de comandos ao equipamento impossibilitando seu acionamento pelo CLP.

A constatação de ausência de tensão (c) é outro ponto crucial para o processo de bloqueio. Esta verificação, além de ser feita em campo pela equipe de manutenção, pode ser adicionalmente confirmada por sinais recebidos pelo CLP, como ausência de tensão de força no equipamento, gaveta em posição extraída etc. Um bloqueio lógico só pode ser confirmado mediante este sinal.

Deve ser feita também a sinalização para impedimentos de reenergização nos equipamentos de manobra, que foram previamente bloqueados. Para esta sinalização, podem ser utilizados cartazes, placas ou outros elementos de sinalização indicando a proibição.<sup>(2)</sup> O sistema de bloqueio lógico trata da sinalização virtual. Este tipo de sinalização tem como objetivo apresentar ao operador do processo os equipamentos que estão bloqueados e quais funcionários executam manutenção no mesmo, impedindo que os mesmos sejam postos em operação novamente.<sup>(3)</sup>

### 2.1.2 Sinalização de segurança

O objetivo principal do item 10.10 da NR10 é sinalizar e informar sobre o perigo ou risco, a fim de criar uma reação do trabalhador, de forma imediata, no sentido de evitar o acidente ou alguma situação indevida.<sup>(4)</sup> Como o sistema de bloqueio

propõe uma sinalização virtual para o bloqueio, a abrangência do item 10.10 é ampliada.

### 2.1.3 Prontuário Elétrico

Segundo a alínea 10.2.6 da NR10,<sup>(4)</sup> é importante que todas as salas elétricas possuam o prontuário atualizado da estação. A estação do sistema de bloqueio, localizada em sala elétrica, pode conter o prontuário virtualizado.

## 2.2 Particularidades Solicitadas pela Samarco

Além de visar aumentar a segurança no trabalho de manutenção e difundir a informação tratando de bloqueios, o sistema também deve atender as seguintes necessidades:

- **Bloqueio lógico com confirmação de desenergização:** para se confirmar o bloqueio, deve-se assegurar que a gaveta bloqueada está desenergizada.
- **Bloqueio incompleto para múltiplas gavetas:** caso seja necessário bloquear mais de uma gaveta e o nome do solicitante não esteja cadastrado para todas as gavetas, o bloqueio é considerado incompleto.
- **Alarme de erro de bloqueio:** o sistema deve alarmar em caso de gaveta “bloqueada” e energizada.
- **Interface para o usuário:** Considerando que o principal usuário é o electricista, foram solicitadas telas idênticas à disposição dos CCM's nas salas elétricas para auxílio na identificação de gavetas e confirmação visual de gavetas bloqueadas;
- **Armazenamento de informações dos bloqueios:** Tanto para relatórios, geração de eventos como para utilização em modo “runtime” entre sistemas, solicitada a visualização pela sala de controle dos executantes cadastrados no sistema aumentando a confiabilidade na confirmação de bloqueios;
- **Interface com o SAP para atualização da lista de funcionários habilitados a solicitar Bloqueios:** A fim de manter a base de dados com os funcionários habilitados a efetuar bloqueios, a comunicação com o SAP da Samarco tem o objetivo de atualizar o sistema periodicamente com estes funcionários;
- **Possibilitar ao electricista visualizar documentos pertinentes ao bloqueio:** Disponibilizar acesso a arquivos como diagramas unifilares, diagramas de interligação e manuais de dispositivos com o intuito de trazer a informação digitalizada para um fácil acesso dentro das salas elétricas;
- **Possibilitar ao electricista visualizar dados do equipamento:** Disponibiliza informações como estado, defeitos e analógicas associadas ao equipamento através do próprio sistema – com isso o electricista possui detalhes da ação de bloqueio, porém não substitui a confirmação de efetividade com o operador de sala;
- **Disponibilizar ao operador dados sobre bloqueio:** o sistema deve disponibilizar, no sistema de supervisão, dados pertinentes ao bloqueio, como o estado do equipamento e solicitantes cadastrados para a manutenção no mesmo.
- **Manter estado de bloqueado mesmo no desligamento da CPU:** A perda de comunicação ou novo download em uma CPU não deve retirar um equipamento do estado bloqueado.

## 2.3 Cenário atual – (Mineroduto)

O sistema de supervisão operacional foi desenvolvido utilizando o System Platform da Wonderware com a filosofia IHM PRO que consiste em um cadastramento dinâmico em modo “runtime” não necessitando de paradas para realização de alterações como, por exemplo, alterações de comandos, estados, defeitos e intertravamentos de equipamentos.

A arquitetura do System Platform consiste em uma “Galáxia” representando o ambiente de desenvolvimento completo para um sistema de supervisão, onde nela, várias plataformas (representadas como servidores e estações) possuem funções distintas sendo eles:

- Servidor para armazenamento da base de dados chamado de GR (*Galaxy Repository*) responsável a armazenar em banco todos os dados pertencentes à Galáxia;
- Servidores de objetos chamados de AOS (*Automation Object Server*) responsável por hospedar os objetos neles implantados e executar lógicas para tratamento das informações. Estes incorporam também a função de I/O Servers responsáveis por fazer comunicação com CLP's e disponibilizar informações na rede ArchestrA (supervisão);
- Servidor de dados Históricos (*Historian*) responsável por armazenar variáveis cadastradas com esta característica, a serem consultadas no futuro através de relatórios e gráficos de tendência;
- Servidor WEB (*Information*) responsável por armazenar e disponibilizar informações em um portal WEB para consultas de dados, alarmes, relatórios e até mesmo telas do sistema publicadas para este fim;
- Estação de desenvolvimento chamada de IDE (*Integrated Development Environment*), nela é disponibilizada o ambiente para realização de todas as alterações realizadas na Galáxia como criação/alteração de objetos, alterações em telas e configuração do sistema.
- Estações de operação utilizam o InTouch para visualização gráfica das informações obtidas dos controladores, processados e tratados pelos objetos da Galáxia.

Para o sistema de controle são utilizados equipamentos do fabricante Rockwell. A planta possui ControlLogix, CompactLogix, SLC500 e MicroLogix executando logicas de controle em toda a extensão do Mineroduto, desde estações de bombas e válvulas quanto pontos de monitoramento de pressão e proteções catódicas.

## 3 RESULTADOS

A estação do sistema de bloqueio pode ser tanto uma IHM quanto uma simples estação de operação, desde que atenda a uma configuração mínima para processamento e seja capaz de resistir à atmosfera das salas elétricas da Samarco. Para inserir o sistema de bloqueio na arquitetura existente, foi necessário desenvolver um objeto para manipulação de informações entre o sistema e o Banco de Dados, alterar os objetos referentes a equipamentos para manipulação dos comandos “bloquear” e “desbloquear”, criar uma base de dados distinta para histórico e um aplicativo independente do utilizado pela operação da Samarco. Algumas funcionalidades foram desenvolvidas atendendo as requisições dispostas no capítulo 2.

## 3.1 Arquitetura do Sistema (Mineroduto)

O sistema de automação do Mineroduto possui duas redes ethernet: uma de Controle e outra de Supervisão (ArchestrA). A disposição em rede de servidores e estações obedece ao padrão Wonderware para a arquitetura do System Platform. A interface entre redes é realizada apenas pelos servidores de objetos onde estes disponibilizam as informações já tratadas na rede ArchestrA.

A comunicação foi projetada da seguinte forma:

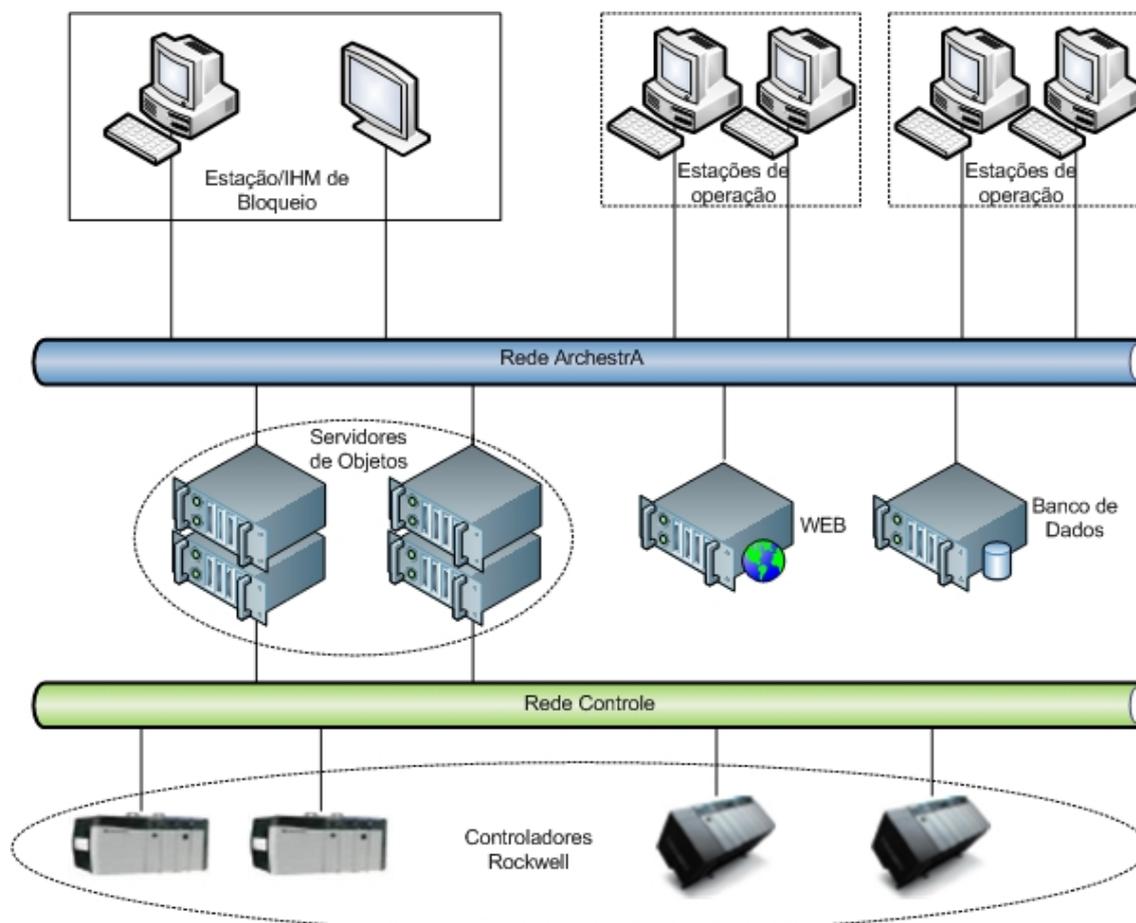


Figura 1: Arquitetura de rede.

## 3.2 Funcionalidades

O sistema desenvolvido atende as necessidades da Samarco como descritas no capítulo 2.2 e abaixo estão descritas suas principais funcionalidades.

De uma maneira geral, foram desenvolvidos no sistema de supervisão objetos com a funcionalidade de interagir com a base de dados de bloqueio. Estes objetos cuidam da interação com o banco de dados SQL e do processamento de requisições de bloqueio/desbloqueio.

Os dados pertinentes a cada equipamento estão armazenados em conjunto com outros dados do equipamento (como estado, defeitos, comandos), em um mesmo objeto no sistema de supervisão. Esta forma de desenvolvimento possibilitou uma fácil interoperabilidade entre o sistema de bloqueio e o sistema de supervisão e

acesso a funcionalidades existentes como historização de comandos e processamento de alarmes.

Para comunicação do sistema de bloqueio com os controladores, são utilizados os mesmos objetos já desenvolvidos para o sistema SCADA, tendo desta forma pouco impacto nas requisições de dados na rede de controle.

### **3.2.1 Bloqueio lógico**

A principal funcionalidade do sistema de bloqueio é a implementação do bloqueio lógico, isto é, o equipamento fica impedido de ser acionado pelo controlador lógico. Este impedimento é lógico e feito através de um intertravamento no CLP com o estado “bloqueado” para o acionamento do equipamento tratado.

Este impedimento é sinalizado no sistema de supervisão, alterando o estado lógico para “bloqueado” e seu modo de operação para “Local”, impedindo qualquer ação do operador na sala de controle sobre o equipamento. Algumas características são importantes para esta funcionalidade, garantindo maior segurança ao trabalho de manutenção:

- Bloqueio efetuado pelo electricista: o electricista é o ator que faz com que o estado do equipamento seja modificado para “bloqueado”. Assim como é dele a responsabilidade de efetuar o bloqueio físico da gaveta, é ele que insere os dados do solicitante do bloqueio no sistema. Através da estação do sistema de bloqueio é que o equipamento é alterado para bloqueado.
- Confirmação mediante sinal de campo: só é possível confirmar o bloqueio lógico caso o equipamento se encontre efetivamente desenergizado. Isto é feito através de verificação de sinal de campo, como “Gaveta energizada”. Se houver algum sinal indicando equipamento energizado, não é possível efetuar o bloqueio lógico, conseqüentemente o equipamento não pode ser liberado para manutenção.
- Bloqueio por funcionário: cada solicitante de bloqueio é inserido em uma lista em base de dados por equipamento, indicando que, enquanto houver algum nome nesta lista, o estado do equipamento continuará como bloqueado. Esta inserção é feita na estação do sistema de bloqueio, pelo electricista, ao confirmar o bloqueio físico executado em nome do solicitante. O electricista pode visualizar os dados do solicitante como nome e número de matrícula. A retirada de todos os nomes da lista de bloqueantes faz com que o equipamento saia do estado “bloqueado”.

O comando de bloqueio/desbloqueio é processado de acordo com a lista de funcionários habilitados para a manutenção. Se houver algum funcionário na lista, o sistema de bloqueio envia um comando para o CLP solicitando o bloqueio. Se todos os funcionários forem removidos da lista, um comando de desbloqueio é enviado.

### **3.2.2 Erro de bloqueio**

Depois de confirmado o bloqueio lógico, caso haja um sinal de energização do equipamento, o sistema de bloqueio gera um alarme informando “Erro no bloqueio”. Este alarme é gerado tanto no sistema de supervisão quanto na estação de bloqueio e é historizado na base de dados do sistema de supervisão. O equipamento altera seu estado para “bloqueado com erro”, indicando anormalidade na operação, porem mantém o bloqueio lógico enquanto houver um nome associado ao equipamento.

### **3.2.3 Grupos de bloqueio**

Em alguns casos, é necessário bloquear mais de um motor para garantir a segurança no trabalho de manutenção de um equipamento (um equipamento com dois ou mais motores como, por exemplo, um Britador). Desta forma, ao visualizar os dados de bloqueio para uma gaveta na estação do sistema de bloqueio, o eletricitista pode visualizar também o estado de outras gavetas que fazem parte do equipamento. Um equipamento assume o estado de “bloqueio incompleto” no caso em que o bloqueio lógico não é feito em todos os acionamentos que fazem parte do equipamento, mas em parte deles.

Dependendo da manutenção a ser executada, é necessário bloquear um grupo de equipamentos. Nesse caso o sistema de bloqueio permite a visualização de todos os equipamentos que fazem parte do grupo (esta informação é cadastrada e baseada em uma matriz de bloqueio).

### **3.2.4 Visualização de dados do equipamento**

Além de possibilitar o bloqueio lógico, a estação do sistema de bloqueio permite visualizar dados relativos ao equipamento, como a lista de defeitos ativos para o equipamento e analógicas associadas ao mesmo, como valor instantâneo da corrente e gráfico de tendência. Estes dados são os mesmos disponíveis para o operador do sistema de supervisão e permite ao eletricitista na sala elétrica ter acesso direto a informações importantes para a manutenção. Como o sistema foi desenvolvido sobre a mesma base do sistema de supervisão, alterações no cadastro de equipamentos são instantaneamente atualizados no sistema de bloqueio, Visualiza-se para cada gaveta também seu respectivo diagrama de interligação.

### **3.2.5 Biblioteca de dispositivos**

O sistema possibilita ao usuário consultar em um servidor ou armazenados na própria estação uma biblioteca de manuais de inversores, relés, soft-starters e outros dispositivos presentes na sala elétrica.

### **3.2.6 Procura de gavetas**

Os sinóticos desenvolvidos para o sistema de bloqueio representam a posição dos CCM's na sala elétrica e a posição das gavetas nos mesmos, análoga à posição física. Esta informação facilita o uso do sistema pelo eletricitista, pois após o bloqueio físico ele seleciona a representação da gaveta na mesma posição.

Além disso, há uma ferramenta de procura de gavetas por equipamento: ao inserir o nome de um equipamento, o sistema abre a janela relativa ao CCM onde a gaveta se encontra e sinaliza a mesma com uma cor distinta. Esta funcionalidade é útil para eletricitistas que não estão familiarizados com a sala elétrica e precisam saber onde se encontra, fisicamente, a gaveta que devem bloquear.

### **3.2.7 Visualização de dados de bloqueio no sistema de supervisão**

No sistema de supervisão é possível verificar dados de bloqueio. A lista de bloqueantes está disponível para a operação indicando nome, matrícula e empresa/área. Desta forma, informações sobre quem está executando manutenção em um equipamento estão disponibilizadas para a operação e para a gerência, acrescentando dinamismo às informações referentes à manutenção.

O estado do equipamento bloqueado também é sinalizado e o comando para acionar o equipamento é desabilitado na janela de comando, indicando o bloqueio



- 2º. O electricista desliga a fonte de energia elétrica, impede a reenergização com a instalação de um cadeado, entrega à ficha de comprovante do bloqueio, o canhoto “Autorização para desbloqueio” e a chave do cadeado ao solicitante;
- 3º. Eletricista realiza o bloqueio lógico diretamente na estação do sistema de bloqueio disponível na sala elétrica, inserindo os dados do mantenedor na lista de bloqueio do equipamento;
- 4º. O solicitante vai até o equipamento, aciona o botão “LIGA LOCAL” e contata o técnico da sala de controle para comprovar o bloqueio do equipamento via sistema de automação – tal bloqueio é confirmado pelo não acionamento, indicação de estado de equipamento “bloqueado” e presença do nome do solicitante na lista de bloqueios do equipamento;

O procedimento de desbloqueio também foi modificado de acordo:

- 1º. O mantenedor entrega a autorização de desbloqueio e a chave do cadeado ao electricista.
- 2º. O electricista religa a energia elétrica do equipamento caso o solicitante seja o único a bloquear o equipamento, caso contrário, apenas retira o cadeado personalizado e o comprovante do bloqueio realizado do CCM ou painel do Inversor;
- 3º. O electricista retira o cadastro do mantenedor da lista de bloqueios correspondente à autorização de desbloqueio que recebeu. Caso o solicitante não seja o único a bloquear o equipamento no momento da operação, o resultado da mesma não será o desbloqueio eletrônico em si, mas apenas a retirada do nome/chapa do solicitante da lista de bloqueios ativos relacionada a tal equipamento;
- 4º. O solicitante comunica a liberação do seu bloqueio do equipamento ao técnico da sala de controle.

O uso do sistema de bloqueio permite uma confirmação de desenergização do equipamento, visto que utiliza um sinal elétrico lido pelo CLP para confirmar que o bloqueio físico foi executado. Além disso, insere uma nova barreira (o bloqueio lógico) que aumenta a segurança reduzindo a probabilidade de falha humana.

Dessa forma, possíveis erros como confirmação incorreta de bloqueio, liberação de bloqueio para pessoas não autorizadas e acionamento acidental são diminuídos.

A disponibilização de informações de bloqueio para a operação e informações sobre estado lógico de equipamentos para os electricistas dão agilidade ao processo de trabalho. Como exemplo, a lista de mantenedores realizando um trabalho em um equipamento, quando disponibilizada para a operação, permite que esta comunique diretamente com os trabalhadores que ainda executam tarefas e determine prazos para liberação.

## 5 CONCLUSÃO

O sistema de bloqueio lógico traz dois benefícios ao procedimento de bloqueio: insere uma nova barreira garantindo maior segurança para procedimentos de manutenção e permite a confirmação de desenergização de forma personalizada e individual, aumentando a confiança para o bloqueio físico. Ou seja, diminui a chance de que, em caso de falha em algum procedimento, esta resulte em um acidente.

Além disso, o sistema de bloqueio lógico desenvolvido agrega diversas funcionalidades que agilizam o trabalho da manutenção e operação, disponibilizando dados de bloqueio antes apenas presentes na sala elétrica e permitindo ao grupo de electricistas acesso a mais informações sobre equipamentos.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao Sr. Mário Lopes e Sr. Wander Aloizio Ferreira pelo auxílio em definições e apoio em testes e a equipe de automação da Samarco pela confiança nos trabalhos desenvolvidos.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 Samarco, IT 16.30 – CONTROLE E BLOQUEIO DE ENERGIAS;
- 2 Cunha, J. G. Norma Regulamentadora No -10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade – Comentada. São Jose dos Campos. 2010.
- 3 Gago, R. M.; de Brito, W. B.; Metodologia de bloqueio lógico de equipamentos visando à norma de segurança em instalações e serviços em eletricidade NR-10. Trabalho de Conclusão do Curso de Eng. Controle e Automação, PUC Minas, 2011.
- 4 NORMA. NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Portaria GM n.º 598, de 07 de dezembro de 2004