



IMPLANTAÇÃO DE UM CONTROLE REMOTO INDUSTRIAL EM UM MINERADOR CONTÍNUO

Jean Paulo Nascimento¹

Wagner Fernandes Zeferino²

Pedro Henrique Biava Spillere³

João Mota Neto⁴

Eron da Silva⁵

Resumo: Atualmente, o carvão mineral representa cerca de 4,9% da matriz energética do Brasil. Inicialmente a exploração do minério era executada de forma primitiva, em um processo rudimentar, manualmente para extração do carvão, ocasionando sérios problemas de segurança e graves impactos ambientais. Com o decorrer do tempo o processo foi evoluindo para o uso de máquinas e equipamentos automatizados. A carbonífera Belluno está no ramo desde os anos 90 e conta com áreas nas regiões de Treviso e Lauro Muller. Os primeiros mineradores contínuos foram desenvolvidos com o refinamento da conceituação do modelo da máquina, que era geralmente usada para cortar a superfície de uma estrada velha durante a sua reconstrução para uma nova estrada e seu uso ganhou popularidade a partir da década de 1990, com melhor desenho do tambor de corte e uma maior potência do motor que tornaram as máquinas mais eficientes. Em Lauro Muller, a carbonífera possui a mina Lauro Muller que conta com conjuntos mecanizados para lavra do carvão. Visando a qualidade e segurança dos colaboradores, e também junto dele o avanço tecnológico viu-se a necessidade de uma implantação para melhoria do controle utilizado pelos operadores de minerador. Conferindo toda linha de produtos, optou-se pelo controle remoto industrial ALPHA 6000, pois o mesmo possui um sistema robusto, com uma frequência adequada para o serviço em questão. Junto ao conjunto controle remoto, vem o receptor que capta os sinais recebidos do controle. As normas foram criadas para que os colaboradores sejam submetidos a menos riscos no ambiente de trabalho e tenham conforto para executar suas atividades. No processo ergonômico e de segurança do trabalho, a troca do controle com fio por controle remoto tem destaque ergonômico. Nota-se que os gastos com cabo de controle passam de 11 mil reais por ano, sem contar com as horas paradas e perdas de produção. O valor torna-se realmente viável para adquirir tecnologia de melhorias, na somente aos valores empregados mais também a segurança e bem-estar dos colaboradores.

Palavras-Chave: Controle remoto. Ensaios. Mineradores. Carvão. Produção.

¹ Graduando em Tecnólogo em automação. Ano 2023/1 E-mail: jeannascimento1234@hotmail.com.

² Professor do Centro Universitário UNISATC. E-mail: wagner.zeferino@satc.edu.br

³ Graduando em Engenharia Mecatrônica. E-mail: pedrospillerecri@gmail.com

⁴ Coordenador e Professor do Centro Universitário UNISATC. E-mail: joao.neto@satc.edu.br

⁵ Professor do Centro Universitário UNISATC. E-mail: eron.silva@satc.edu.br



1 INTRODUÇÃO

A extração de carvão é uma atividade que está fortemente relacionada com o desenvolvimento regional do sul catarinense e foi, por muitos anos, o grande propulsor de desenvolvimento econômico do município de Criciúma. A volumosa quantidade de carvão mineral encontrada na região gerou empregos, desenvolvimento e atraiu fortes investimentos financeiros e governamentais para a cidade, tendo seu auge entre as décadas de 1940 e 1970, período em que Criciúma ficou conhecida como a Capital Brasileira do Carvão (IBGE, 2020).

A inserção do carvão na matriz energética do país manteve o interesse na atividade até os dias de hoje. Atualmente, o carvão mineral representa cerca de 4,9% da matriz energética do Brasil (EPE, 2021).

Primeiramente, a exploração do minério era executada de forma pouco evoluída, em um processo rudimentar, manualmente até o transporte a superfície, com sérios problemas de segurança e graves impactos ambientais (GONÇALVES; FOLLMAAN; PHILOMENA, 2012).

Dessa forma os investimentos ao longo do tempo resultaram em um intenso desenvolvimento na forma da exploração deste recurso, o que promoveu progressos na execução da atividade. Expandindo-se de uma forma artesanal para automatizada, prezando por segurança e conservação do meio ambiente. Surgindo novos métodos de mineração com o decorrer dos anos, como o uso de explosivos para extrair o carvão, minicarregadeiras e correias transportadoras. Equipamentos com alta eficiência e maior capacidade de extração de carvão ainda são desenvolvidos.

Atualmente, as mineradoras utilizam os mineradores contínuos, ferramenta capaz de extrair o carvão mineral do subsolo, com maior rendimento comparado ao método com explosivos, eliminando as vibrações e barulhos provocados pelos explosivos, o que reduz significativamente os riscos da atividade.

Entretanto, este procedimento em um subsolo vem cercado de dificuldades, em função das próprias características deste ambiente: úmido, agressivo, rochoso e de alta periculosidade. Exigindo desses equipamentos elevada resistência ao desgaste, de todos os materiais utilizados.

Apesar da grande evolução que atualmente se tem nas minas, ainda assim é um ambiente de extremo risco para seus colaboradores, analisando o cenário atual viu-se a necessidade de mais um avanço tanto de tecnologia quanto de produtividade



e bem-estar dos mesmos.

O controle usado pelos operadores de minerador eram via cabo, trazendo um risco para quem opera, e também por se tratar de um ambiente como teto instável ocasionava muitas horas paradas devido aos rompimentos dos cabos.

Considerando esses fatores foi estudado uma opção para solucionar esses problemas, chegando na alternativa de adaptação do controle remoto para um que funcionasse via rádio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As minerações de carvão mineral atualmente contam com máquinas que são capazes de aumentar significativamente a produção e proporcionar maior segurança e bem-estar aos colaboradores. Os mineradores contínuos elétricos sobre esteiras são máquinas eletromecânicas projetados para cortar carvão e minérios macios em um processo contínuo, eliminando a necessidade de perfuração e explosivos.

2.1 LAVRA DE CARVÃO MINERAL

O carvão existe há milhares de anos em depósitos de origem vegetal, formado por meio da decomposição da matéria orgânica sem a presença de oxigênio. O material originado dos restos vegetais é soterrado e compactado, sofrendo ação das bactérias, bem como das condições de pressão e calor no ambiente do depósito, formando, então, ao longo do tempo, o carvão mineral.

O carvão mineral pode ser encontrado, segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DPMN), em regiões de baixas temperaturas ou clima temperado, estando localizado em todos os continentes (CARVÃO MINERAL, s/d).

Segundo a Agência Internacional de Energia, o carvão mineral corresponde a 41% da produção total de energia elétrica, sendo, portanto, a fonte mais utilizada no mundo para esse fim. Contudo, a produção de carvão mineral não é proporcional à sua disponibilidade, estando a indústria de petróleo à frente do sistema produtivo (CARVÃO MINERAL, s/d).

Apesar das grandes realizações tecnológicas na área da mineração ao longo do último quarto de século, métodos de mineração e aplicações de

equipamentos não mudaram tão radicalmente. O progresso tem sido principalmente evolucionário e não revolucionário. Embora o uso do minerador de superfície em diferentes projetos de carvão, calcário, gesso, turfa, sal, fosfato, bauxita e de minério de ferro seja comum e reconhecido atualmente, isso não é verdade no Brasil (CARVÃO MINERAL, s/d).

Figura 1: Carvão mineral.



Fonte: Carvão mineral, s/d.

De acordo com a Aneel, a extração do carvão mineral pode ser feita de duas formas:

- Lavra a céu aberto;
- Lavra subterrânea.

A lavra a céu aberto é o tipo de mineração mais utilizado para extração do carvão mineral. A escolha do tipo de lavra a ser utilizada depende da profundidade em que se encontra o depósito mineral e do tipo de solo. A lavra a céu aberto apresenta maior produtividade em relação à subterrânea e, segundo o Instituto Mundial do Carvão, a extração de carvão mineral feita a céu aberto corresponde a 60% da oferta no mundo todo e também no Brasil, sendo a mineração mais comum.

Em relação ao transporte do mineral, quando feito a curtas distâncias, o mesmo é transportado em esteiras. Caso o transporte precise ser feito em trajetos mais longos, são utilizados caminhões e trens (CARVÃO MINERAL, s/d).

2.2 CARBONIFERA BELLUNO

A carbonífera está no ramo desde 1991 e conta com áreas nas regiões de

Treviso e Lauro Muller. Em Lauro Muller, a carbonífera possui a mina Lauro Muller que conta com conjuntos mecanizados para lavra do carvão (CARBONÍFERA BELLUNO, 2019). A empresa possui quatro mineradores, sendo MC-01, MC-02, MC-03 e MC-04. Os conjuntos retiram uma média mensal de 85 mil toneladas de carvão bruto.

2.3 MINERADORES CONTINUOS

Os mineradores contínuos foram desenvolvidos em meados da década de 1970 com o refinamento da conceituação do modelo da máquina, que era geralmente usada para cortar a superfície de uma estrada velha durante a sua reconstrução para uma nova estrada (FITZGERALD,2014) e seu uso ganhou popularidade a partir da década de 1990, com melhor desenho do tambor de corte e uma maior potência do motor que tornaram as máquinas mais eficientes.

Estes avanços permitiram que os operadores pudessem escavar a rocha de uma maneira mais ecologicamente correta e econômica (FITZGERALD,2014). O minerador de superfície se compõe essencialmente de uma unidade de corte, uma unidade de disposição (enleiramento ou carregamento com correia) e de uma unidade de propulsão (CHAPMAN, 2013). A seguir a figura ilustra o minerador contínuo.

Figura 2: Minerador contínuo.



Fonte: Komatsu Mining corp (2019).

Como vantagens, equipamento pode-se citar: mineração seletiva, melhoria da produtividade, capacidade de trabalhar nas proximidades de habitações, reduz a emissão de ruídos, muito favorável ao meio ambiente, reduz a emissão de poeira, a eliminação total de vibração no solo, nenhuma perfuração e detonação, reduz os custos operacionais, torna mais fácil a coordenação, o planejamento do processo, a expedição e a manutenção, melhora o aproveitamento do depósito, reduz a necessidade de processamento após a lavra, o estágio de britagem primária pode ser

excluído e o carregamento sem impacto nos caminhões devido à baixa granulometria do material, baixos custos de investimento em comparação com a gama de equipamentos necessários para a mineração convencional, baixo custo operacional devido à existência de menos equipamentos e operadores, cortes íngremes e estáveis em superfícies e taludes (melhor exploração), possibilita um desenho de corte preciso de perfis (encostas, superfícies) e maior segurança nas operações (CHAPMAN, 2013). Para conhecer o minerador contínuo por inteiro, o mesmo divide-se em partes estruturais.

2.3.1 Esteiras

As esteiras são equipamentos metálicos responsáveis pelo deslocamento do minerador. Um conjunto de telhas metálicas ligadas por pinos formam o conjunto esteira. As mesmas são movidas por caixas redutoras e motores de corrente contínua e também são responsáveis por tracionar o minerador na hora do corte de carvão como mostra a figura a baixo.

Figura 3: Esteiras.



Fonte: Do autor (2023).

2.3.2 Loder

O conjunto loder é formado por estrelas e correntes responsáveis pelo recolhimento do material cortado pela cabeça, passando ao meio do minerador por calha e lançado para trás onde será recolhido por máquinas. O mesmo é composto por duas estrelas e um jogo de corrente. O sistema é movimentado por dois motores de corrente alternada de 950 Volts. A figura 4 ilustra o conjunto loder.

Figura 4: Loder.



Fonte: Do autor (2023).

2.3.3 Cabeça de corte

A cabeça de corte como mostra a figura abaixo é um conjunto mecanizado cilíndrico que possui dentes para extração do carvão. O conjunto trabalha em movimento de rotação no qual faz o desprendimento do carvão das galerias. São tocados por dois motores de 950 Volts de corrente alternada sincronizados.

Figura 5: Cabeça de corte.



Fonte: Do autor (2023).

2.3.4 Sistema Hidráulico

O sistema hidráulico de um minerador contínuo ilustrado na figura 6 é responsável pelos movimentos da cabeça de corte, cauda e lençol. O mesmo é composto por um comando hidráulico e cilindros que compõem os movimentos durante a execução dos trabalhos.

Figura 6: Sistema Hidráulico.



Fonte: Do autor (2023).

2.3.5 Sistema Elétrico

O sistema elétrico do minerador contínuo mostrado na figura 7 é responsável pelos acionamentos e automação do mesmo. O conjunto é alimentado em 950 Volts sendo reduzido por transformadores para 110 Volts e 24 Volts e acionado por um controle via cabo que por pulsos em botões criam movimentos no maquinário e acionam os motores.

Como forma de melhoria na ergonomia e segurança, teve-se a necessidade da implantação de um controle remoto que atendesse a demanda.

Figura 7: Sistema elétrico.



Fonte: Do autor (2023).

2.4 MANUTENÇÃO ELÉTRICA EM UM MINERADOR CONTÍNUO

Como é uma máquina que trabalha em um ambiente insalubre, contendo poeira, vibração, água e riscos de desabamento, o minerador necessita de manutenção diária. A manutenção ocorre tanto na parte mecânica quanto na parte elétrica.

Para melhor funcionamento dos equipamentos elétricos e mecânicos, é aplicável a máquina a manutenção preventiva e corretiva. Nessa manutenção são considerados problemas frequentes e revisões diárias, semanais e mensais.

Um dos grandes motivos de gerar manutenção elétrica é o cabo danificado do controle. Esse cabo é responsável pela conexão do controle com o minerador. O cabo danifica por queda de pedra, atropelamento por maquinário e até mesmo rompimento na própria máquina, na figura 8 podemos ver um operador de minerador operando o controle cabeado.

Como o cabo é o responsável pelo acesso de sinal do controle com a máquina, um dano ao mesmo faz parar o minerador, gerando perda de produção e até mesmo danificando outros equipamentos importantes.

Figura 8: Operador de Minerador.



Fonte: Do autor (2023).

Como forma de solução para o problema com o cabo do controle, fez-se um estudo em parceria com a empresa Seyconel, que trabalha com controles remotos industriais.

2.5 CONTROLE REMOTO INDUSTRIAL

Com a necessidade de melhorias na segurança do trabalhador e diminuição de quedas de produção, fez-se necessário realizar a adaptação de um novo sistema que substituísse o cabo do controle do minerador. Para isso fez-se um estudo de como seria essa adaptação, a empresa SeyConel se disponibilizou para realizar um controle que fosse compatível com a necessidade.

2.5.1 SeyConel

A empresa londrinense atua no ramo de distribuição de componentes e equipamentos eletrônicos desde 1989. Já no mercado eletrônico e automotivo a empresa iniciou a busca de mercado de controle remoto para movimentações de cargas, principalmente pontes rolantes (SEYCONEL AUTOMAÇÃO, s/d).

A linha de controles tem um sistema de rádio altamente sofisticado e suas facilidades permitem usar em alta gama de equipamentos industriais. A empresa

também conta com a adaptação que a indústria necessita, realizando controles sob medida (SEYCONEL AUTOMAÇÃO, s/d).

2.5.2 Controle remoto escolhido

Conferindo toda linha de produtos, optou-se pelo controle remoto industrial ALPHA 6000, pois o mesmo possui um sistema robusto, com uma frequência adequada para o serviço em questão. A seguir a figura do controle escolhido.

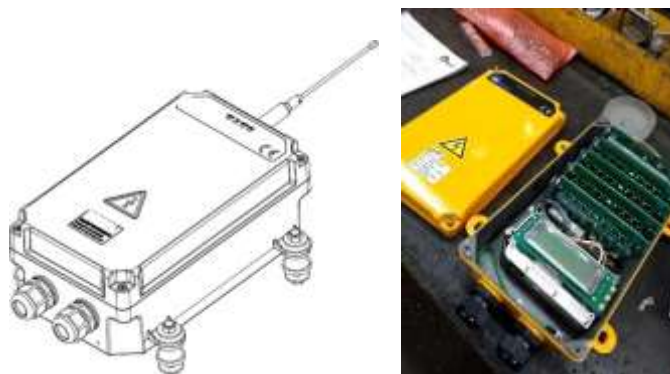
Figura 9: Controle ALPHA 6000.



Fonte: Seyconel, s/d.

Junto ao conjunto controle remoto, vem o receptor mostrado na figura abaixo que capta os sinais recebidos do controle. O mesmo tem um programa incluso ao seu *hardware* que secciona os reles internos fazendo dar movimento ao equipamento.

Figura 10: Receptor ALPHA 6000.



Fonte: Seyconel, s/d.



O sistema de codificação utiliza controle microprocessado avançado para transmissão de dados 100% livre de erros. A disponibilidade de 65.536 conjuntos de códigos de identificação de segurança exclusivos + 68 canais de RF distintos garantirão que apenas os comandos de um transmissor de controle correspondente possam ser realizados sem qualquer interferência de outros sistemas de rádio (SEYCONEL AUTOMAÇÃO, s/d).

O sistema utiliza transmissão RF sintetizada PLL. Permite ao usuário selecionar entre 68 conjuntos de canais de frequência mais adequados ao ambiente. O canal de frequência para o transmissor e receptor é selecionado através do software de programação. O receptor também tem a capacidade de escanear automaticamente a partir desses 68 conjuntos de canais de frequência. O receptor procurará e travará o transmissor de controle correspondente (SEYCONEL AUTOMAÇÃO, s/d).

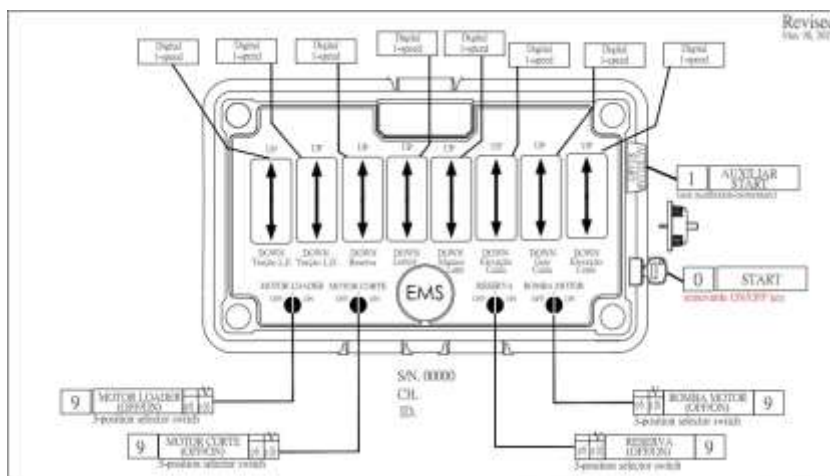
A potência de transmissão é de -2 ~ + 20 dbm. A configuração padrão é baseada na potência de transmissão onde o país é regulada. Para quaisquer alterações, observe se a configuração atende ao requisito do país (SEYCONEL AUTOMAÇÃO, s/d).

O controle é equipado com numerosas funções de autodiagnóstico, que incluem detecção e aviso de baixa voltagem do transmissor, detecção de joystick e botão com defeito, detecção de relés MAIN de segurança com defeito, detecção de placas de relé com defeito, detecção EEPROM com defeito, detecção de módulo de recepção com defeito, detecção de código de ID. Desativação automática de MAIN quando o transmissor está com baixa voltagem, ao encontrar forte interferência de rádio e quando o transmissor / operador está fora da faixa de recepção (SEYCONEL AUTOMAÇÃO, s/d).

2.6 IMPLANTAÇÃO DE UM CONTROLE REMOTO AO SISTEMA ELÉTRICO DO MINERADOR CONTÍNUO

Como o minerador contínuo possui um circuito elétrico que é padrão entre os mesmos, para se adaptar um controle remoto é necessário um estudo do circuito elétrico para que não haja modificação do mesmo. O controle remoto foi adaptado as necessidades do minerador, com isso obteve o modelo de controle demonstrado na Fig.11.

Figura 11: Controle Remoto adaptado.



Fonte: Do autor (2022).

Conforme a Fig. 11 demonstra o controle fica de modo compacto, leve e eficiente. Possui botões reservas para fácil substituição e compreende seu funcionamento. Como o controle remoto via cabo atual é acionado por pulsos relés de contatos secos, é necessário que o controle remoto faça a mesma função.

Para os acionamentos dos relés do minerador é instalado o receptor, que é responsável por receber os sinais do controle e transforma-los em sinais para os acionamentos dos relés, afim de dar movimentos ao minerado como mostra a figura 12 acima.

O minerador, originalmente não possui espaço suficiente para a instalação de um receptor, devido ao pouco espaço dos painéis elétricos. Para isso é construído um painel auxiliar como a figura abaixo encaixado ao lado dos painéis dos relés.

Figura 13: Painel de comando.



Fonte: Do autor (2023).

O receptor passa o sinal para os reles por um cabo 25 vias, que faz a mesma função do cabo do controle via anteriormente, não modificando a elétrica original do minerador.

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Antes da instalação do controle remoto no minerador, realiza-se testes para saber se realmente é funcional, devido ao ambiente em que o controle vai operar. A princípio o receptor foi instalado dentro de um quadro provisório lacrado para testar a continuidade do sinal do controle e a distância no qual ele funciona demonstrado pela figura abaixo.

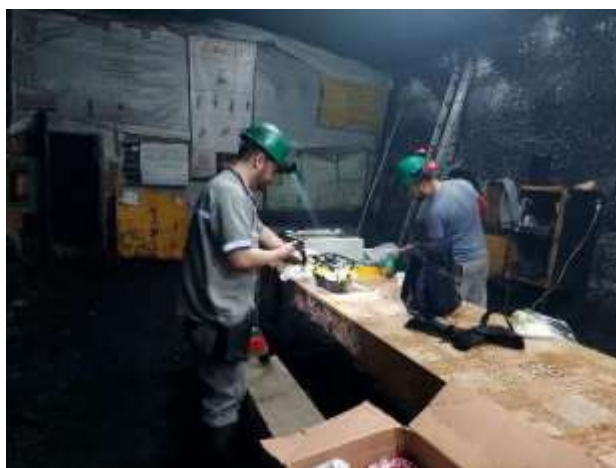
Figura 14: Painel experimental.



Fonte: Do autor (2023).

Foi testado o conjunto na superfície e funcionou a 20 metros o sinal. Para melhores resultados foi levado o conjunto para o subsolo como mostra a figura 15 e aplicado novamente os testes, agora acoplado o receptor ao minerador. Os testes deram resultados positivos e funcionou perfeitamente a 17 metros.

Figura 15: Montagem do experimento.



Fonte: Do autor (2023).

A implantação do controle da resultados positivos e é considerável viável, como podemos ver abaixo na figura 16, o fluxograma explica com precisão o passo a passo dos testes aplicados.

Figura 16: Fluxograma do experimento.



Fonte: Do autor (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A contribuição do controle remoto com fio, nos anos de 2017 a 2023, chegou a 181,51 horas paradas dos mineradores.

4.1 HORAS PARADAS POR FALHAS NO SISTEMA DE CONTROLE COM FIO

A Tabela 1, a seguir, demonstra a percentualidade da participação de horas paradas por falha no sistema de controle com fio em relação ao total geral de horas paradas de cada minerador.

Com a análise da tabela notou-se a ineficácia do sistema antigo e que as horas paradas são significantes.

Tabela 1: Horas paradas por defeitos no cabo do controle

ANO / MÊS	MC1	MC2	MC3	MC4
2017	12,83	4,08	3,25	
2018	8,67	4,08	1,17	1,00
2019	7,50	8,33		5,25
2020	7,33	3,75		4,00

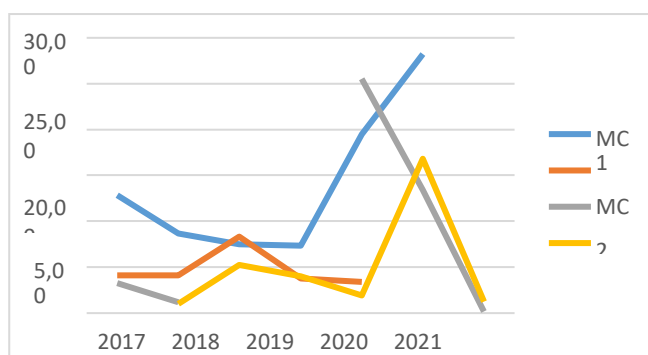


2021	19,50	3,40	25,53	1,92
2022	28,22		13,46	16,81
2023			0,17	1,25
Total Geral	84,05	23,65	43,58	30,23

Fonte: Do autor (2022).

A Fig. 17 e 18, a seguir, exibe um gráfico do histórico, apontando as falhas elétricas por cabo do controle nos mineradores no qual a empresa possui.

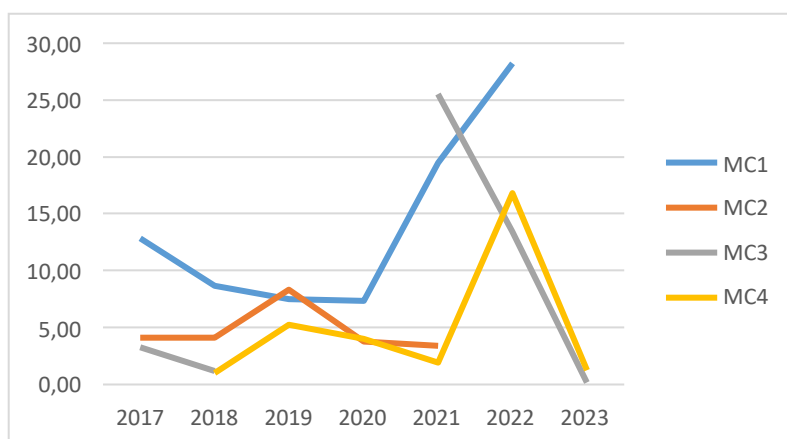
Figura 17: Gráfico de barras.



Fonte: Do autor (2023).

De acordo com gráfico, os tempos de paradas por defeito no controle com fio é significativo, ocasionando perdas de produção que poderiam não acontecer. Além das perdas de produção, a parada por defeito em controle pode deixar o minerador continuo em situações de risco de desmoronamento em locais não escorados ou trancando o trajeto.

Figura 18: Gráfico de linhas.



Fonte: Do autor (2023).



Nota-se na Fig. 18, principalmente no MC-02 primeiro a receber o controle que o minerador teve sua produtividade aumentada devido ao trabalho contínuo sem interrupções para a manutenção de cabos, comparado com os outros mineradores que ficaram até 30 horas parados.

4.2 VALORES PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Para implantação do sistema de controle remoto no minerador contínuo foram realizadas análises de custo benefício. Como objetivo teve-se redução do consumo de cabo, redução de parada do minerador devido a problemas no cabo, e redução do risco na operação do minerador.

A aquisição preferencial por este Kit, é pelo fato de obter 2 controles (transmissores), assim teremos sempre um em operação e outro carregando e reserva, numa eventual manutenção teremos outro para não parar o minerador durante o reparo do controle.

O custo para implantação do sistema foi:

- Custo efetivo: R\$ 37.541,38.

Comparando com os gastos com cabo de controle dos anos de 2015 a 2020, tem-se:

- Custo efetivo: R\$ 56.264,89.

Nota-se que os gastos com cabo de controle passam de 11 mil reais por ano, sem contar com as horas paradas e perdas de produção. O valor torna-se realmente viável para adquirir tecnologia de melhorias, não somente aos valores empregados, mas também a segurança e bem-estar dos colaboradores.

4.3 ERGONOMIA E SEGURANÇA DO TRABALHO

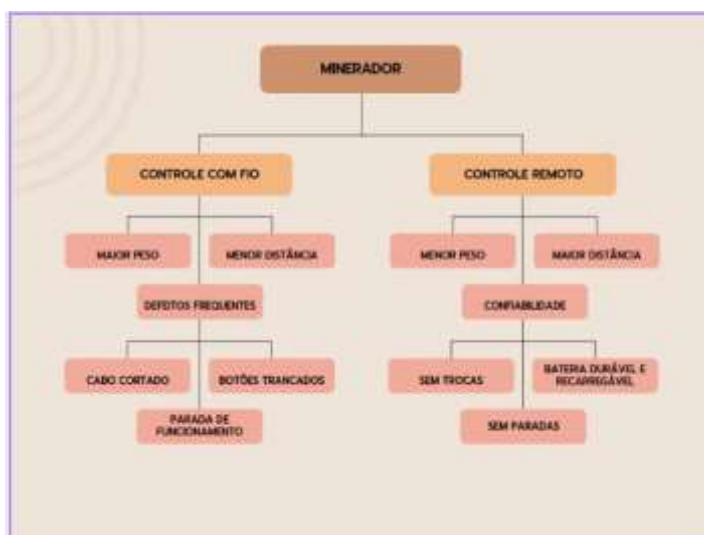
“A ergonomia é um conjunto de estudos que visam à organização metódica do trabalho em função do fim proposto e das relações entre o homem e a máquina.

Sua aplicação serve também para minimizar os acidentes de trabalho” (OLIVEIRA NETTO; TAVARES, 2006, p. 12).

As normas foram criadas para que os colaboradores sejam submetidos a menos riscos no ambiente de trabalho e tenham conforto para executar suas atividades. Isso faz com que as chances do desenvolvimento de doenças ocupacionais, ou seja, transtornos ou problemas de ordem física ou mental, sejam reduzidas. A ergonomia no trabalho tem como objetivo proporcionar maior bem-estar aos colaboradores, e com isso os ganhos da empresa com a produtividade dos funcionários tendem a ser consideráveis.

O fluxograma a seguir demonstra algumas das vantagens de se usar o controle remoto.

Figura 19: Fluxograma de segurança.



Fonte: Do autor (2023).

No processo ergonômico e de segurança do trabalho, a troca do controle com fio por controle remoto tem destaque ergonômico. Além da mobilidade por não possuir algo prendendo o operador a máquina, o que já é um grande passo na segurança, proporciona maior saúde e bem-estar ao mesmo.

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, a mineração de carvão em questão possui uma fragilidade em relação ao sistema de comando dos seus mineradores contínuos, que



é a máquina chefe para retirada de carvão mineral.

Para melhoria desse processo busca-se um equipamento que possa suprir essa necessidade, no caso um controle remoto industrial. Para a escolha foram feitos estudos e com base nos custos e testes, optou-se pelo controle remoto industrial alpha 6000 da *SeyConel*. O controle teve modificações especiais para o uso em questão e foram realizados testes em bancada e no minerador no qual seria utilizado.

Além das adaptações realizadas no controle, foram aprimorados um novo painel para o receptor do equipamento no minerador, mas nada que mudasse a configuração original do mesmo.

O controle deu bons resultados e o mais importante, possibilitou menos paradas de produção, maior nível de segurança e conforto aos operadores elevando o nível de distância no qual possibilitava riscos de acidentes.

A implantação se mostrou vantajosa, pois além do bem-estar do colaborador, aumentou-se a produtividade do minerador devido a não obtiver praticamente horas paradas para a manutenção dos cabos. Após a análise dos resultados se decidiu implantar em um segundo equipamento (MC4), demonstrando que o novo sistema atendeu as expectativas e se tornará padrão dos mineradores utilizados pela empresa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética.** Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020 / Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro. EPE, 2020.

Carbonífera Belluno (cbelluno.com.br). 2019. Disponível em: <<https://salvaro.cbelluno.com.br/>>

CARVALHO, Geraldo. **Máquinas elétricas:** teoria e ensaios. 2. ed. São José dos Campos: Editora Érica, 2008. 264 p.

Carvão mineral.s/d. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/carvao-mineral-combustivel.htm>>

CHAPMAN, S. J. Fundamentos de máquinas CC. *In:*_____. **Fundamentos de Máquinas Elétricas.** 5. ed. Porto Alegre: Amgh, 2013. p. 404-461.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE) (Brasília). **Matriz Energética e Elétrica.** Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>> Acesso em: 04 set. 2020.



FITZGERALD, A. E; KINGSLEY JUNIOR, C.; UMANS, S. D. Introdução às máquinas rotativas. *In*: _____. **Máquinas Elétricas**. 7. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda 2014. P. 190-390.

GONÇALVES, Teresinha Maria; FOLLMANN, José Ivo; PHILOMENA, Gerson Luiz Boer. **Aspectos da cultura do carvão em Criciúma (SC):** a história que não se conta. História Unisinos, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 244-255, 31 ago. 2012. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio Dos Sinos. <http://dx.doi.org/10.4013/htu.2012.162.07>. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/historia/article/view/htu.2012.162.07/1011>.> Acesso em: 04 set. 2020.

IBGE. **Criciúma é conhecida por ser a Capital Brasileira do Carvão e do Revestimento Cerâmico**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=447149&view=detalhes>.> Acesso em: 04 set. 2020.

Komatsu mining corp. 2019. Disponível em <Joy.12CM12.Mineradores.Contínuos-Mineração.Subterrânea|Komatsu.Mining.Corp>.

OLIVEIRA NETTO, A. A.; TAVARES, W. R. **Introdução à engenharia de produção**. Florianópolis: Visual Book, 2006.

Seyconel - Seyconel Automação Industrial. s/d. Disponível em <<https://seyconel.com.br/categorias/controle-remoto-industrial/>>.

SELEME, Robson. **Manutenção Industrial:** mantendo a fábrica em funcionamento. Curitiba: Editora Intersabores, 2015. 144 p.