



Estudo de Caso – Migração da sala de controle das Moagens para o CCR com Automação das áreas I, A e B



Pedro Henrique de Souza Costa, Maurício Vieira, Fundação Presidente Antônio Carlos

Resumo – O processo de manutenção de componentes que integram equipamentos das indústrias requer uma estrutura bem montada e dotada de recursos capazes de criar plenas condições de trabalho cercadas de segurança e ergonomia. O trabalho propôs um estudo de caso que demonstra a importância da automação e integração das centrais de comando dos equipamentos de uma planta. Anteriormente, todo o processo de supervisão das áreas em questão fora comprometido devido as condições e limitações de acessos e monitoramentos dos equipamentos durante suas operações. Além disso, as salas elétricas por se tratar de uma planta da década de 70, já se encontravam com a maioria dos seus sistemas de comando e controle degradados e com um sistema de proteção ineficiente, gerando baixa disponibilidade e risco para os ativos da empresa, como também a vida e saúde dos colaboradores que realizavam as manutenções no local. Com isso, após estudos, se fez necessário uma modernização e automatização de todo processo de controle e criação de supervisor eficiente para melhor monitoramento da operação das áreas em questão, oferecendo melhores condições de acesso e segurança para manutenções quando necessárias.

Palavras Chave – Automação, Colaboradores, Integração, Operação, Segurança.

SIGLAS

PDCA – *Plan Do Check Act*
 CLP – Controlador Lógico Programável
 PLC – *Programmable Logic Controller*
 COMs – *Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*
 ROM – *Read-Only Memory*
 RAM – *Random-Access Memory*

I. INTRODUÇÃO

A Primeira Revolução Industrial começou no século XVIII - 1701 até o ano 1800 - através do uso de energia a vapor e mecanização da produção. O que antes produzia roscas em rodas de fiar simples, a versão mecanizada alcançava oito vezes o volume no mesmo tempo. A energia do vapor já era conhecida. O uso para fins industriais foi o maior avanço para

o aumento da produtividade humana. Em vez de tecer teares movidos a músculo, os motores a vapor poderiam ser usados para energia. Desenvolvimentos como o navio a vapor ou (cerca de 100 anos depois) a locomotiva movida a vapor provocou mais mudanças massivas porque os seres humanos e as mercadorias podiam se mover grandes distâncias em menos horas.[1]

A Segunda Revolução Industrial começou no século 19 através da descoberta de eletricidade e produção de linha de montagem. Henry Ford (1863-1947) levou a ideia da produção em massa de um matadouro em Chicago: os porcos pendiam de correias transportadoras e cada açougueiro executava apenas uma parte da tarefa de massacrar o animal. Henry Ford levou esses princípios à produção automobilística e alterou-a drasticamente no processo. Enquanto antes que uma estação montasse um automóvel inteiro, agora os veículos eram produzidos em etapas parciais na correia transportadora - significativamente mais rápido e com menor custo.[1]

A Terceira Revolução Industrial começou nos anos 70 no século 20 através de automação parcial usando controles e computadores programáveis por memória. Desde a introdução dessas tecnologias, agora podemos automatizar todo um processo de produção - sem assistência humana. Exemplos conhecidos disso são robôs que executam sequências programadas sem intervenção humana.[1]

Atualmente, está sendo implementada a Quarta Revolução Industrial. Isso é caracterizado pela aplicação de tecnologias de informação e comunicação à indústria e também é conhecido como “Indústria 4.0”. Baseia-se nos desenvolvimentos da Terceira Revolução Industrial. Os sistemas de produção que já possuem tecnologia de computador são expandidos por uma conexão de rede e têm um gêmeo digital na Internet, por assim dizer. Estes permitem a comunicação com outras instalações e a saída de informações sobre si mesmos. Este é o próximo passo na automação de produção. A rede de todos os sistemas leva a “sistemas de produção ciber-físicos” e, portanto, fábricas inteligentes, nas quais sistemas de produção, componentes e pessoas se comunicam através de uma rede e a produção é quase autônoma.[1]

Observando esse conceito de automação, ela se mostra um fator imprescindível para qualquer tipo de indústria que tem em vista o seu crescimento tanto na visão econômica quanto na visão produtiva.

O presente trabalho foi idealizado após um período de trabalho na empresa Alfa, Indústria Cimenteira que produz e comercializa para o mercado civil, ao observar a sua produção totalmente manual e arcaica, mostra-se evidente o potencial para um projeto de automação em suas etapas de produção.

Nas grandes indústrias Cimenteiras a automação se mostra necessária por trazer os benefícios já citados, além de uma maior qualidade de produção e certificação do padrão de qualidade dos mesmos. Almeja-se que esse plano de automação alcance tais objetivos, como aumento da disponibilidade e produtividade dos equipamentos, aumentar o controle da qualidade dos produtos, diminuir os desperdícios de insumos e, agregando todos esses objetivos, tem-se o objetivo maior de gerar maior segurança aos colaboradores e uma contribuição financeira para a empresa.

II. OBJETIVOS

Identificar os ganhos potenciais advindos da implementação de recursos de automação industrial, neste caso em específico, restrito ao processo de adequação das operações das áreas de transporte de clínquer, transporte de matéria primas e Moagem de Farinha de industrial Cimenteira. Centralização do monitoramento da Moagem via supervisorio na sala de controle, com integração com todos equipamentos da fábrica em um lugar apenas. Haverá foco na área de automatização e modernização das salas elétricas, de forma a permitir operações remotas mais seguras e confiáveis, bem como apresentar quais os ganhos operacionais e, principalmente, de inovação.

III. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

Industria 4.0

A criação e desenvolvimento de novas tecnologias utilizadas na vida cotidiana das organizações possibilitaram a revolução industrial iniciada no século XVIII e compartilhada, no momento, em quatro fases. A primeira Revolução Industrial começou com a invenção do motor a vapor. Posteriormente, a segunda Revolução Industrial iniciou no final do século XIX - ano 1801 até o ano 1900 - e, sucedeu a produção em massa. A terceira Revolução Industrial começou no final do século XX - ano 1901 até o ano 2000, com a introdução de controladores lógicos programáveis (CLP, s) e com suporte tecnológico nas empresas. No século XXI - ano 2001 até o ano 2100, a 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0, trouxe máquinas sem intervenção humana que interagem entre si. [2]

De acordo com Mazzaferro (2018), no tempo atual, a passa por outra nova revolução capaz de mudar significativamente os sistemas de produção. A indústria chamada 4.0 reflete a existência de fontes inteligentes, uso intensivo de robótica, sistemas confiáveis de processamento e armazenamento de dados, bem como o monitoramento e controle de operações em tempo real. Tudo isso é integrado para usar corretamente

recursos e procedimentos para permitir maior produtividade e garantir a qualidade das atividades listadas. [3]

Determinar elementos conceituais sobre uma tarefa em construção não se faz de forma simples. Saccomano *et al* (2018) traz consigo uma proposta classificatória dos elementos base da fundação da Indústria 4.0. Para ele, não se trata de um treinamento definitivo, mas sim, um caráter instrutivo e preciso como mostra a figura 1. [4]

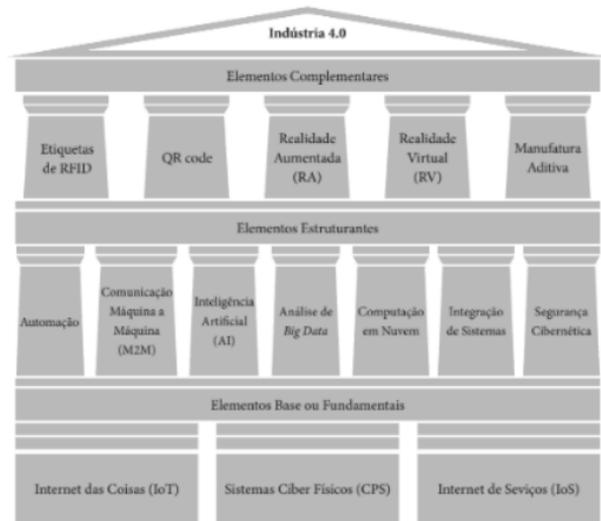


Fig. 1:A “Casa da Indústria 4.0”. [4]

De acordo com Schwab (2016), uma das referências globais no que tange a quarta revolução industrial, futuramente o êxito das forças de trabalho serão sobressalentes ao capital, sendo um fator crítico na produção e, a gestão do conhecimento será cada vez mais relevante para compreender novas tecnologias nas organizações, internamente e externamente potencialização o capital humano. Tal visão pode considerada otimista demais, por isso, uma análise real no ambiente fabril se faz necessário. [5]

Para Foidl e Felderer (2016) a qualidade também se faz essencial na indústria 4.0, uma vez que a objetividade, capacidade de produção e custos, integram elementos importantes que compõem este cenário onde, tecnologias sensoriais, softwares e a versatilidade correspondem ao sinônimo de eficiência e eficácia. Dito isto, a gestão da qualidade se tornou requisito primordial para o triunfo econômico, como também, sustentável. [6]

Controlador Lógico Programável (CLP)

A indústria 4.0 se faz tão essencial para a indústria de modo geral, como também para a automação industrial. Dessa forma, a premissa do CLP, traduzido do inglês PLC (programmable logic controller) na automação industrial é ampla, sendo este equipamento indicado para administrar e monitorar processos

ou máquinas. Portanto, o CLP é tido no tempo em que se ocorre, como um dos equipamentos de controle de processos mais utilizados no ambiente industrial. [2]

Trata-se de um modelo especial de monitoramento lógico programável, uma vez que sua estrutura se assemelha a de um computador, composto por processador, memória para leitura e gravações (RAM e ROM), bem como portas de comunicação (COMS). O CLP ainda permite a interface junto a outros dispositivos de fábrica. O que o difere dos computadores comuns, é sua resistência a poeira, temperaturas elevadas, ruídos altos e vibrações, fazendo com que sua atuação seja possível em diversos ambientes industriais. [3]

A tabela abaixo mostra as semelhanças do CLP em relação aos computadores tradicionais.

Componente	Função
Memória	Armazenamento de informações para execução das atividades
Cartão de entrada	Recebimento e envio de sinal elétrico para o CLP
Processador	Chip que executa o processamento do programa.
Cartão de saída	Aciona equipamentos externos ao receber um sinal elétrico.
Barramento	Placa para comunicação dos componentes.
Fonte de energia	Alimentação do equipamento

Quadro.1: Componentes do CLP

No geral, todos os componentes descritos na tabela funcionam de forma simultânea, de modo que cada um dispõem de suas funções específicas em prol da conclusão do objetivo final e, no caso do CLP, monitorar máquinas, equipamentos e seus respectivos processos. [2]

Dito isso, o CLP atua recebendo as informações de dispositivos, processando-os dados e, na sequência, fazendo o controle dos dispositivos de saída concordante ao que fora programado, ou seja, controle sobre os processos. [3]

Entretanto, para que tal controle seja realizado adequadamente, o processo a ser controlada necessita ser monitorado, função tida por meio de sensores. A seguir a imagem mostra a atuação do CLP na leitura dos sensores, enviando comandos aos atuadores. [4]



Fig.2: Ciclo CLP

Além disso, para se obter o desempenho preciso do controlador, se faz necessário que o mesmo seja programado para esta função através da inserção dos dados utilizando uma linguagem de programação específica para acioná-los. Ainda, para cada CLP, uma lista de entradas e saídas para controle de processos e automação é disposta, possibilitando a leitura e controle de sistemas supervisórios conforme a necessidade. Tais sistemas supervisórios, são softwares de monitoramento autônomo, que são integrados de acordo com a necessidade de produção de cada empresa, organizando as variáveis obtidas durante o processo. [6]

Inovação

Empresas inovadoras inspiram-se em ideias passadas com o intento de gerar novas ideias para o futuro. Tal inspiração inicia-se na captura de boas ideias e prossegue mantendo-as vivas, esboçando novas aplicabilidades para elas e, testando a restauração de conceitos pertinentes. [7]

Os resultados da inovação são oriundos da combinação de conhecimentos existentes na criação de novas alternativas. Ou seja, “[...] o fruto da interação e compartilhamento de conhecimento explícitos e tácitos em diferentes ambiências”. [8]

O uso da inovação em ambientes organizacionais requer tanto recurso financeiro, quanto de materiais e pessoas. Além do desenvolvimento de uma cultura de inovação, que promove a alteração de processos internos e, comportamentais. De acordo com Faria e Fonseca (2014, p. 380) “[...] a cultura de inovação necessita de mecanismos de coordenação e interação que abranjam trocas de informações e conhecimentos que contribuam para o desenvolvimento do conhecimento que é a base da inovação”. [9]

Conceito de Qualidade

Para Las Casas, (2008) a qualidade dos serviços é a oportunidade de responder à necessidade de resolver problemáticas. A qualidade é uma condição de adaptação de um produto ou um serviço que, quando solicitado, pretende satisfazer o cliente. [10]

Já para Fernandes (2011), no final da década de 1950, começou a emergir a inovação de controle de qualidade com o nome da garantia de qualidade. No entanto, Campos (2004), afirma que a garantia de qualidade é uma atividade realizada na organização que visa certificar se todos os recursos necessários à qualidade seguem conforme o requerimento. A proposta sugere que todas as medidas necessárias serão desenvolvidas atendendo as solicitações dos clientes e/ou superiores de forma a superar a concorrência. [11][12]

Dissarte, conclui-se que a garantia de qualidade só ocorrerá com exatidão através da participação de todos os envolvidos na organização. Em razão disso, por menor que seja o processo, partir-se-á do princípio de garantia da qualidade, certificando que o mesmo seja aplicado de acordo com as razões propostas. [12]

Método PDCA

Na década de 1920 o engenheiro estatístico americano Walter. Shewart, criava o ciclo PDCA, o qual fora distribuído apenas na década de 1950 por William Edward Deming, ao levar a ideia ao Japão logo após a Segunda Guerra Mundial, uma vez que seus produtos tinham uma reputação de "terrível qualidade" [13] ressinificando as indústrias japonesas no mercado internacional, inserindo qualidade e proporcionado competitividade. Tal metodologia também era denominada ciclo de Deming. [14]

O Ciclo PDCA é uma ferramenta aplicada para melhorar os processos de gerenciamento caracterizado por ser um método complementar a qualidade, com um sistema de ciclo contínuo, de forma a manter a qualidade da conclusão de um determinado processo antes de iniciar ciclo. [15] [16]

O PDCA é, portanto, devido à conexão das iniciais de cada passagem composta, na sua língua original: *Plan, Do Check e Act*, que em português, significa planejar, executar, verificar e agir. [17]

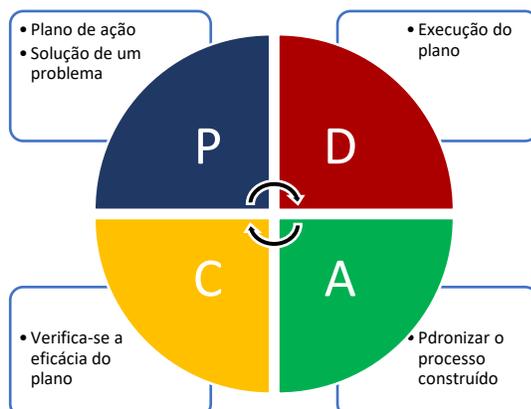


Fig. 2: Ciclo PDCA [17]

O uso do ciclo PDCA inclui várias possibilidades, acelerando a busca dos insumos necessários para a atividade definida, tendo como um dos grandes benefícios um método superior e de eficiência na implementação das atividades. A agilidade dos processos aplicados no ciclo sugere uma análise otimizada e contínua do controle de todas as fases da produção, como: Controle do uso de máquinas e equipamentos, documentos solicitados; estimulando a criatividade; estabelecendo uma comunicação simples e útil para resolver problemas. Contribuindo para a criação, aprendizado, compilação, difusão do conhecimento. [18]

Segundo Beghelli (2015) uma outra vantagem do PDCA diz respeito ao princípio de que as etapas sempre permitem ser aprimoradas e adaptadas. Portanto, o gerente poderá implementar outras ferramentas de qualidade como aditivos que ajudam a determinar os problemas e integrar as fases de produção, incluindo melhorias a cada ciclo. [19]

IV. METODOLOGIA

O procedimento utilizado será o estudo de caso, com fins de pesquisa exploratória, descritiva, do tipo aplicada, com abordagem qualitativa.

Para Gil (2007, p.58) o estudo de caso aprofunda-se tanto sobre pessoas, projetos, grupos, materiais e fenômenos, como pode ser aplicado em várias vertentes do conhecimento. [20]

Tratando-se do alcance, deferiu-se a característica exploratória, tendo como objetivo apresentar um novo entendimento e recobrar novas ideias sobre a temática do estudo. [21]

De natureza aplicada pois, caracteriza-se seu interesse prático, de modo que os resultados possam ser executados ou dispostos a qualquer momento para solucionar problemas atuais. [22]

Optou-se pela abordagem qualitativa, uma vez que, norteia-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano e ainda fornecendo análises mais detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento. [23] Portanto, este tipo de abordagem permite interpretar e entender a partir da ótica do pesquisador.

Para a coleta de dados, fora utilizado um questionário elaborado pelo autor deste projeto de pesquisa, aplicado de forma *on-line* e, utilizando a ferramenta *google forms* contendo perguntas referentes ao perfil dos autores do Projeto de Migração das salas de Controle de Moagens de um modo geral, sendo aspectos para identificação, formação acadêmica, tempo de profissão, em qual setor atuam, além do motivo pelo qual objetivou tal projeto de migração.

A. Descrição do Problema

O problema de pesquisa visa mostrar a reforma parcial da sala elétrica QB072 - Extração de clínquer de uma empresa cimenteira situada no estado de Minas Gerais e aqui denominada como Alfa. Tal reforma teve como intento melhorias nos processos, organização e aplicação de novas tecnologias em prol da automatização dos processos e indicadores precisos no que tange os resultados.

Problema antes do Retrofit:

- Sistema sem supervisão, com pouca informação para o operador.
- Baixo controle do processo devido ao baixo nível de interbloqueio.
- Painel de operação ultrapassado.

A reforma aconteceu no recorte temporal que corresponde o período de 13/04/2020 à 04/06/2020 e foram aplicadas nos respectivos equipamentos; Quadro de baixa tensão – Transportadores de Clínquer QB072-OS; Quadro de baixa tensão – Moagem de Farinha QB031-OS; Quadro de baixa tensão – Transporte de matérias primas QB023-OS. O retrofit – melhorias em instalações - contou com a participação de 13 colaboradores durante toda a sua execução.

O Sistema do transportador de Clínquer não dispunha de supervisão, sua estrutura era arcaica e mostrava poucas informações para o operador conforme mostra a figura 3.



Fig.3: Sistema do transportador de Clínquer

A figura demonstra o painel em sua configuração antes do retrofit, onde compunha-se de equipamentos como, fusíveis diazed, contadores da década de 70 e relés de tempo eletrônicos, responsáveis pelo comando dos acionamentos dos equipamentos do transporte de clínquer.

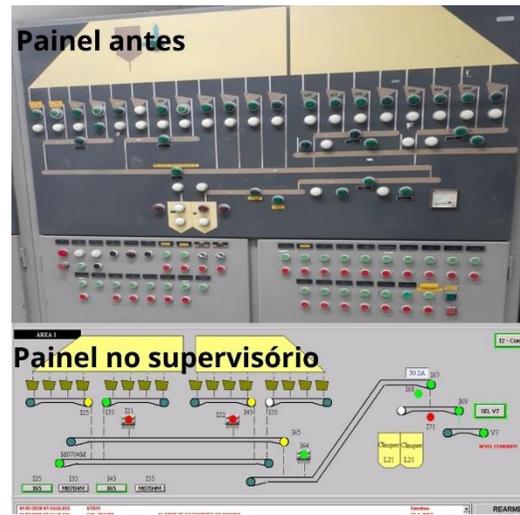


Fig.4: Configuração antes e depois retrofit

Já na imagem acima, mostra a configuração do quadro de controle que era utilizado para acionar os equipamentos e monitorar o processo. Nota-se que o quadro de comando possibilitava falhas operacionais, devido a sinalização analógica e lâmpadas para indicação de funcionamento dos equipamentos. O que foi contornado após a criação do supervisorio com esquema de supervisão em tempo real projetado em tela, trazendo todas as informações do processo de forma didática.

No que tange o moinho de farinha QB031-PS antes da reforma, o mesmo já possuía um sistema automatizado com comando controlado por um PLC, porém não possuía um supervisorio e os controladores analógicos eram dedicados, ou seja, não eram partes integrantes da lógica de comando do moinho.

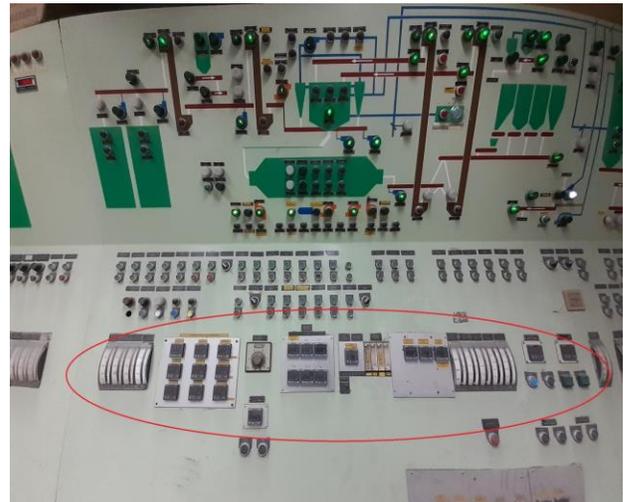


Fig.5: Moagem de farinha QB031-PS

Durante o projeto foram adquiridos cartões de entrada analógica para substituir os controladores dedicados, fazendo que, as variáveis de temperatura, pressão, corrente elétrica e quilowatt/ hora, fossem integradas a lógica de comando, ou seja linguagem *ladder*, a qual fora desenvolvida para elaborar circuitos de relés.

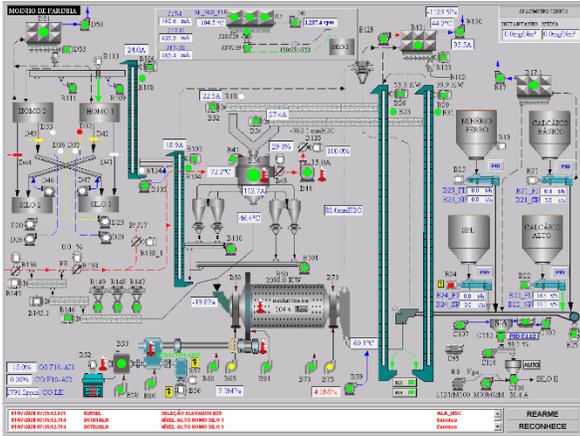


Fig.6: Entradas analógicas adicionadas ao supervisório

Após o retrofit foi possível incorporar a indicação de dosagem das balanças dosadoras, as variáveis do processo, criar sinais de alarme mais detalhados indicando as falhas e identificando os equipamentos.

No que diz respeito ao painel de transporte de matérias primas QB023-PS, a figura 7 o mostra o antes e depois da implantação e implementação do software de supervisório:

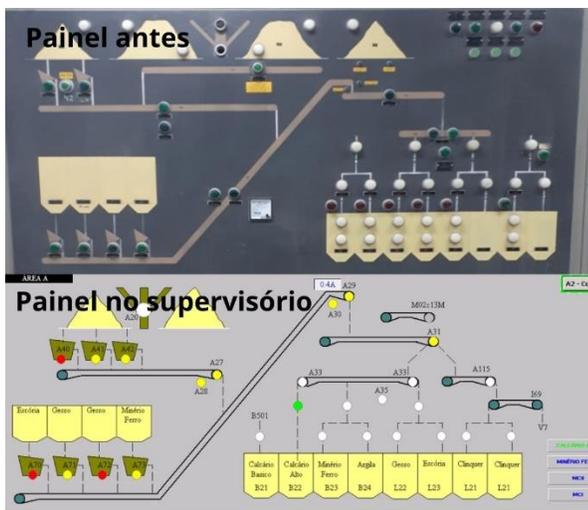


Fig.7: Painel de Transporte antes e depois

Assim como nos demais equipamentos, o painel de transporte de matérias primas QB023-PS também recebeu melhorias durante o projeto de migração com a implementação da automação.

Nota-se que todo o processo caracterizado por botões no painel manual encontra-se representado na tela do sistema. Nele, todas as informações podem ser acessadas em tempo real, gerando relatórios e gráficos de desempenho e produção.

O módulo controlador utilizado foi o modelo *ControlLogix* Série 1756 – L72, conseguindo suportar temperaturas de 0 a 60 °C (33 a 140 °F).



Fig.8: Modelo de Controlador *ControlLogix* 1756 – L72

De acordo com a leitura dos dados feita pelo CLP, o papel do controlador lógico acima é fazer o registro desses dados em tempo real, sendo eles: a temperatura operacional do equipamento, produtividade, geração de alarmes em casos de mau funcionamento e, até mesmo a interrupção de processos, quando necessário.

V. DESENVOLVIMENTO

Para melhor compreender o desenvolvimento do projeto de migração e mostrar quais as melhorias foram tidas com a reforma, será apresentado neste tópico à ótica da população envolvida no processo, sendo esta, composta por 3 participantes convidados.

O gráfico 1 traz uma breve apresentação no que diz respeito a formação acadêmica de cada participante deste estudo.

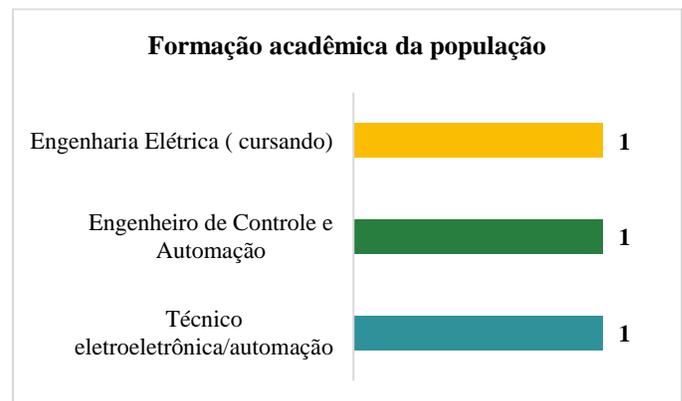


Gráfico 1: População deste estudo

Os participantes possuem formação nível técnico a superior, sendo todas voltadas para o setor e cargo do qual desempenham. O gráfico 2 mostra o tempo de atuação destes profissionais.

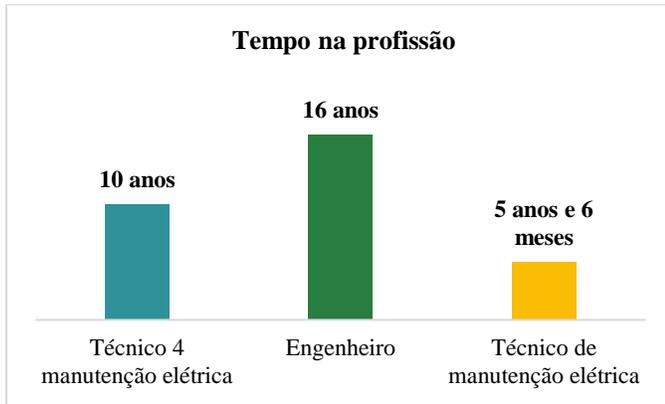


Gráfico 2: Tempo de cada participante na profissão

Para melhor leitura e interpretação dos dados, os participantes serão nomeados como A, B e C, sendo A o Técnico de manutenção elétrica 4, cujo o setor ocupado na empresa Alfa é na automação; o B será o Engenheiro, graduado em engenharia de Controle e Automação, o qual atua no setor de manutenção e, por fim, corresponderá ao C o Técnico de manutenção elétrica que atua no setor de manutenção elétrica.

Na sequência, o gráfico 3 mostra o total da equipe de colaboradores que participaram na execução do projeto.

O projeto contou com a participação de quantos profissionais para execução do trabalho?
3 respostas

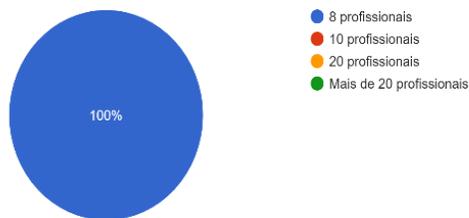


Gráfico 3: Equipe do projeto

Quando questionados da razão pela qual levou a empresa Alfa realizar a migração das salas, o participante A enfatizou a característica antiga da planta como necessidade de implantação de um sistema automatizado para melhor performance do processo, bem como a disponibilidade dos equipamentos, uma vez que exigiam maior número de manutenções devido ao seu tempo de uso.

Já o participante B, brevemente ressaltou a melhoria no processo. Para o participante C, além do melhor desempenho do processo, pontua também o acesso e atualização tecnológica, agregando em economia e facilidades na manutenção.

No que tange os principais ganhos que a empresa Alfa obteve com o retrofit, estão eles:

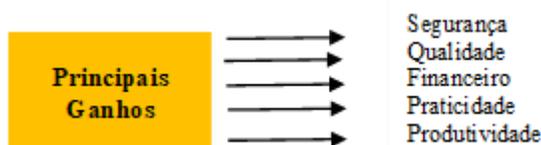


Fig.9: Principais Ganhos após o retrofit

O participante A pontua que por intermédio da automação, foi possível notar uma maior disponibilidade no que tange a produção. Também fora observado uma taxa significativa em manutenções corretivas nos painéis automatizados, o que gerou maior produtividade, impactando não só nos custos como também em qualidade do produto final.

No que diz respeito a ferramenta PDCA durante o processo de retrofit, esta, fora essencial. De acordo com a opinião dos participantes sobre a ferramenta, obteve-se como visão unânime, sua importância fundamental desde o planejamento até o resultado final do projeto conforme mostra a figura 10.

Foi de suma importância, seguindo todas as etapas desde o planejamento até a execução conseguimos obter sucesso no projeto final, respeitando os critérios de segurança e também os prazos estipulados pela empresa, sem afetar no resultado final. **Participante A**

Grande importância, busca de melhoria contínua. Buscando sempre medir e corrigir os erros. **Participante B**

Foi importante e fundamental para atender os prazos e qualidade na execução. **Participante C**

Fig. 9: Dados da pesquisa (2021)

A ferramenta aliada a implantação e implementação de novas tecnologias contribuiu para inúmeras melhorias conforme fora explicado durante este tópico. Também se faz importante pontuar que, apesar de todas as melhorias, treinamentos de reciclagem sempre serão mantidos para aprimorar cada vez mais este e, outros processos dentro da empresa Alfa.

VI. CONCLUSÕES

O objetivo do presente estudo foi concluído em suas expectativas. Tendo em vista a metodologia utilizada para o mesmo, a base encontrada por meio das respostas obtidas no questionário de pesquisa, pôde-se obter material necessário para difundir o estudo sobre o processo de retrofit na Migração da sala de controle das Moagens para o CCR com Automação das áreas I, A e B.

O estudo identificou os ganhos potenciais advindos da implementação de recursos de automação industrial, em específico, restrito ao processo de adequação das operações das áreas de transporte de clínquer, transporte de matéria primas e Moagem de Farinha de industrial Cimenteira, como também mostrou o antes e depois da centralização do monitoramento da Moagem via supervisório na sala de controle, com integração de todos os equipamentos da fábrica em um só local e, enfoque na área de automatização e modernização das salas elétricas.

De acordo com as informações obtidas através das respostas dos participantes convidados para este estudo, foi possível compreender que as operações remotas se tornaram mais seguras após a automatização e, mesmo sem números indicativos para se mensurar quais os ganhos financeiros, os participantes indicaram que o retrofit também contribuiu para tal.

Outro ponto enfatizado pelos participantes, foram os ganhos operacionais, como a praticidade do processo, maior produtividade e resultados precisos, com qualidade, somado a este fator, o desenvolvimento de inovação aplicado no projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Revolução Industrial – Indústria 1.0 à Indústria 4.0,” PROLIFE, 07 Agosto,2020.[Online] Disponível em: <https://www.desouttertools.com.br/industria-4-0/noticias/507/revolucao-industrial-da-industria-1-0-a-industria-4-0>.
- [2] Rodrigues, L. F., de Jesus, R. A., & Schützer, K. (2016). Industrie 4.0: uma revisão da literatura. Revista de Ciência & Tecnologia, 19(38), 33-45.
- [3] Mazzaferro, J. A. E. (2018) Indústria 4.0 e a Qualidade da Informação. Soldagem & Inspeção. 23(1), 1-2.
- [4] Sacomano, J. B., Bonilla, S. H. Gonçalves, R. F., et al. (2018). Indústria 4.0: conceitos e fundamentos. São Paulo: Blucher.
- [5] Schwab, K. (2016) A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro.
- [6] Foidl, H., & Felderer, M. (2018). Integrating software quality models into risk-based testing. Software Quality Journal, 26(2), 809-847.
- [7] HARGADON, Andrew; SUTTON, Robert I. Como construir uma fábrica de inovação. In: RODRIGUEZ; Martius Vicente Rodriguez (Org.). O valor da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005
- [8] SILVA, Elaine da; VALENTIM, Marta Lígia Pomim. A contribuição dos sistemas de inovação e da cultura organizacional para a geração de inovação. Informação & Informação. Londrina, v. 23, n. 1, p. 450-466, dez. 2018.
- [9] FARIA, Maria de Fátima Bruno; FONSECA, Marcus Vinicius de Araújo. Cultura de inovação: conceitos e modelos teóricos. RAC. Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, art. 1, p. 372-396, jul. /ago. 2014.
- [10] LAS CASAS, Alexandre Luzzi. Qualidade total em serviços: conceitos, exercícios, casos práticos. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008
- [11] FERNANDES, Waldir Algarte. O movimento da qualidade no Brasil. 2011. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pdf/Livro_Qualidade.pdf>. Acesso em: 16 nov.2016.
- [12] CAMPOS, Vicente Falconi. TQC -Controle da qualidade total no (estilo japonês). Nova Lima, MG. INDG Tecnologia e Serviços Ltda.2004.
- [13] CAMARGO, W. 2011. Controle de Qualidade Total. © INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – PARANÁ –EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.
- [14] BARROS, E. 2017. PDCA/PDSA o que é? Quando devo usar? LINKED IN. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/pdcapdsa-o-que-%C3%A9-quando-devo-usar-edilson>. Acesso em:
- [15] ANDRADE, Paulo. Ciclo de Deming ou Ciclo PDCA. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://ligatic.blogspot.com/2010/10/ciclo-pdca.html>.
- [16] NING, Jing Feng et al. PDCA Process Application in the Continuous Improvement of Software Quality. International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (CMCE), 2010.
- [17] ANDRADE Fábio Felipe de. O MÉTODO DE MELHORIAS PDCA.157f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- [18] CAMARGO, W. 2011. Controle de Qualidade Total. © INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – PARANÁ –EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.
- [19] BEGHELLI, P. 2015. Dicas para aplicar e combinar o ciclo PDCA com outras ferramentas de gestão. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/dicas-para-aplicar-e-combinar-o-ciclo-pdca-com-outras-ferramentas-de-gestao/84242/>.
- [20] GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2007.
- [21] CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. Metodologia Científica. 6. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 162 p.
- [22] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de Pesquisa*. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017. 328 p.
- [23] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 320 p.