

INDÚSTRIA 4.0 APLICADA À MANUTENÇÃO, UM ESTUDO DE CASO NA BRENNAND CIMENTOS

MARCELO ESTEVAM FERREIRA¹ & FÁBIO COELHO PINHEIRO²

¹Graduando em Engenharia Elétrica, eng.marcelo.estevam@gmail.com

²Professor do Curso de Engenharia Elétrica, fabio.pinheiro@unifemm.edu.br

Caderno Saberes, n. 6, 2020

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi identificar os principais aspectos da automação da fábrica da Brennand Cimentos situada em Sete Lagoas-MG, assim como descrever as opções disponíveis dentro do conceito indústria 4.0 aplicáveis à melhoria dos processos de manutenção. Para que esse objetivo fosse atendido, foram realizadas pesquisas bibliográficas, entrevistas, análises visuais e medições. Identificou-se os avanços da automação da Brennand Cimentos nas etapas de informatização, conectividade, visibilidade e transparência. Verificou-se, ainda, que havia algumas características presentes que necessitavam de atenção como o banco de dados de alarmes junto ao servidor de diretório, provocando lentidão e até mesmo o travamento do supervisório. O estudo evidenciou que as tecnologias da quarta revolução industrial armazenam os dados coletados na planta, analisam e geram conhecimento em forma de melhorias contínuas no próprio processo. Com isso, não só os eventos de manutenção são melhorados, como também, os seus planejamentos, resultando no baixo risco de falhas não planejadas e aumentando a eficiência das máquinas.

Palavras-chave: Big Data. Computação em nuvem Indústria 4.0. IIoT/Sensores Inteligentes. Manutenção.

INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial, conhecida como indústria 4.0, busca o desenvolvimento de fábricas inteligentes, versáteis e eficientes apoiadas na computação, na automação e na conectividade.

As principais novidades da indústria 4.0 são a digitalização¹, conectividade², robótica³, big data⁴, computação em nuvem⁵, integração de sistemas, inteligência artificial, IIOT, manufatura aditiva, realidade aumentada, simulações e sistemas em tempo real (ENGETELES, 2018).

A missão da manutenção, segundo Kardec e Nassif (2001), é garantir a

disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados. Devido a isso, tornou-se importante pensar e agir estrategicamente, para que a atividade de manutenção se integre de maneira eficaz ao processo produtivo contribuindo, efetivamente, para que a empresa caminhe rumo a Excelência Empresarial.

Com isso, é possível observar a importância da quarta revolução industrial que reúne e analisa os dados de equipamentos, máquinas, produção e mercado identificando os problemas de forma antecipada possibilitando assim uma manutenção mais rápida e efetiva de forma flexível.

Este trabalho, em específico, identificou os aspectos de destaque no nível de automação, descreveu as opções disponíveis dentro do conceito indústria 4.0 aplicáveis a melhoria dos processos de manutenção apresentando à Brennand Cimentos estratégias para implementação dos conceitos da indústria 4.0 no aperfeiçoamento da manutenção dos seus equipamentos, proporcionando a

¹É a representação de uma informação do mundo real no mundo virtual.

²Maquinários interativos, conectados entre si e com o sistema.

³Ciência e técnica da concepção, construção e utilização de robôs.

⁴Armazenamento e tratamento de grandes volumes de informações.

⁵Eliminação do equipamento físico, ou seja, o usuário não precisa se preocupar com o equipamento que vai guardar os seus arquivos.

disponibilidade de dados confiáveis para a gestão da manutenção.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo identificar os aspectos de destaque no nível de automação, descrever as opções disponíveis dentro do conceito indústria 4.0 aplicáveis à melhoria dos processos de manutenção, apresentando à Brennand Cimentos estratégias para implementação dos conceitos da indústria 4.0 no aperfeiçoamento da manutenção dos seus equipamentos, proporcionando a disponibilidade de dados confiáveis para a gestão da manutenção.

MATERIAL & MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi realizada uma reunião com os responsáveis pela fábrica, automação e planejamento e controle da manutenção com o objetivo de expor as finalidades da pesquisa e obter informações a respeito dos recursos a serem disponibilizados pela empresa para a coleta dos dados.

Foi feita uma entrevista com o engenheiro responsável pela unidade e com os mantenedores dos departamentos. O objetivo básico das entrevistas foi coletar informações acerca das rotinas existentes no processo de automação e manutenção. As entrevistas aconteceram nos meses de setembro e outubro de dois mil e dezoito.

Posteriormente, foi realizada à análise na documentação técnica referente aos departamentos de automação e manutenção. Nessa etapa, analisou-se a documentação das ferramentas de software utilizadas na automação e procedimentos do departamento de manutenção com o objetivo de identificar os procedimentos pré-estabelecidos para execução das manutenções, bem como a periodicidade das intervenções realizadas nos dois departamentos.

Como forma de melhor representação da automação, criou-se, também, um croqui para representar o mundo virtual da forma como os softwares da Rockwell Automation⁶ foram interligadas para implementar a solução

⁶Fornecedor global de soluções em automação industrial, energia, controle e informação.

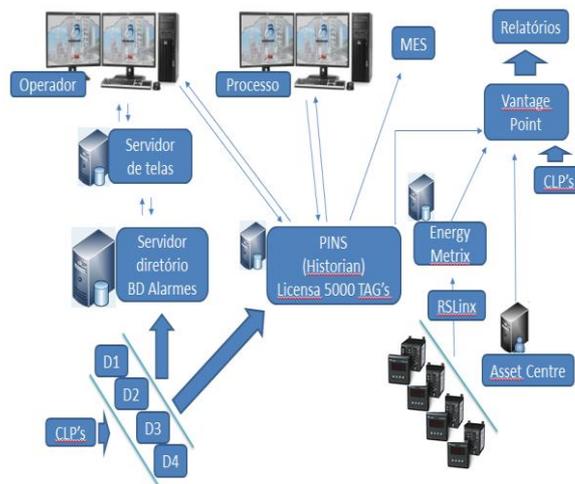
de automação na fábrica da Brennand Cimentos.

RESULTADOS & DISCUSSÃO

Automação da Brennand Cimentos

Conforme informações fornecidas pelo setor de automação da Brennand Cimentos, o sistema de automação, baseado em soluções da Rockwell Automation, interligam todos os sinais do chão de fábrica aos clp's⁷. Estes estão separados por setores de produção interligados em duas redes virtuais garantindo assim segurança. Devido ao alto volume de dados, foram utilizados quatro diretórios de domínio⁸ que disponibilizam as informações ao servidor de telas⁹ e ao PINS¹⁰.

FIGURA 1 - Infraestrutura da automação da Brennand Cimentos



Fonte: Elaborado pelo autor baseado nas informações da Brennand Cimentos, 2018, s.p.

De acordo com o técnico responsável pelo setor de automação, os sistemas MES¹¹, EnergyMetrix, AssetCentre e o VantagemPoint complementam a automação, todos interligados através do RSLinx.

⁷Controladores Lógicos Programáveis.

⁸Concentrador de dados do chão de fábrica.

⁹Banco de dados com todas as telas do supervisão de controle da fábrica.

¹⁰Banco de dados contendo todo o histórico da planta.

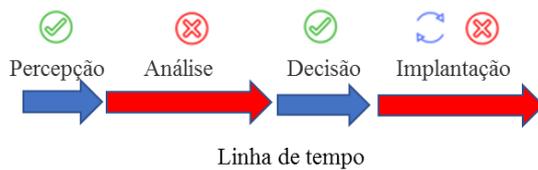
¹¹Sistema para a execução da manufatura.

Caso 1 - Medidor de camada do rolo 3 da moagem de cimento 2

O processo produtivo de fabricação do cimento consiste em moer a matéria prima em um moinho vertical, no qual o clínquer é misturado com cerca de 3 a 4% de gesso, e com outros aditivos, para determinar o tipo de cimento e, através da pressão exercida por rolos cônicos sobre uma mesa giratória é obtido o cimento. Em cada um dos rolos cônicos, é instalado um sensor cuja função é saber a altura da camada de material sobre a mesa.

Dentro dos benefícios da indústria 4.0, destaca-se o nível de digitalização, conectividade, uso de dispositivos móveis para a liderança ser informada do status de funcionando dos setores.

FIGURA 2 - Relação entre descobrir o problema e as perdas decorrentes



Fonte: elaborado pelo autor

Porém, quando o sensor de camada do moinho queimou, o tempo gasto entre descobrir o problema e as perdas decorrentes desta queima ficou muito alto proporcionando perdas de produção. Porém, com outros benefícios da indústria 4.0, como o uso de sensores inteligentes conectados na rede IO-Link, esta perda pode ser minimizada.

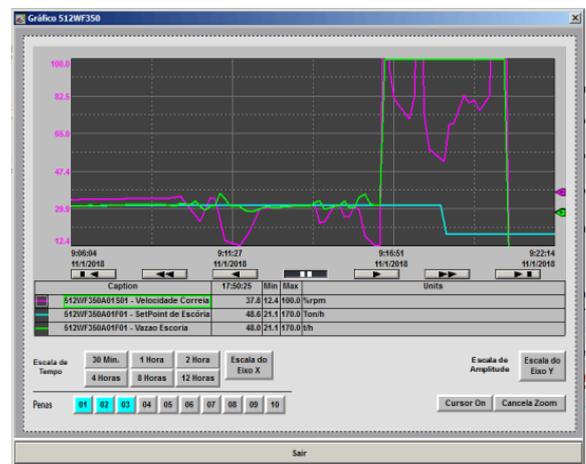
Caso 2 - Velocidade da balança de escória disparada - moagem de cimento 1

Uma balança dosadora é capaz de manter o valor de vazão igual ao pedido. Para isto duas variáveis precisam ser controladas: o peso e a velocidade. O peso é definido pelo volume de material transportado pela correia

que passa pela zona de pesagem. A velocidade é controlada para que o produto do peso pela velocidade seja igual ao pedido de vazão.

O operador de painel, ao solicitar a verificação do problema na balança, proporcionou mais informações do que o necessário induzindo o electricista a seguir uma linha de pesquisa de defeito que provocou um aumento do tempo de análise e, conseqüentemente, um tempo do moinho parado sem necessidade.

FIGURA 3 - Histórico da balança escória moagem cimento 1



Fonte: Brennand Cimentos, 2018, s.p.

Utilizando as tecnologias da indústria 4.0 como Big Data e Data Analytics para analisar o histórico de funcionamento da balança, as perdas decorrentes do período de análise seriam minimizadas.

Baseado nas tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, a TAB. 1 apresenta as principais diferenças encontradas na fábrica da Brennand Cimentos.

3.4.1 Sensores, digitalização, conectividade e comandos

Na fábrica, foi possível observar a presença de sensores analógicos e digitais em todos os sinais da planta centrando os dados nos CLP's e armazenando nos bancos de dados. Confirmando assim o elevado índice de digitalização. Foi detalhado também que a

conectividade e os comandos são altos e concentrados nos CLP's. Para a indústria 4.0 os sensores passam a serem inteligentes, com

conexão ou não à internet, executando o processamento e comandos registrando os dados em um Big Data.

Identificação dos GAP

TABELA 1 - Identificação do GAP

TÓPICOS	FÁBRICA	INDÚSTRIA 4.0
Sensores	1 - Analógicos (sinal 4 a 20 mA interligados ao CLP) 2 - Sensores digitais (sensor proximidade indutivo)	IIoT (sensores inteligentes - Conexão: wifi ou físico)
Digitalização	Alta centrada nos CLP dos setores	Alta centrada no Big Data
Conectividade	Alto (todos os sinais estão no CLP)	IIoT (sensores inteligentes)
Comandos	Centralizados CLP	Descentralizados (sensores e/ou máquinas inteligentes)
Banco de dados	Banco de dados relacional	1 - Big Data 2 - Análise Big Data
Informação	1 - Duplicidade (sistemas independentes) 2 - Disponibilizada a todos os níveis de gestão 3 - Para visualizar a informação X deve acessar o sistema X 4 - Eu preciso buscar	Disponibilizada para o usuário
Predição	1 - Histórico sinais analógicos CLP 2 - Acompanhamento operador 3 - interpretação pessoal	1 - Aprendizagem de máquina 2 - Mineração de dados 3 - Predições computacionais 4 - Fornecer novos conhecimentos 5 - Redução de defeitos 6 - Otimização matéria prima 7 - Economia energia
Realidade aumentada	Não utiliza	Aplicação em circuitos elétricos
Robôs autônomos	Não utiliza	Ações de automação
Simulações	Não utiliza (testes de novos produtos são feitos e acompanhados de perto com análise química)	1 - Identificar melhorias 2 - Otimização processos 3 - Análises dos resultados das simulações
Manufatura aditiva	Não utiliza	Componentes de reposição em 3D (impressos)

Fonte: Dados da Pesquisa,

TABELA 2 - Identificação do GAP

TÓPICOS	FÁBRICA	INDÚSTRIA 4.0
Computação em nuvem	1 - Servidores próprios 2 - Servidores redundantes 3 - Grande capacidade de armazenamento (storage)	A empresa define a melhor forma de contratação do serviço (público, particular, compartilhado ou híbrido)
Treinamento	Poucos (custo)	Realidade aumentada (sem exposição aos riscos)
Manutenção preventiva	Baseada em tempo (periodicidade)	1 - Sensores inteligentes 2 - Baseado na condição da máquina
Manutenção preditiva	1 - Sensores ligados CLP 2 - Rota inspeção (Coleta de dados) 3 - Análise dedicada 4 - Emite ordem de serviço no sistema de manutenção	1 - Sensores inteligentes 2 - Padrões WEB 3 - Informação facilmente acessada (celular, tablets)
Sistema manutenção	Utiliza poucos recursos do sistema (basicamente a geração do plano de manutenção)	1 - Integração dos sensores e sistemas de toda a empresa/departamentos 2 - Ordem de serviço facilmente acessada (mobile)
Adequação do equipamento	1 - Sem grande impacto 2 - Modificações na cabeça do executante 3 - Adequações de última hora se perdem	1 - Padronização 2 - Armazenagem de desenhos em database (Big Data)
Percepção do evento (problema)	1 - Digitalização (Sensores) 2 - Conectividade (Supervisório) 3 - Alerta interessados rapidamente	1 - Digitalização (Sensores) 2 - Conectividade (Supervisório) 3 - Alerta interessados rapidamente
Análise	1 - Banco de dados 2 - Análise manual	1 - Big Data 2 - Análise Big Data 3 - Inteligência Artificial
Decisão	1 - Centrada no supervisor 2 - Profissional de manutenção corretiva	1 - Big Data e IA - subsídio tomada decisão 2 - Simulações - entender efeito da medida estudada antes da execução
Implantação		Simulação

Fonte: Dados da Pesquisa.

3.4.2 Banco de dados

O levantamento registrado mostrou a utilização de seis bancos de dados relacional, algumas vezes com duplicidade de informação em mais de um banco de dados, determinada informação sendo gerada por um software específico e calculada por lógica de CLP.

Utilizando Big Data, todo tipo de dados pode ser armazenado no mesmo banco de dados. Com a ferramenta de análise de Big Data, todos os dados são classificados conforme o resultado esperado na pesquisa fornecendo assim a informação solicitada ou novos conhecimentos.

3.4.3 Predição

No sistema atual, como a fábrica possui todos os dados armazenados em seus bancos de dados desde o primeiro instante de funcionamento é preciso que o profissional formule uma pesquisa definindo as variáveis de pesquisa, obtenha os dados e os interprete para chegar a uma conclusão.

A partir da interação de toda a digitalização da empresa, seria possível obter a aprendizagem de máquina, a mineração dos dados de todos os setores da fábrica e da empresa, predições computacionais, obter novos conhecimentos, redução de defeitos, otimização da matéria prima e economia de energia.

3.4.4 Manutenção

Conforme informações fornecidas pela Brennard Cimentos, a manutenção está baseada na manutenção corretiva, preventiva e preditiva através de inspeções sistemáticas. Através do sistema de gerenciamento da manutenção, as ordens de serviços são emitidas e a equipes de manutenção realizam os serviços.

Quando alguma manutenção específica se faz necessária, a automação da fábrica gera alarmes para que o funcionário da operação da fábrica seja avisado e este é responsável por tomar a ação de avisar a manutenção para solucionar o problema.

Com as tecnologias da indústria 4.0 seria possível acompanhar o desgaste do equipamento com IIoT e sensores inteligentes. Esses dados seriam disponibilizados no supervisão e gravados no Big Data.

A análise de dados compara o estado atual do equipamento com as condições iniciais podendo assim prever seu desgaste e necessidade de manutenção. Interagir com o sistema computadorizado de gerenciamento da manutenção para gerar a ordem de serviço.

Conectar com o sistema de compras e emitir uma solicitação de compra da peça desgastada. Toda essa interação seria de forma digital mantendo os funcionários da manutenção informados para acompanhamento de todo o processo.

CONCLUSÕES

A automação da Brennard Cimentos continha vários aspectos de destaque que foram identificados e mostraram que a empresa está avançada nas etapas de informatização, conectividade, visibilidade e transparência.

As novas tecnologias permitiram grandes ganhos de produtividade e enorme dinamismo em toda a cadeia de produção. A gestão de estoques e a logística de distribuição são agora mais ágeis e eficientes.

Não trataram apenas das opções disponíveis dentro do conceito da indústria 4.0 aplicáveis na manutenção, mas sim em desenvolver uma manutenção inteligente. A manutenção inteligente é impulsionada pelos sistemas físicos cibernéticos com comandos e decisões descentralizados.

As tecnologias da quarta revolução industrial armazenam os dados coletados na planta, analisam e geram conhecimento em forma de melhorias contínuas no próprio processo. Com isso, não só os eventos de manutenção serão melhorados, como também, os seus planejamentos, resultando no baixo risco de falhas não planejadas e aumentando a eficiência das máquinas.

Apesar de possuir seis bancos de dados na automação, todas as informações do processo produtivo e histórico dos equipamentos desde o primeiro dia de funcionamento estão disponíveis para utilização e análise.

As incidências das tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 encontradas na Brennand Cimentos comprovaram que está no caminho certo para usufruir de todos os benefícios desta revolução industrial. Desta forma, poderá desenvolver uma manutenção inteligente impulsionada por sistemas cibernéticos e componentes inteligentes comunicando uns com os outros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade: apresentação. Rio de Janeiro, 2004 37p.

ENGETELES. Indústria 4.0 tudo o que você precisa saber sobre a quarta revolução industrial. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/industria-4-0/>>. Acessado em 23/mar/2018a.

KARDEC, Alan, NASCIF, Júlio. Manutenção: Função estratégica. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001. 331 p.

ROCKWELL. Rockwell software. Disponível em: <<https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/products/overview.page?>>. Acesso em: 2/set/2018c.

SELEME, Robson. Manutenção industrial. Mantendo a fábrica em funcionamento. 1.ed. Curitiba: Editora Intersaberes, 2015. 144p.