INTERFACE TECNOLÓGICA

O IMPACTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO NO GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO: um estudo de caso em uma indústria alimentícia

THE IMPACT OF A SUPERVISORY SYSTEM ON MAINTENANCE MANAGEMENT: a case study in a food industry

Antonio Marcos Roncoli – am_roncoli@hotmail.com

Carlos Roberto Regattieri – carlos.regattieri@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v15i2.526

RESUMO

Este artigo tem como objetivo destacar a eficácia de um gerenciamento preciso em um processo produtivo através de um sistema supervisório e seu apoio para tomadas de decisões. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, foram levantados conceitos de gestão de manutenção, dos métodos e metodologias, mensurando e acompanhando a integração da manutenção no processo produtivo como um todo, para posteriormente análise dos indicadores que auxiliam na visão sistêmica e no gerenciamento de manutenção em um processo produtivo. Atualmente, com a evolução da automação, é possível captar dados e informações valiosas de um processo automatizado, algo facilmente encontrado nas empresas atuais, porém a interpretação e utilização desses dados é o diferencial em uma gestão eficaz. O artigo apresenta resultados de um estudo de caso baseado em um sistema supervisório, ilustrando seus benefícios no processo produtivo e a facilidade da tecnologia aplicada, os efeitos de um monitoramento eficiente em um processo automatizado e seu impacto na manutenção industrial.

Palavras-chave: Supervisório. Automação. Manutenção.

ABSTRACT

This article aims to highlight the effectiveness of a management process in a productive process through a supervisory system and its support for decision making. Through a bibliographical research, concepts of maintenance management, methods and methodologies were surveyed, measuring and accompanying the integration of the maintenance in the productive process as a whole, for later analysis of the indicators that aid in the systemic vision and maintenance management in a productive process. Nowadays, with the evolution of automation, it is possible to capture data and valuable information from an automated process, something easily found in today's companies, but the interpretation and use of this data is the differential in an effective management. The article presents results from a case study based on a supervisory system, illustrating its benefits in the productive process and the ease of applied technology, the effects of an efficient monitoring in an automated process and its impact on the industrial maintenance.

Keywords: Supervisory. Automation. Maintenance.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a total qualidade de serviços e produtos, a maximização de desempenho do setor fabril e a geração dentro dos padrões de qualidade de produtos são fatores primordiais para a sobrevivência de empresas no mercado atual, conforme citam Silva e Resende (2013).

Se antigamente a manutenção sempre foi vista como uma intervenção que resultava prejuízo no processo produtivo, ao passar do tempo essa ideia mostrou-se o inverso, tornando como um real ativo para empresas, visando à redução de serviços e custos com manutenção corretiva (KARDEC; NASCIF, 2013).

O artigo tem por objetivo apresentar a importância do gerenciamento de processos, o impacto da automação na gestão da manutenção e a tendência mundial de integrar cada vez mais supervisório automatizados em seus processos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O impacto da Manutenção no Processo Produtivo

Kardec e Nascif (2013) destacam a importância da gestão da manutenção, do pensar e agir estrategicamente, a fim de integrar com o processo produtivo a atividade da manutenção, extinguindo arranjos e improvisações, dando valor ao conhecimento e competência. A manutenção existe para que minimizar a própria manutenção.

Uma manutenção ineficaz afetará muito o planejamento feito anteriormente pelo setor da produção. A manutenção tem o objetivo de evitar suas próprias atividades, manter o desempenho e disponibilidade dos equipamentos dentro das expectativas planejadas.

Lima e Oliveira (2002) afirmam que a manutenção integrada, como o próprio nome indica, visa unir as atividades de produção e manutenção, integrar projetos e planejamentos de ambos buscando resultados e redução de perdas, seja em tempo, material ou afins.

O gerenciamento de um processo de manufatura, seja ele qual for, utilizando o recurso da automação torna muito mais eficaz e confiável as ações da gestão da manutenção, gerando índices operacionais, como o *Operational Performance Indicators* (OPI's) e gerenciais, como o *Key Performance Indicators* (KPI's), indicadores de suma importância para tomada de decisões em relação a manutenções preventivas e preditivas, aumentando as chances de se evitar uma manutenção corretiva, o que muito prejudica qualquer processo.

2.2 Processos Automatizados

De acordo com Moraes e Castrucci (2007), a automação é um sistema apoiado em uma tecnologia capaz de realizar o trabalho humano, agregando valor à qualidade final do produto, aumentando a produtividade e a segurança das pessoas, reduzindo custos no processo e aperfeiçoando processos industriais, serviços ou bem-estar humano.

Para Tokhein (2013), o grande salto nos processos automatizados ocorreu na chegada dos Controladores Lógico Programável (CLP). Um CLP é um dispositivo especializado, semelhante a um computador, utilizado na substituição de bancos de relés eletromagnéticos em controles de processos industriais.

A Ilustração 1 demonstra o processo de funcionamento de um CLP, baseado em microprocessadores: Entrada, processamento de informação e saída.

Ilustração 1 - Estrutura básica de funcionamento de um CLP



Fonte: CARRILHO (2005)

Segundo Hatakeyama e Leite (2014), com a emersão da instrumentação industrial, dentro de uma malha de controle industrial, o CLP é considerado o elemento controlador, seu processamento de trabalho tende a migrar para estes instrumentos de campo, controlando elementos atuadores do processo como válvulas e atuadores eletromecânicos, recebendo e emitindo sinais a uma central de controle. Essa comunicação com a central normalmente

também se integra com o sistema administrativo da empresa, com dados importantes do processo.

De acordo com Pessôa e Spinola (2014), em meados de 1940 todo o controle do processo produtivo ocorria por operários que monitoravam válvulas e outros elementos, não era possível ter uma visão de toda a malha produtiva em tempo real.

Com a ascensão tecnológica nos sistemas industriais, é possível acompanhar e controlar linhas de produção de forma sistêmica e em tempo real, coletando dados em cenários complexos, gerando análises com a possibilidade de interação remota, eventualmente dispersa geograficamente, em uma interface de fácil usabilidade, permitindo a maior interação homem-máquina. Todos esses benefícios são frutos do desenvolvimento de sistemas supervisórios, também conhecidos com SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition* (ROSARIO, 2009).

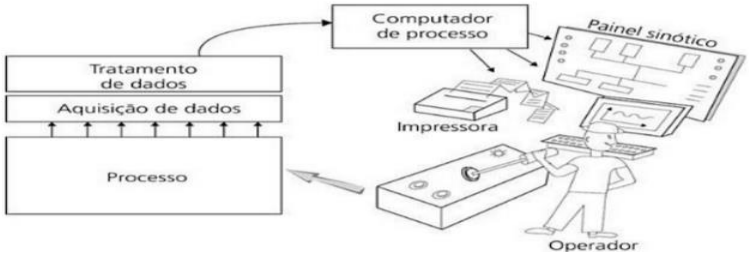
> Os sistemas supervisórios têm a finalidade de levar informações para quem está operando o processo industrial. O seu objetivo é ter uma visão do processo como um todo a fim de permitir ao operador compreender o que está ocorrendo e tomar ações adequadas para o bom funcionamento do sistema (PESSÔA; SPINOLA; 2014, p. 200).

De acordo com Souza (2005) os sistemas SCADA captam sinais de monitoramentos, tais como analógicos e digitais e permite o controle, gerando relatórios e gráficos de tendência de variáveis e possibilita a substituição de uma mesa de controle, pois otimiza processos alterando os estados operacionais das máquinas. Todas essas operações controladas por algoritmos que são executados em uma unidade de processamento autônoma, o CLP.

O autor ainda afirma que os sistemas supervisórios se caracterizam por: Fazer aquisição dos dados de processamento; tornar os dados disponíveis visualmente; processar eventos e ativar alarmes e ser tolerante a falhas.

A Ilustração 2 apresenta o ciclo de informações durante a requisição dados, processamento e controle do sistema. Podem também fazer parte desse sistema, impressoras ou telas que exibem diagramas esquemáticos do processo.

Ilustração 2 – Detalhamento sistema supervisório

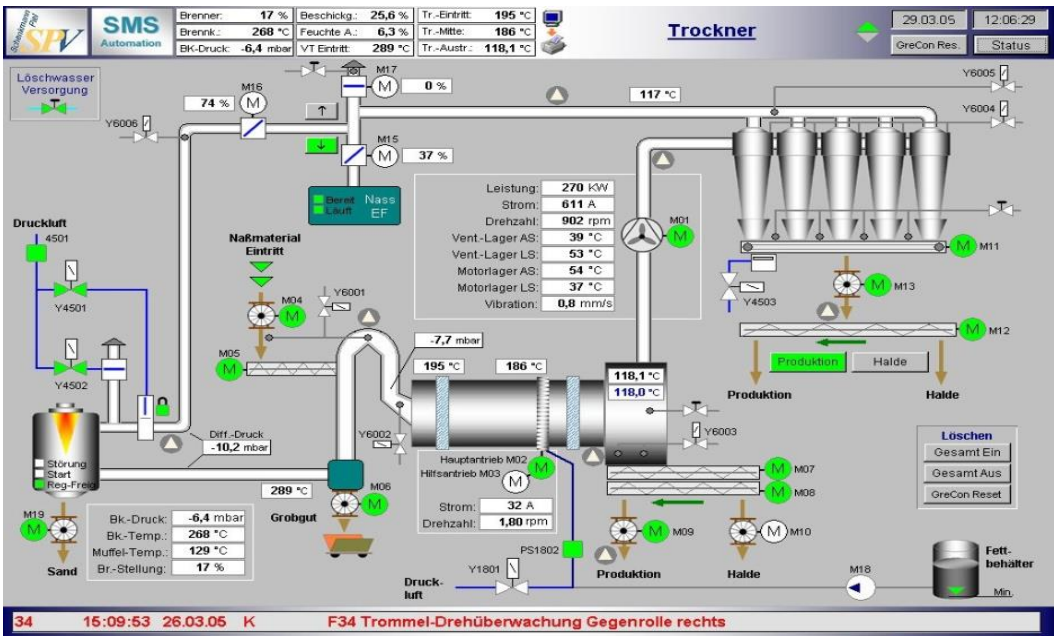


Fonte: Pessôa, Spinola (2004)

Segundo Moreira (2011) a comunicação entre estes periféricos (sensores, atuadores) e sistemas ocorrem através de redes de comunicação industrial, na qual pode-se citar a Ethernet como a principal rede utilizada atualmente, existindo ainda outros protocolos de comunicação como DeviceNet, Profibus entre outras. Após a captação e processamento destas informações, é necessária a utilização de uma interface homem-máquina que permite o operador controlar e supervisionar o sistema.

A Ilustração 3 demonstra uma Interface homem-máquina. Neste painel de controle de um processo produtivo, é possível identificar sensores, motores e válvulas em funcionamento, variáveis de controle como temperatura, rotação, tensão e vazão. Também é possível visualizar os indicadores de funcionamento destes periféricos, impressos em verde, que em situação de emergência ou problemas detectados no processo, se alteram para vermelho.

Ilustração 3 – Painel de Controle



Fonte: Moreira (2011)

Mott (2013) cita as seguintes vantagens de utilização de um sistema supervisório em um processo de produção industrial, sendo eles: Análises de tendências, onde há a possibilidade de tomada de decisões proativas baseando-se nos históricos de informação; Alarmes, com a sinalização de falhas em tempo real e possibilidade de armazenamento de informações deste evento para estudos futuros; Operação remota, controle do processo em um ambiente único de controle; Geração de relatórios e gráficos, possibilidade de emissão de relatórios identificando tendências e aumento de disponibilidade de planta, por meio das análises em tempo real, identificação de falhas e trabalho com medidas mitigadoras para manter a planta em operação.

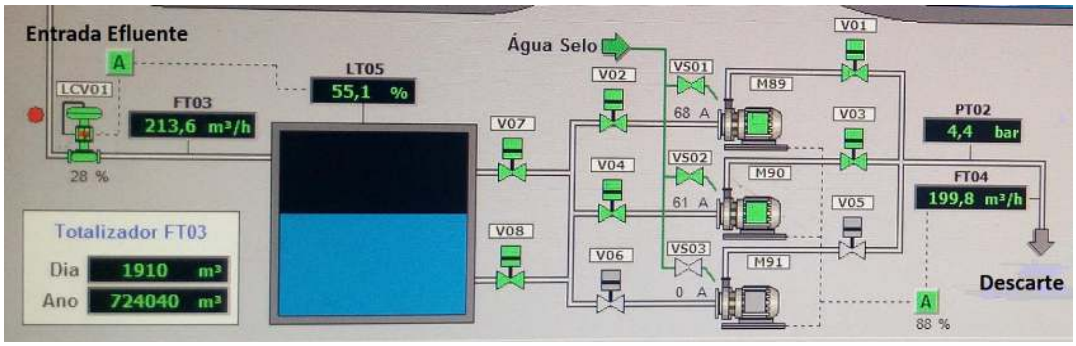
3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido a partir de informações obtidas em uma empresa alimentícia, denominada empresa Alfa, situada no interior do estado de São Paulo. Entre os processos automatizados da indústria, a escolhida para o estudo de caso foi o sistema supervisório do processo de descarte do efluente tratado da fábrica.

A sala do supervisório gerencia em tempo real todo o processo do setor, gerando históricos de falhas e manutenções, facilitando a identificação da avaria para agilizar a manutenção e motivo da mesma. O início de implantação da metodologia TPM e OEE na empresa foram fundamentais para a instalação do supervisório, a fim de apoiar as tomadas de decisões da gestão de manutenção.

O processo é formado basicamente por atuadores e cilindros pneumáticos, controlados automaticamente pelas variáveis do processo e/ou pelo operador do supervisório, conforme a necessidade. O protocolo de comunicação utilizada no sistema SCADA do setor é o DeviceNet, e a comunicação e alimentação utilizada no campo para esses atuadores é a rede AS-i, por sua flexibilidade e custo-benefício no projeto. O processo todo possui nas tubulações e tanques transmissores de nível e pressão, gerando em tempo real variáveis para controle do processo, acionando bombas e atuadores conforme o *set point* ajustado, e gerando relatórios das linhas de produção.

Ilustração 4 – Fluxograma do processo



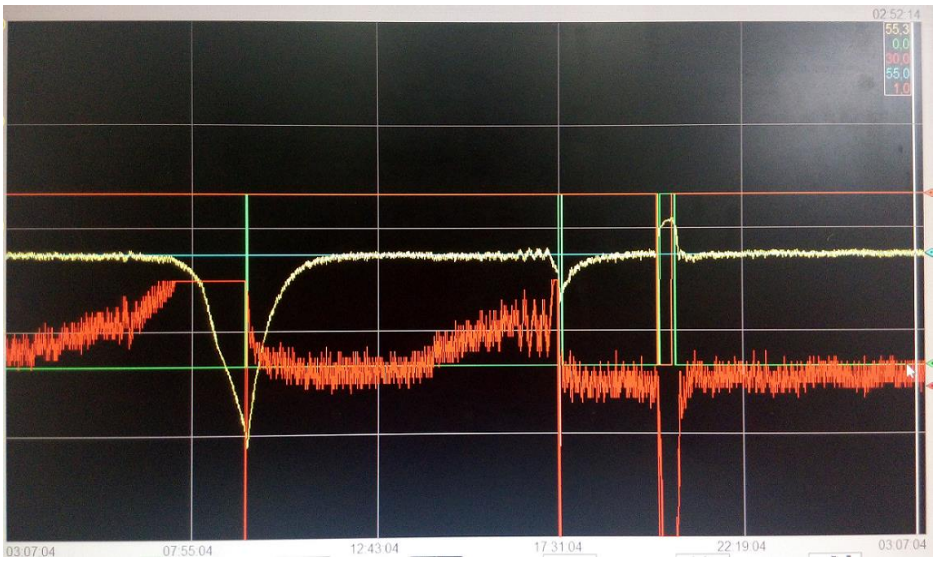
Fonte: Empresa Alfa (2017)

Na ilustração 4 é possível observar o fluxo do processo. O efluente tratado, que fica armazenado em uma lagoa de contenção, abastece o tanque por gravidade, com a vazão sendo controlado automaticamente pela válvula de entrada, que no processo é chamada de 'LCV01, que é controlada pelo nível do tanque de contenção, através do sensor 'LT05', com *set point* padronizada em 55% do nível do tanque. 'V07' e 'V08' são as válvulas de saída do tanque, que se mantêm totalmente abertas a partir do total funcionamento do processo. Toda linha de evacuação é formada por três bombas centrífugas, onde cada linha possui válvulas individuais que estarão totalmente abertas ou totalmente fechadas com a condição de cada bomba correspondente a sua respectiva linha, no caso da ilustração 4 a bomba 'M91' está desligada, portanto sua válvula correspondente V06 se encontra totalmente fechada, diferente das duas linhas restantes. A tubulação de saída de cada bomba também possui uma válvula baseada nas mesmas condições das válvulas de entrada, por medida de segurança para evitar retorno na linha e possíveis danos ao equipamento. A linha de saída é controlada por um sensor de vazão, 'FT04', este que, de acordo com o *set point* estabelecido, controla a velocidade dos motores em funcionamento.

O fluxograma ainda possui leitura de vazão e pressão, tanto nas linhas de entrada como na de saída, totalizador de vazão diária e anual, corrente do motor em funcionamento, vazão de entrada e saída e pressão de saída.

No processo, os sensores 'LT05' e 'FT04' emitem um sinal de entrada ao elemento controlador (PLC), este por sua vez emite um sinal de controle para os elementos atuadores, no caso válvulas atuadoras pneumáticas e motores, a fim de se controlar a variável de processo desejada.

Ilustração 5 – Exemplo- Histórico de nível/Set Point – Process Value

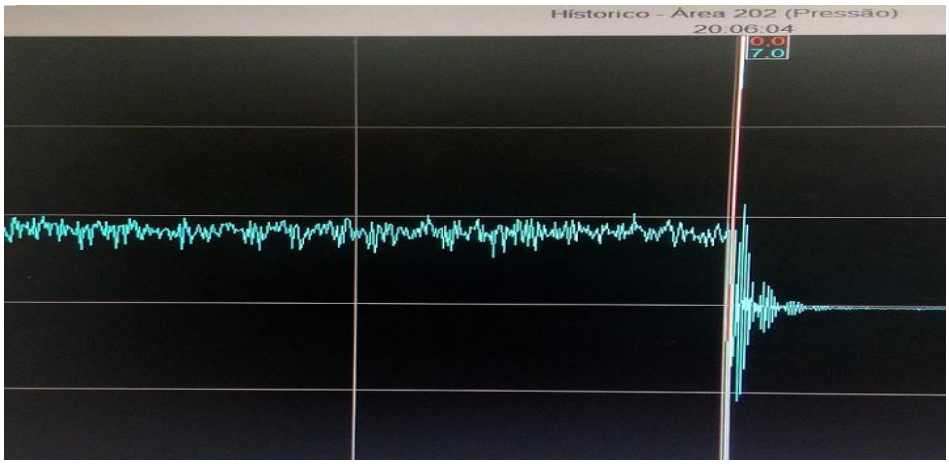


Fonte: Empresa Alfa (2017)

Na Ilustração 5 é possível observar a relação *Set Point/Process Value,* onde a linha azul referencia o valor (*Set Point)* desejado para o nível do tanque, e a linha amarela representa o nível real (*Process Value)* do tanque, com horário real, condições e data. Outro histórico é gerado, com os mesmos princípios para a pressão na tubulação de saída.

A tubulação de saída foi projetada para trabalhar com até oito bar de pressão, como forma de segurança foi definido um breve reajuste nos elementos atuadores de saída caso o sistema atinja sete bar de pressão, isso para corrigir a pressão de saída. Se acontecer uma falha, operacional ou no processo, fazendo com que abaixe o nível do tanque do processo de descarte, poderá acontecer trepidações na linha, aumentando a pressão de saída. Isso pode ocorrer também quando o sistema para totalmente, deixando a tubulação vazia, e é religada em seguida. A ilustração 6 mostra o gráfico de pressão no momento exato em que atinge a sua variável máxima no sistema, provavelmente por um descuido operacional, deixando a vazão de saída maior que a vazão de entrada, ativando a parada de segurança, com algumas oscilações em seguida, e se reestabelece novamente.

Ilustração 6 – Histórico Pressão de saída



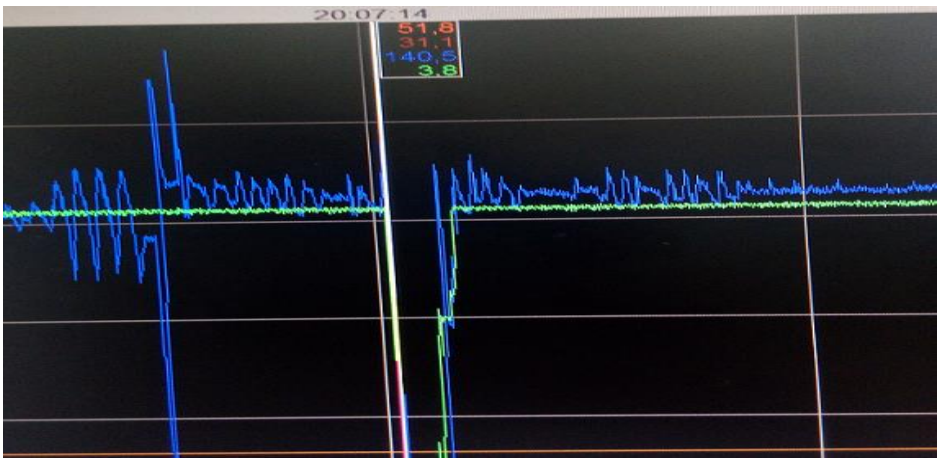
Fonte: Empresa Alfa (2017)

Em caso de queda de energia ou o nível do tanque cair para menos de 10%, o sistema entra em parada de emergência.

O supervisório também fornece gráficos de vazão, como demonstra a ilustração 6 abaixo, sendo possível acompanhar precisamente a eficiência do processo de forma real, funcionamento dos elementos atuadores e controlador.

A Ilustração 7 apresenta certa oscilação na leitura de vazão de entrada, sendo programada para a primeira oportunidade de parada total a realização de manutenção no elemento que fornece sinal de entrada ao controlador. O cursor mostra exatamente o momento em que o sistema sofre uma parada, ocasionada por queda de energia, e o tempo levado até o reestabelecimento total do processo. O sistema sofreu a interrupção por volta das 20h07min e se reestabeleceu totalmente em torno das 20h55min.

Ilustração 7– Histórico de Vazão

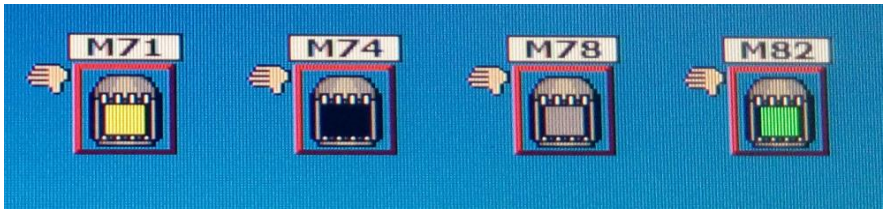


Fonte: Empresa Alfa (2017)

A ilustração 7 apresenta os níveis de vazão, onde; Azul – Vazão de entrada na caixa de retenção do processo; Verde – Vazão de saída; Laranja e vermelho são linhas destinadas à melhorias futuras, no momento do estudo estavam sem aplicações.

O supervisório auxilia na obtenção do mais importante pilar da TPM, a manutenção autônoma. De forma simples e objetiva é possível notar a situação de determinado equipamento, planejar a linha de produção e definir a disponibilidade dos equipamentos, como demonstra a ilustração 8.

Ilustração 8 – Condições dos equipamentos



Fonte: Empresa Alfa (2018)

Onde; Amarelo - Equipamento em falha; Preto - Equipamento bloqueado; Cinza - Equipamento parado, mas em condições normais de uso e Verde - Equipamento em funcionamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo apresentado atende integralmente as necessidades do processo em questão, porém, como o tanque de retenção é abastecido por gravidade e depende de um nível que é controlado por operadores, ainda permite uma falha humana dentro do processo, algo constatado com frequência graças ao supervisório. Com os OPI’s obtidas através do supervisório, porém, é possível a análise e estudo de uma forma de diminuir a interferência humana no processo.

O histórico gerado pelo supervisório é preciso, mostrando exatamente o momento em que determinada bomba parou de trabalhar, cilindro pneumático foi acionado e o nível dos tanques de armazenamento, concebendo uma visão ampla do processo. A interpretação desses dados é a questão fundamental para uma boa gestão do processo, sendo possível identificar a causa de possível avaria e planejar uma manutenção eficaz na raiz do problema, ou se até

mesmo, ocorreu uma falha humana no processo, mensurar exatamente o centro de custo de cada parada ou qualquer variável indesejada no processo produtivo.

Com isso, fornece a real captação de dados para análise e KPI's do processo, dando suporte para tomadas de decisões mais coerentes e justas com o real acontecido e facilita para a implantação da TPM na área e a busca de um processo com nível de excelência que a empresa tanto anseia.

O setor de planejamento de produção tem, por obrigatoriedade óbvia, se basear no desempenho e disponibilidade dos equipamentos de manufatura para poder gerar novas ordens de produção e fechar um prazo viável para atender a demanda. Sendo assim, o supervisório não apenas auxilia o setor do processo, como também quantifica as melhorias obtidas e possíveis falhas a serem corrigidas pela equipe de manutenção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho procurou demonstrar e apresentar um processo industrial automatizado, analisar históricos gerados por seu supervisório e fazer a conexão com algumas metodologias utilizadas para a gestão da manutenção, para o melhor aproveitamento da automação visando uma melhoria em um processo produtivo de uma empresa. A aplicação da tecnologia exige um investimento imediato considerável e seu uso de maneira correta e sadia necessita de profissionais qualificados. A integração entre os setores de manutenção com a produção é algo natural e uma estratégia simples e sem escapatória em busca da excelência produtiva.

REFERÊNCIAS

CARRILHO, A. **Introdução aos CLPs** – Controladores Lógicos Programáveis. Disponível em: < http://aquarius.ime.eb.br/~aecc/Automacao/Controladores_Logicos_Programaveis.pdf>. Acesso em 24/09/16.

HATAKEYAMA, K.; LEITE, A. V. P. **Automação industrial em um processo de injeção plástico.** XXXIV XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, 2014.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção – Função estratégica**. 4. Ed: Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013. 361p.

LIMA, C. R. C.; OLIVEIRA, M. R. de. **Integração da manutenção na produção: Uma estratégia competitiva ou utopia?**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, 2002.

MORAES, C. C. de; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 347p.

MOREIRA, P. M. B. **Sistemas de supervisão e controle de estruturas**. 2011. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~ee06150/Documentos/RelatorioFinal_PDI_PedroMoreira.pdf> Acesso em: 21/02/2018

MOTT, A. **O que são sistemas supervisórios?** – Automação Industrial. 2013. Disponível em: < https://www.automacaoindustrial.info/o-que-sao-sistemas-supervisorios/#comments> Acesso em: 21/02/2018

PESSÔA, M.; SPINOLA, M. **Introdução à automação** – para cursos de Engenharia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 337 páginas.

ROSÁRIO, J. M. **Automação industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009. 515 páginas.

SILVA, L. D. S.; RESENDE, A. A. de. **Manutenção produtiva total (TPM) como ferramenta para melhoria da eficiência global de equipamento (OEE)**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BH, 2013.

SILVEIRA, P. R. da; SANTOS, W. E. **Automação e controle discreto**. 9. Ed. São Paulo: Érica Ltda, 2007. 229 páginas.

SOUZA, R. B. **Uma arquitetura para sistemas supervisórios industriais e suas aplicações em processo de elevação artificial do petróleo**. Disponível em: < ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/RodrigoBS.pdf> Acesso em: 21/02/2018

THOKEIN, R. **Fundamentos de eletrônica digital.** Rio de Janeiro: AMHG Editora, 2013. 274 páginas.