

Faculdade Ietec
Pós-graduação
Engenharia de Manutenção - Turma nº 08
31 de maio de 2019

Indústria 4.0: A máquina que fala

Wagner Vieira de Resende
Técnico Eletrônica
Engenheiro de Produção
wagner.resende@yahoo.com.br

RESUMO

Quando se fala de indústria 4.0 são inúmeras as interpretações referentes ao assunto e perguntas tais como o que significa, como se aplica, quais os ganhos, surgem imediatamente. O fato é que ela está aí, inserida na também falada quarta revolução industrial. Está presente em vários segmentos da manufatura e de serviços trazendo a automação aliada a sistemas computacionais avançados e em larga escala. Este artigo, tem o objetivo de apresentar alguns conceitos da indústria 4.0 e em particular o conceito surgido dentro dela voltado à manutenção: A Máquina que Fala. Uma nova maneira de gerar dados de inspeção para auxílio na tomada de decisão. Demonstrar seus ganhos, e dificuldades de implantação.

Palavras-chave: Industria 4.0. Máquina que fala. Inovação.

1 INTRODUÇÃO

Como observado em uma infinidade de publicações, competitividade, sustentabilidade e redução de custos são palavras de ordem no meio produtivo globalizado tanto da manufatura quanto dos serviços. Ao longo de anos as indústrias vêm se modificando e por que não dizer, se moldando através de avanços tecnológicos e metodológicos a fim de atingir todos esses objetivos. A Figura 1 demonstra essa evolução. Neste contexto a integração dos processos é a palavra-chave dentro da indústria 4.0, sendo assim, na manutenção não é diferente. Integrar máquinas, operadores e mantenedores é

fundamental. Neste artigo, será abordado o conceito de máquina que fala, uma das soluções surgidas e inseridas na manutenção contemporânea no contexto da indústria 4.0.

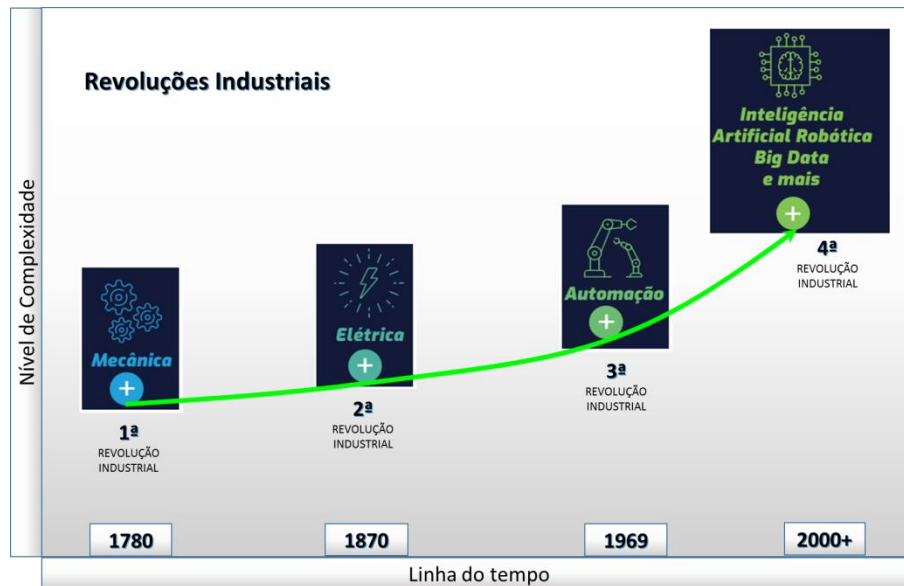


FIGURA 1 – Revoluções industriais

Fonte: BRASIL, 2017 (Adaptado pelo autor).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As pesquisas para a produção deste, foram pautadas em outros artigos acessados na rede mundial de computadores bem como na experiência do autor na implantação do sistema máquina que fala em um equipamento de usinagem de peças para o setor automotivo.

2.1 A indústria 4.0

Antes de definir a indústria 4.0 propriamente dita, se faz necessário entender alguns conceitos contemporâneos. Quando se fala de quarta revolução industrial o contexto abrangido vai além das indústrias de manufatura. As mudanças são sistêmicas, abrangem o âmbito social, tecnológico, legal, relações de trabalho, e também indústrias de todas os setores, podemos dizer, quase todas as áreas. Mas o que é então esta revolução?

Basicamente, trata-se da inserção da conectividade e da mobilidade em todos os processos possíveis através do uso de sistemas computacionais e da internet em larga escala a fim de deixar todos os sistemas conectados, de fácil uso e acesso, coletar a maior massa de dados possíveis para direcionar análises e decisões, além de suportar o auto aprendizado dos sistemas pelo uso da inteligência artificial. Em resumo, a ideia é fazer com que o máximo de sistemas estejam interconectados: redes sociais, empresas, serviços, manufatura, etc.

Apesar de a indústria 4.0 ser chamada comumente de a quarta revolução industrial, ela é na verdade um seguimento dentro desta revolução se tornando uma realidade no mundo corporativo contemporâneo que tem como principal objetivo a redução de custos das operações para mantê-las no mercado competitivo. Trata-se do uso de tecnologias automatizadas e de sistemas computacionais para coleta, armazenamento e troca de dados de forma rápida e assertiva. Os impactos desta transformação vão além do chão de fábrica, chegando aos níveis táticos e estratégicos da organização. Segundo Rabelo, os principais objetivos da indústria 4.0 são:

- a) utilização de novos modelos de negócio e/ou gestão;
- b) desenvolvimento acelerado e customizado de novos produtos;
- c) melhoria contínua do desempenho operacional.

2.2 A automação industrial

Quando se fala em automação industrial, é senso comum pensar somente em uma máquina realizando movimentos autônomos através da interação de vários conjuntos, subconjuntos e componentes para realização de funções dentro de uma arquitetura programada e sem a interferência do homem. Contudo esse conceito vai além. A pirâmide da automação define os níveis da automação que vão de 1 a 5, desde os sensores instalados no campo até a formação de grandes bancos de dados. Sobre os níveis, Barros define bem quais as características e funções.

Nível 1: é o nível do chão de fábrica, onde se encontram os sensores e as máquinas controladas pelos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) que recebem as entradas do campo, processam as condições necessárias e comandam os atuadores.

Nível 2: neste, já existe algum tipo de monitoramento de processo com mais de uma máquina envolvida. Caracteriza-se pela presença de concentradores e interface homem máquina (IHM).

Nível 3: permite o controle produtivo da planta. Sua maior característica é a interligação de processos produtivos. Por exemplo, uma correção *online* em um processo de produção após um processo de medição do produto e detecção de algum desvio.

Nível 4: permite o planejamento e controle da produção de forma automática. Neste nível são utilizados softwares e algoritmos poderosos.

Nível 5: responsável pela administração dos recursos da empresa. É nesse nível que se realizam as decisões a nível estratégico que envolvem todo sistema. Caracteriza-se pela presença dos softwares de gestão.

Até os anos 2000, antes da indústria 4.0, a maioria das máquinas se encontrava no máximo no nível 3 sem contribuir de forma autônoma e direta para a formação dos grandes bancos de dados (nível 5), a Figura 2 demonstra os níveis. Considerando um sistema fabril, por mais automatizado que seja, as decisões são tomadas pelo homem e necessitam de informações provenientes do piso de fábrica.

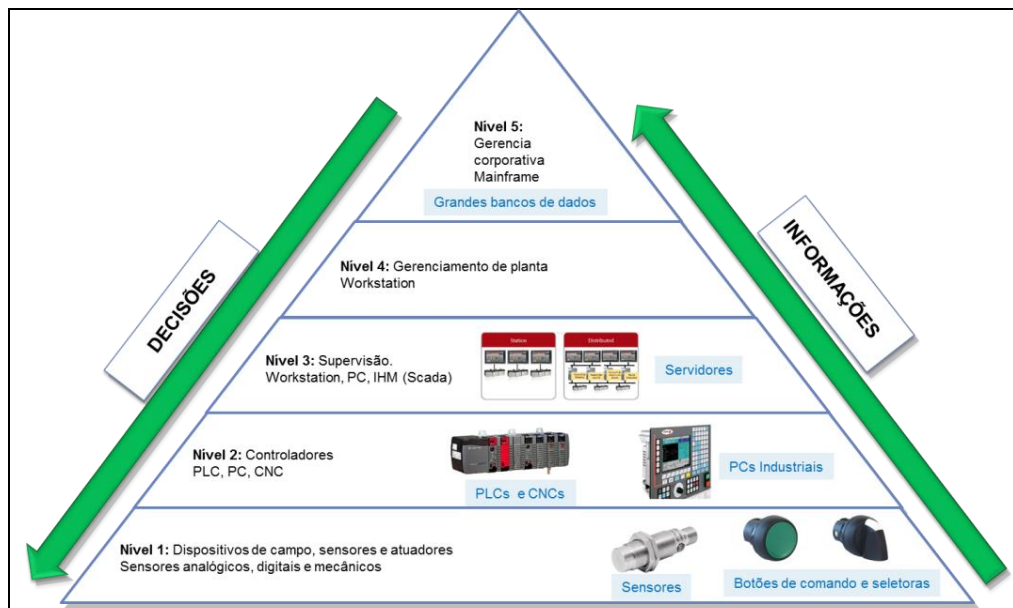


FIGURA 2 – Pirâmide da automação

Fonte: Do autor, 2019.

2.3 Redes de automação

Quando se fala em automação, é mandatório que se fale das redes que fazem parte delas, ainda mais que na atualidade tudo está associado a uma rede. As redes de automação ou simplesmente redes de TA, tem hoje um papel fundamental nestes sistemas.

Um sistema de automação é composto, basicamente, de entradas lidas do campo, processamento destas entradas com base em condições programadas e, saídas enviadas ao campo na forma de comandos.

Chamadas de redes industriais, são responsáveis por trafegar os dados de controle e comando dos processos e/ou máquinas industriais. Surgiram da necessidade de reduzir custo de instalação dos componentes de campo de uma máquina. Antes, cada componente era ligado individualmente ao CLP, aumentando o custo de instalação e elevando a possibilidade de falhas em função do número de cabos e conexões utilizadas. Sugiram então os sistemas descentralizados, os quais levam os pontos de entradas do CLP até o campo, reduzindo a necessidade de cabos.

Estes sistemas por sua vez são conectados em paralelo por redes compostas na sua grande maioria por 2 fios de pares trançados. Visam interligar diversos dispositivos predispostos independente do fabricante. Neste seguimento podemos citar a rede Profibus como a principal usada nos equipamentos industriais. Apesar de amplamente utilizada, apresenta algumas limitações, principalmente em relação à instalação por demandar cabos blindados e um aterramento bem fundamentado a fim de evitar ruídos. Com a evolução tecnológica, surgiu a rede IO Link, que utiliza sinal digital evitando a interferência de ruídos e permitindo a leitura de maior variedade de sinais não só do processo, mas também do estado de funcionamento do componente. A Figura 3 retrata os tipos de ligação acima citados.

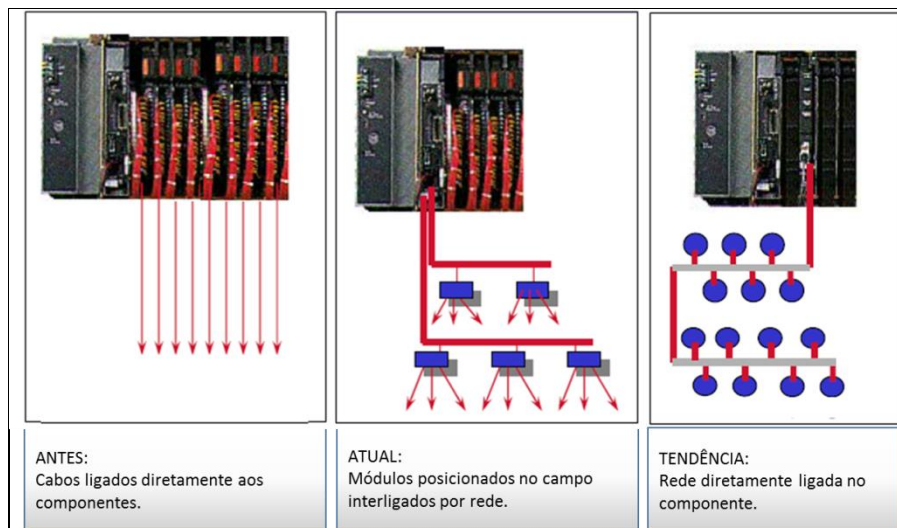


FIGURA 3 – Arquitetura de sistemas automatizados

Fonte: OLIVEIRA, 2006.

2.4 A máquina que fala - MQF

Até o advento da indústria 4.0, a automação das máquinas e dos sistemas produtivos se limitava ao terceiro nível da pirâmide da automação, no qual servidores dedicados controlam os processos industriais interligando máquinas e equipamentos. Neste nível, as informações necessárias para suportar as decisões gerenciais tais como, nível de produção, performance do processo e das máquinas, falhas geradas pelas máquinas, níveis de desgaste e confiabilidade das máquinas, entre outros, são ainda geradas pela interferência humana. O processo de tomada de decisões sofre um atraso entre a coleta e o processamento dos dados até que se tornem informações consistentes além da probabilidade de erros ser maior.

O conceito de máquina que fala trata, basicamente da otimização da coleta e armazenamento de dados lidos automaticamente da máquina e do processo, sendo enviados a um servidor via internet e ou rede computacional. O termo faz alusão à máquina informando (falando) ao sistema qual é sua condição atual permitindo sua análise, diagnóstico e tomada de decisão em tempo real. O uso de sistemas que permitem a coleta de dados *online*, possibilitam mais rapidez e menor possibilidade de erros de processamento de dados e geração das informações.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido baseado no acompanhamento do projeto de instalação de sensores no bordo máquina e software para a monitoração de parâmetros voltados à análise de confiabilidade na manutenção e adoção de técnicas preditivas - manutenção com base nas condições dos componentes e conjuntos da máquina. A máquina escolhida faz parte processo de usinagem de peças para o setor automotivo e trata-se de um centro de usinagem de fabricação italiana com capacidade de produção de 50 peças/hora. As usinagens executadas são: fresamento de topo e lateral, furação passante e não passante e abertura de rosca de diversos diâmetros e profundidade. Por uma questão de segredo industrial, não será demonstrado imagens reais do equipamento, do processo e/ou produto estudados.

A criticidade da máquina e o alto custo de manutenção empenhado no equipamento foram os principais fatores que demandaram a melhoria na coleta de dos parâmetros da máquina e do processo sendo o objetivo principal a otimização do plano de manutenção da mesma em relação ao custo com material. O foco foi a implantação da análise de vibração *online*, substituindo a coleta e emissão de relatórios manuais. Coleta de dados de folga em eixos de movimentação, antes não monitorado pelo alto custo da inspeção invasiva. Leitura, armazenamento e análise de parâmetros considerados fundamentais ao correto funcionamento da máquina tais como temperatura dos motores, pressão da bomba hidráulica, pressão de refrigeração, nível do óleo hidráulico entre outros. Paralelamente, o consumo de energia também é monitorado através de sua leitura e armazenamento para análise.

Para que fosse possível a leitura dos parâmetros da máquina, os sensores binários (on/off) foram substituídos por sensores analógicos, que leem o valor real das variáveis a serem armazenadas e posteriormente analisadas. Tendo em vista que a tecnologia empregada

originalmente na máquina já está obsoleta, o módulo que concentra o sinal dos sensores de campo faz a função de interface entre as redes Profibus – originalmente instalada na máquina – e a rede IO Link – rede mais avançada capaz de ler e disponibilizar os dados para a rede Profibus.

O hardware original, não era capaz de se comunicar com a rede Ethernet, utilizada pelo sistema computacional responsável pela coleta dos dados da máquina e envio dos mesmos à rede computacional corporativa. Para resolver, foi acrescentada uma CPU de CLP (Controlador Lógico Programável) Siemens capaz de interligar a rede de automação original da máquina que é Profibus à nova rede com tecnologia Ethernet.

Para armazenar e enviar os dados da MQF à rede corporativa, foi criado um software e instalado no concentrador. Este por sua vez está conectado fisicamente à rede corporativa. Além das funções já descritas, através do concentrador e do software embarcado, é possível acompanhar graficamente todas as variáveis e realizar algumas análises de tendências. Por uma questão estratégica da empresa, os dados de energia são lidos separadamente e analisados através de outro software que não é o foco do estudo.

Portanto, a máquina está ligada a dois pontos de rede corporativa independentes. Os parâmetros coletados são assim enviados ao servidor disponibilizado para mantê-los e, a partir dele, torna-se possível analisar a condição da máquina para tomada de ação preventiva bem como a análise de falhas que por ventura possam ocorrer. A Figura 4 demonstra a arquitetura instalada.

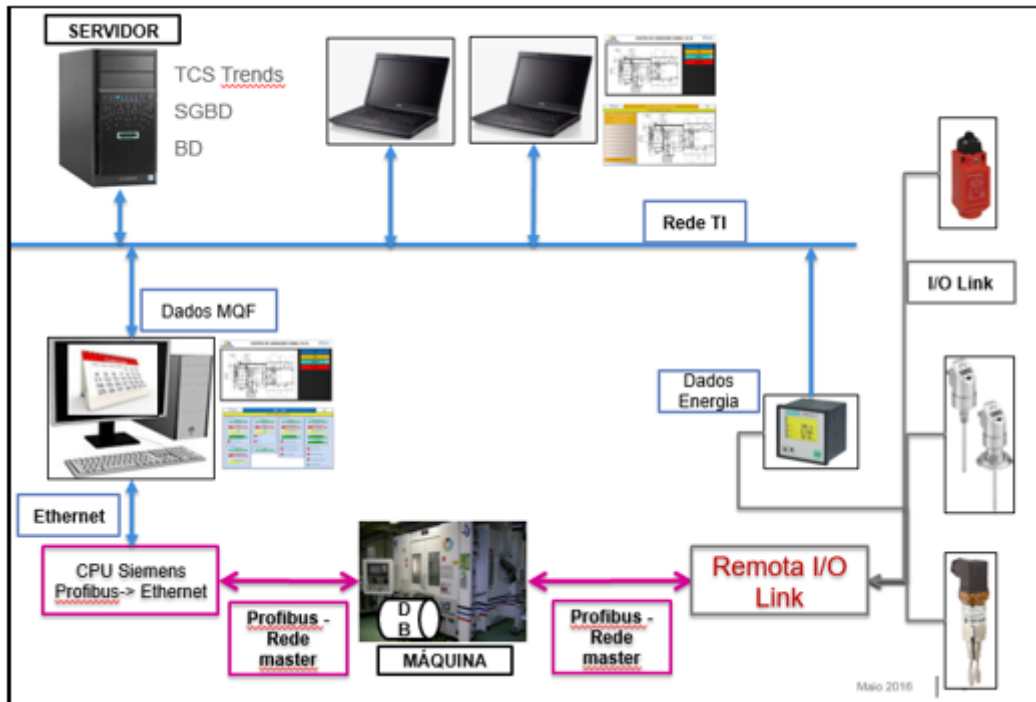


FIGURA 4 – Arquitetura de automação da máquina que fala
 Fonte: Do autor, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que podem ser alcançados pela implantação de sistemas de monitoramento e coleta de dados do processo para decisões de manutenção são de fato expressivos, contudo não imediatos. Isso faz com que o investimento inicial em relação aos ganhos se torne uma barreira uma vez que, além das modificações nas máquinas, a exigência da estrutura de rede corporativa se torna latente.

Grandes empresas já utilizam algum sistema de monitoramento e/ou controle *online* de seus equipamentos. Exemplo disso é a mineração contemporânea que tem equipamentos móveis já controlados e monitorados a distância. A arquitetura instalada na MQF permitiu o monitoramento a distância de diversos parâmetros, na Quadro1 são demonstrados os principais deles:

TELA	COJUNTO	PARÂMETRO	TIPO SINAL
AM	Hidráulico	Nível	Analógico
AM	Hidráulico	Pressão	Analógico
AM	Hidráulico	Temperatura	Analógico
AM	Hidráulico	Filtro sujo	Digital
AM	Refrigeração Peça	Temperatura	Analógico
AM	Refrigeração Peça	Pressão de trabalho	Analógico
AM	Fixação da Peça	Fixação 1 Blocado	Analógico
AM	Pneumático	Pressão da rede	Analógico
AM	Pneumático	Pressão de apoio da mesa	Analógico
AM	Lubrificação	Nível de óleo	Analógico
AM	Sinais da Máquina	Máquina ligada	Digital
AM	Sinais da Máquina	Ar da rede ligado	Digital
AM	Sinais da Máquina	Refrigeração ligada	Digital
AM	Condições de Segurança	Botões de emergência OK	Digital
AM	Condições de Segurança	Travas das portas OK	Digital
PM	Temperatura Servomotores	Servo motor eixo X	Variável CNC
PM	Temperatura Servomotores	Servo motor eixo Y	Variável CNC
PM	Temperatura Servomotores	Servo motor eixo Z	Variável CNC
PM	Folga dos Eixos Lineares	Folga eixo X	Cálculo CNC / PLC

QUADRO 1 – Amostra de parâmetros monitorados pela MQF

Fonte: Do autor, 2019.

O software instalado no concentrador foi dotado de telas separadas para a manutenção autônoma do equipamento que permitindo a visualização de variáveis controladas pelo operador e telas para a manutenção profissional que permitem a análise *in loco* do estado da máquina pelos mantenedores. As Figuras 5 a 7 ilustram as telas instaladas no concentrador.

A partir da tela inicial se dá a navegação para as telas de automanutenção, manutenção profissional. Além das telas de análises de das variáveis, foram inseridos limites nas mesmas que se ultrapassados, geram alarmes que são disponibilizados para o operador.

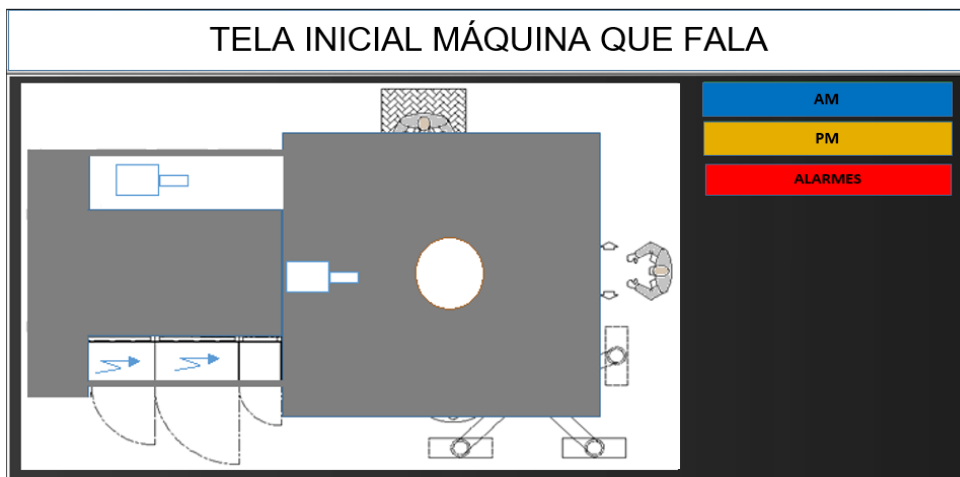


FIGURA 5 – Tela inicial do software concentrador
 Fonte: Do autor, 2019.

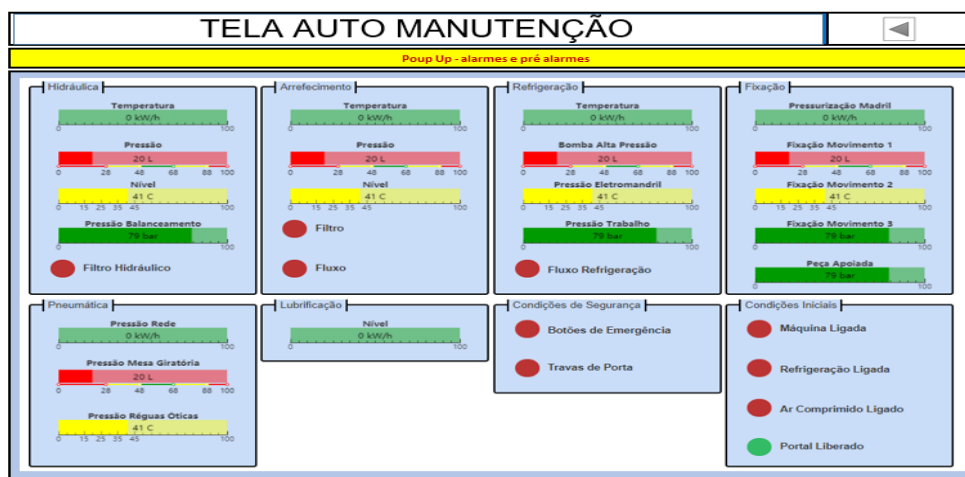


FIGURA 6 – Tela automanutenção
 Fonte: Do autor, 2019.

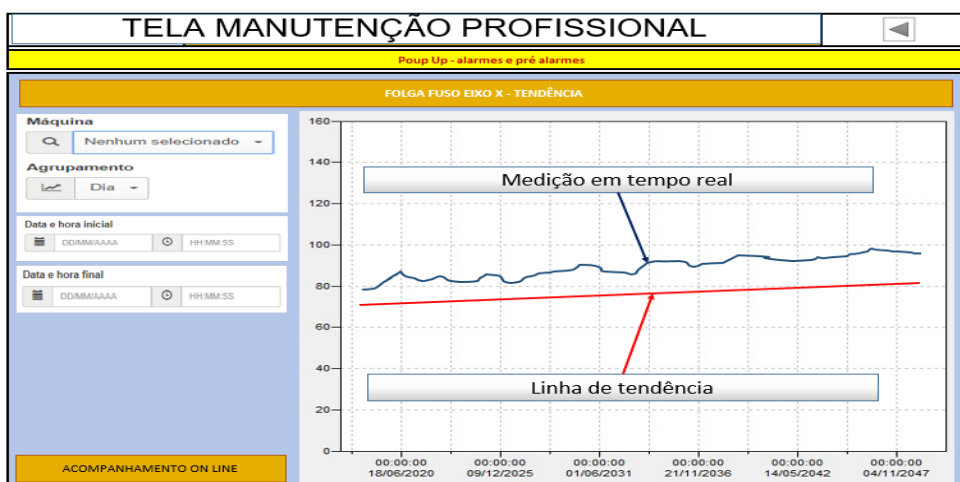


FIGURA 7 – Exemplo de medição de tela manutenção profissional
 Fonte: Do autor, 2019.

5 CONCLUSÃO

Com este trabalho foi possível observar a real aplicação dos conceitos de indústria 4.0 voltados à manutenção industrial. Além das variáveis utilizadas para decisões voltadas à manutenção, foi identificado que a coleta de dados do estado da máquina de forma *online*, pode apoiar análises de quebra da qualidade do produto através do cruzamento de parâmetros de máquina que podem ter interferido na quebra da qualidade uma vez que os dados são rastreáveis. Sob o ponto de vista da manutenção profissional, as principais vantagens foram:

- a) a obtenção de massa de dados para análise de confiabilidade;
- b) análise de tendência da condição de componentes permitindo a tomada de decisão rápida;
- c) como consequência, a redução de custos com inspeção e substituição destes componentes. Contudo, foram evidenciadas dificuldades referentes a implantação referentes aos fatores econômicos e técnicos que se interagem. Pelo fato de a máquina possuir uma tecnologia obsoleta, o custo para adequação foi elevado gerando um retorno de investimento a longo prazo. Outro fator preponderante é a infraestrutura de informática da planta que não estava preparada para o volume e tipo de dados gerados demandando modificações significativas.

A indústria 4.0 ainda está em pleno desenvolvimento como metodologia. Por estar extremamente relacionada às estruturas de informática, o desafio para potencializar esta área é muito grande. Contudo, já está provado que seu potencial de benefícios é vasto.

REFERÊNCIAS

BARROS, M. R. A. XENOS, H. G. **Estudo da automação de células de manufatura para montagens e soldagem industrial de carrocerias automotivas**. Trabalho de Conclusão de curso de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 53-54, out. 2006.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio e Serviços. **Agenda brasileira para a indústria 4.0**. Brasília: MDICS, 2017. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em: 22 maio 2019.

OLIVEIRA, L. A. H. G. Redes de comunicação para aplicações industriais. Notas de aula. **DCA – Departamento de Engenharia de Computação e Automação UFRN**, Rio Grande do Norte, p. 12, 2006. Disponível

em:https://www.dca.ufrn.br/~affonso/DCA0447/aulas/2006/rai_redes_industriais_2006.pdf /.
Acesso em: 22 mai. 2019.

RABELO, R. J. Indústria 4.0. **Mas afinal, o que muda realmente em uma empresa?**
Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/18179-industria-40-mas-afinal-o-que-muda-realmente-em-uma-empresa/>. [S. l], 2019. Acesso em: 22 mai. 2019.

2019

Autorização de Divulgação de Artigo Técnico

AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO

AUTORIZO A PUBLICAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO NA INTERNET, JORNAIS E REVISTAS TÉCNICAS EDITADAS PELO IETEC.

NÃO AUTORIZO A PUBLICAÇÃO OU DIVULGAÇÃO DO ARTIGO TÉCNICO.

BELO HORIZONTE, 31/05/2019

CURSO: Pós-graduação Engenharia da Manutenção

SEMESTRE/ANO: 1º Semestre / 2019

TURMA: ETEG1802 T08

TÍTULO DO ARTIGO: Indústria 4.0: A máquina que fala

WAGNER VIEIRA DE RESENDE

ASSINATURA
