

UNIÃO BRASILEIRA DE FACULDADES - UNIBF

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NOME COMPLETO: LUCIANO ALEXANDRE

TEMA: A Indústria 4.0 e a Arquitetura de Cinco Camadas para o Estudo de Sistemas Ciber-Físicos.

NOME DO CURSO: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E GERENCIAMENTO DE PROJETOS

PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

**NOVA LIMA / MINAS GERAIS
2020**

Este trabalho é licenciado sob o CC BY-NC 4.0. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

INFORMAÇÕES PESSOAIS

NOME DO ALUNO	ENDEREÇO	CONTATO	OBSERVAÇÃO
Luciano Alexandre.	Rua José Nery dos Santos nº 207 Bairro: Centro Cidade: Nova Lima. CEP: 34000-255	lalexandreengenheiro@hotmail.com Telefone: (31) 9.9940-1538	

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

AUTOR LUCIANO ALEXANDRE

A INDÚSTRIA 4.0 E A ARQUITETURA DE CINCO CAMADAS PARA O ESTUDO DE SISTEMAS CIBER-FÍSICOS.

Autorizo que o presente artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* da UniBF – União Brasileira de Faculdades , como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em **Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos**, e aprovado pelos professores responsáveis pela orientação e sua aprovação, seja utilizado para pesquisas acadêmicas de outros participantes deste ou de outros cursos, afim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

TÍTULO: A INDÚSTRIA 4.0 E A ARQUITETURA DE CINCO CAMADAS PARA O ESTUDO DE SISTEMAS CIBER-FÍSICOS.

AUTOR: LUCIANO ALEXANDRE

ORIENTADOR: Professor Especialista Adival José Reinert Junior

RESUMO

Nos últimos anos a Indústria 4.0 tem sido o assunto mais discutido, nos fazendo repensar sobre os novos métodos de trabalho em um sistema de produção e o quanto possível a nossa realidade esta devassada em relação a outros países da esfera mundial. Para isso sabemos que os sistemas atuais devem ser implementados e as estruturas e os sistemas de Controle e Gestão devem estar diretamente envolvidos, o que na visão de renomados pesquisadores e autores esse fato só poderá ser obtido com o conhecimento e avanço dos Sistemas Ciber-Físicos (CPS). O objetivo deste trabalho é então mostrar algumas propostas de Arquitetura de CPS com foco na Indústria 4.0 sem pretensão alguma de esgotar o assunto, pois se trata de uma abordagem nova e com grandes possibilidades de modificações ao longo do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Produção, Sistemas Ciber-Físicos, Indústria 4.0, Gestão e Arquitetura 5C.

1 INTRODUÇÃO

A Quarta Revolução Industrial apresenta uma modificação comportamental e estrutural nas pessoas e nas empresas que vivem, trabalham, relacionam-se com o meio ambiente e entre si.

O termo surgiu na Alemanha, através da necessidade de uma parceria do governo com empresas e centros de pesquisa do país na articulação com objetivo de aplicar alta tecnologia de forma estratégica, vistas a tornar os processos produtivos completamente independentes da interação humana. A ideia está diretamente ligada à integração entre os mundos físico, digital e biológico que, pela primeira vez, passarão a atuar diretamente um sobre o outro, alavancando o desenvolvimento humano a níveis jamais vistos.

Uma das maiores e principais características, não aplicada nas revoluções anteriores, era sem dúvida a capacidade de escalar resultados de forma exponencial e não apenas linear. A enorme velocidade de transformação e o amplo campo de aplicações seriam viabilizados pelo uso integrado de tecnologias de ponta, trazendo uma nova dinâmica ao mundo e determinando assim um novo ritmo acelerado de mudanças nas linhas de produção como também na gestão e governança.

O conceito ideal sem dúvida está ligado à aplicação integrada e sistêmica de diversas tecnologias, como a inteligência artificial, internet das coisas, robótica, nanotecnologia, biotecnologia, impressão 3D e computação quântica.

A ideia principal é conduzir a manufatura a níveis avançados determinando utilizar as instalações e as linhas de produção de forma flexíveis e totalmente adaptáveis as mais possíveis e exigências fabris cuja oscilação possa demandar. Ela permite maximizar a produtividade e minimizar o desperdício, o que torna os processos mais sustentáveis e menos custosos. Sua aplicação não se restringe ao ambiente fabril propriamente dito, mas permite incluir toda a cadeia de valor, desde as fases iniciais até as etapas mais avançadas.

O termo Indústria 4.0 está de fato caracterizada pelo rápido surgimento de uma nova geração de indústrias inteligentes, que aplicam tecnologia de ponta para transformar seus produtos e o modo como eles são vendidos, produzidos e entregues. Viabilizada pela integração dos mundos físico e digital, espera-se que a Indústria 4.0 possa criar uma nova dinâmica entre máquinas e humanos, que passarão a trabalhar de forma integrada e uniforme.

Toda essa integração e dinâmica faz uso de diversas tecnologias, entre seus grandes elementos está a tomada de decisão em tempo real com base em dados, a rápida identificação e correção de desvios ou erros processuais, a manutenção preditiva, o aumento da capacidade produtiva e a redução de custos.

Obedecendo a nessa nova dinâmica, surgiu um modelo inovador de equipamentos, fábricas, armazéns, frotas e produtos inteligentes, capazes de trocar informações, disparar comandos de ação e até mesmo controlarem-se com 100% de autonomia.

Com base nestas informações e análises temos como um dos primeiros passos rumo à Indústria 4.0 o de promover a integração vertical da empresa, conectando sensores e sistemas de automação aos sistemas e estes ao sistema de gestão, seguindo o modelo proposto pela norma ISA95 e estruturados em camadas a níveis de informação e fluxo de dados.

2 A INDÚSTRIA 4.0 E A ARQUITECTURA DE CINCO CAMADAS PARA O ESTUDO DE SISTEMAS CIBER-FÍSICOS.

Podemos esquematizar através de um breve histórico, o seguinte cenário:

1ª revolução industrial — no século 18, melhorou a máquina a vapor e criou o tear mecânico;

2ª revolução industrial — no século 19, possibilitou a utilização do aço, da energia elétrica, dos motores elétricos e dos combustíveis derivados do petróleo;

3ª revolução industrial — no século 21, marcou o avanço da eletrônica e dos sistemas computadorizados e robóticos na manufatura;

4ª revolução industrial — vivenciada atualmente, é caracterizada pelo surgimento da “internet das coisas” e dos processos de manufatura descentralizados. Podemos observar que o grande diferencial da Indústria 4.0 é o uso de tecnologias avançadas no cotidiano industrial. A ideia é conectar máquinas, sistemas e ativos para criar redes inteligentes em toda a cadeia produtiva e, assim, tornar as fábricas cada vez mais autônomas e produtivas.

Essa revolução tem modificado diversos procedimentos, operações, setores trazendo impactos positivos e importantes para a gestão da produção industrial, apesar, que muitos gestores ainda não dominam o assunto e podem estar perdendo grandes oportunidades com essa inovação.

Toda essa revolução deverá ser baseada em pilares fundamentais, sendo eles a Internet das Coisas — IoT (pautada na interação de máquinas, objetos, ambientes e veículos a sistemas), o Big Data Analytics (uso de dados para análise e gestão de informações) e a segurança dos sistemas de informação.

Devemos entender que o grande diferencial da **Indústria 4.0** é sem dúvida a utilização de tecnologias inovadoras que possam conectar quase tudo a sistemas de computador. O objetivo é sempre controlar o maior número de máquinas equipamentos, espaços e recursos com simples comandos em um software.

A **gestão da produção industrial é consideravelmente alterada**, ou seja, falamos em mudanças que deverão ser capazes de oferecer mais eficiência, economia e qualidade a todo o processo produtivo utilizando diversos recursos e tecnologias com objetivo único de acompanhar os **sistemas e processos de produção**, além de monitorar com eficiência as condições em que o trabalho está sendo executado e realizar um diagnóstico mais preciso e seguro, a comunicação é rápida os dados e informações obtidos fundamentais para a resolução de falhas, muitas vezes sem qualquer intervenção humana.

É preciso deixar claro que essa evolução é necessária e partiu de uma demanda real da indústria em ser mais eficiente e segura, já que os erros e gargalos na produção prejudicam a rentabilidade e a competitividade do negócio, para que fique claro o quanto isso pode nos favorecer, devemos entender que os processos industriais confere mais qualidade ao produto. Afinal, quanto maior o controle sobre a operação, maior a eficiência da cadeia produtiva e, conseqüentemente, do produto que chega ao consumidor.

E como uma coisa absorve outra o monitoramento constante e o uso de dados atuais permitem que os gestores e empreendedores visualizem as falhas em seus processos e, com isso, planejem estratégias de correção mais focadas e eficientes.

E como prevenir é sempre o melhor, devemos entender que a Quarta Revolução Industrial e a gestão das deficiências do processo produtivo e a decisão dos gestores se antecipam ao problema, evitando perdas nas etapas seguintes.

Vale destacar que os investimentos iniciais na implantação dos sistemas inteligentes são compensados pelas vantagens e economias alcançados ao longo dos meses de implantação e por isso, é sempre interessante avaliar e estudar maneiras de modernizar a produção industrial.

Como foco do trabalho e diante da dificuldade encontrada do assunto atenderá a estudar o material que trate da modelagem de CPS de uso e de artigos que apontam a importância desses sistemas para a próxima revolução industrial, não havendo consenso sobre como arquitetar um CPS capaz de monitorar plantas industriais.

Iniciemos com a primeira proposta cuja arquitetura de CPS é baseada em computação em nuvem e uma descrição detalhada dos diversos serviços necessários para programar esse tipo de sistema. A concepção é orientada a serviços, cuja principal característica é o de solucionar problemas de implementação dos usuários do sistema, apesar de, por outro lado, restringir a generalização da arquitetura.

Para a proposta de Lee et al. (2015), a Arquitetura 5C

Baseia-se em modelos de automação de processos já consagrados ilustrados na figura abaixo e estruturada em cinco camadas que orientam o funcionamento do sistema, bem como o correto funcionamento e interpretação de toda a arquitetura.



Abaixo interpretação das camadas da Arquitetura proposta:

- Conexão Inteligente: Realiza a aquisição de dados de máquinas e seus componentes.

- b) Conversão de Dado-para-Informação: Como o nome indica, trata os dados adquiridos na camada inferior, transformando-os em informações que possam ser analisadas para obter conclusões sobre o funcionamento do sistema.
- c) Cibernético: Essa é a camada de concentração de informações, onde é elaborado o modelo virtual do sistema. Uma vez que os dados estão concentrados, aplicam-se algoritmos que analisam o funcionamento do sistema.
- d) Cognitiva: Neste nível os resultados das análises da camada anterior são formatados para ser apresentada ao pessoal capacitado.
- e) Configuração: A ultima camada do modelo serve como um retorno do ambiente virtual para o físico, atuando como um sistema de controle e supervisor.

Nessa Arquitetura existem ajustes que devem ser feitos para aperfeiçoar o sistema e facilitar a aplicação do CPS de acordo com o que se propõe sobre a Indústria 4.0. Nota-se que dois processos trabalhosos (elaboração do modelo virtual e análise das informações coletadas) foram aglutinados em uma camada, enquanto no nível “cognitivo” apenas formata os resultados obtidos na camada anterior. Neste caso o próprio sistema reconhece um problema e o soluciona, a camada “cognitiva” seria apenas uma ferramenta de apresentação de resultados.

Algumas características básicas não foram levadas em consideração, considerando o modelo. Brettel et al. (2014)

Apontam uma forte tendência de redução da rigidez da produção utilizando máquinas e produtos inteligentes, explorando amplamente a Internet das Coisas (IoT). Tal comunicação permitirá que cada produto oriente o seu processamento dentro da planta de acordo com as especificações do cliente, a partir de instruções gravadas no produto e transmitidas aos equipamentos. Para que isso seja possível, o modelo deve prever que as informações fluam não só na direção vertical, mas também horizontalmente entre produtos e máquinas.

Diante dessa condição e de acordo com as novas concepções da Indústria 4.0, não são apenas os objetos (controladores, máquinas e produtos) que devem estar conectados a internet, mas também os serviços. Gerenciamento de estoque, solicitação de transporte de carga e pedidos de compras estão entre os processos que podem ser automatizados a partir da virtualização, conseqüentemente, uma arquitetura adequada deve prever a conectividade entre clientes e prestadores de serviços.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da idealização até ao desenvolvimento deste trabalho identificou-se a necessidade de estudos mais aprofundados e complexos sobre os quais os sistemas de controle e gerenciamento de fábricas inseridas no modelo da Indústria 4.0, em especial considerando o CPS estão desatualizados e muitos ainda sem informações precisas e completas sobre o assunto. Tentando abordar então esse assunto e uniformizar as informações o trabalho de Lee et al. (2015) é uma boa referência para estruturar um CPS. No entanto, o papel de cada camada e a comunicação entre elas apresentam alguns pontos a serem melhorados. Nesse sentido, o presente trabalho veio a contribuir com a reformulação dos papéis das camadas e na racionalização da comunicação entre elas.

Destaque importante e necessário para o entendimento é o papel importante da “Internet das Coisas” e Serviços, conceito chave e constantemente citado na literatura sobre a Indústria 4.0. Para isso, na camada de “Configuração” foi prevista uma comunicação do sistema com outros agentes, enquanto o segundo nível sofreu uma reformulação para que pudesse atuar como “cérebro” do objeto inteligente.

Para trabalhos futuros, o acréscimo de produtos inteligentes na linha de produção deve ser melhor estudado pois, apesar de previsto na arquitetura, não foi implementado, apontando assim a necessidade de maior exploração da Internet dos Serviços no modelo proposto, seja por meio da comunicação entre fábricas distintas, seja pela simulação de uma cadeia produtiva integrada com consumidores e usuários.

4 REFERÊNCIAS

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. and Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective, *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering* 8(1): 37–44.

Lee, E. A. (2008). Cyber physical systems: Design challenges, *Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)*, 2008 11th IEEE International Symposium on, IEEE, pp. 363–369.

Lee, E. A. and Seshia, S. A. (2016). *Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach*, MIT Press.

Lee, J., Bagheri, B. and Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Letters* 3: 18–23.