

INDÚSTRIA 4.0: COMPONENTES E PRINCÍPIOS DE DESIGN

¹Letícia dos Santo Alves; ¹leticiaalves286@gmail.com; ¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul;
²Leonardo Corrêa Pinheiro; ²leonardocp7@gmail.com; ²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
³Josivaldo Godoy da Silva; ³josivaldog@gmail.com; ³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

RESUMO: *Nesse trabalho realizou-se um estudo a respeito da indústria 4.0 cuja definição remete a uma nova era das fábricas: a quarta Revolução Industrial. Um conceito de modesto conhecimento em cenário brasileiro que, em linhas gerais, corresponde a uma nova onda de mudanças tecnológicas que as indústrias irão experimentar. Embora existam pesquisas e discussões sobre o tema, permanece ainda uma certa dificuldade acerca do total entendimento pelas pessoas e consenso entre vários autores sobre o que vem a ser a indústria 4.0. Vivenciada a grandes passos pela Alemanha, nem mesmo as empresas alemãs que já atuam com a indústria inteligente conseguem ter uma definição clara e precisa dessa nova fase industrial. São estas questões em aberto que motivaram o desenvolvimento desta pesquisa e a fim de esclarecer algumas dúvidas sobre o tema são apresentadas situações práticas de funcionamento nas empresas. A pesquisa é classificada no que se refere à metodologia, como qualitativa, quanto aos fins é aplicada e quanto aos meios é bibliográfica. Foi observado que entender melhor a indústria 4.0 implica entender alguns componentes e princípios de design que a englobam, o que levou a um estudo de várias bibliografias acerca do tema e possibilitou identificar grandes vantagens dessa evolução tecnológica para as empresas. Entre elas, informações em tempo real sobre a forma como as coisas estão funcionando e como cada atividade está sendo feita. Tudo por meio de sistemas integrados onde pessoas, máquinas e equipamentos estão interconectados, como em uma rede social.*

PALAVRAS-CHAVE: *Indústria; mudanças; tecnologia; componentes; princípios; sistemas.*

1. Introdução

A Indústria 4.0 ou Indústria Inteligente é atualmente um tema de grande discussão e estudo em todo o mundo, porque pela primeira vez, uma revolução industrial está prevista a priori e não observada a posteriori (Drath, 2014, p. 2), fazendo com que as empresas juntamente com institutos de pesquisa tenham possibilidade de se preparar e moldar ativamente o futuro. Também, pelo impacto econômico esperado, que advém, entre outros, do substancial aumento da eficiência operacional conciliada com desenvolvimento de modelos inteiramente novos de negócios, produtos e serviços (Kagermann et al, 2013, p 16.; Kagermann, 2014).

A industrialização começou com a introdução de equipamentos de fabricação mecânica, no final do século 18, quando máquinas, como o tear mecânico, revolucionaram a forma de produção das mercadorias. Em seguida, por volta da virada do século 20 teve início a segunda revolução industrial, onde o desenvolvimento da eletrônica, química e metalúrgica aumentaram consideravelmente a produção industrial do período. E então, a terceira revolução industrial que teve início na década de 1970 e continua até os dias atuais, utiliza da tecnologia da informação (TI) para atingir uma maior automatização dos processos de produção, com máquinas que assumiram não só uma proporção substancial do "trabalho manual", mas também do "trabalho do cérebro". A evolução dos computadores em dispositivos inteligentes

tem contribuído para que, cada vez mais, infraestrutura e serviços de TI sejam fornecidos através de redes inteligentes (computação em nuvem), que, juntamente com a marcha imparável da Internet, está inaugurando um mundo onde a computação ubíqua é uma realidade. Em relação a indústria, essa evolução tecnológica pode ser descrita como a quarta revolução industrial, Indústria 4.0, Indústria Inteligente e várias outras denominações existentes na literatura. E, nesse cenário, há uma convergência do mundo físico e o mundo virtual (ciberespaço) sob a forma de “Cyber-Physical Systems” ou Sistemas Cyber-Físicos (CPS). A Figura 1 mostra um esquema da evolução da indústria ao longo das revoluções industriais, e o decorrer dos anos desde as primeiras máquinas ocasionou um aumento na complexidade e na produtividade dos sistemas.

O termo “Indústria 4.0” provém de um projeto na estratégia de alta tecnologia do governo alemão, que promove a informatização de fabricação. O termo foi usado pela primeira vez em 2011 na Feira de Hannover. Em outubro de 2012, o grupo de trabalho da Indústria 4.0 presidido por Siegfried Dais (Robert Bosch GmbH) e Kagermann apresentou um conjunto de Indústria 4.0 recomendações de implementação para o governo federal alemão governo (Kagermann et al., 2013). Em 8 de Abril de 2013, na Feira de Hannover, foi apresentado o relatório final.

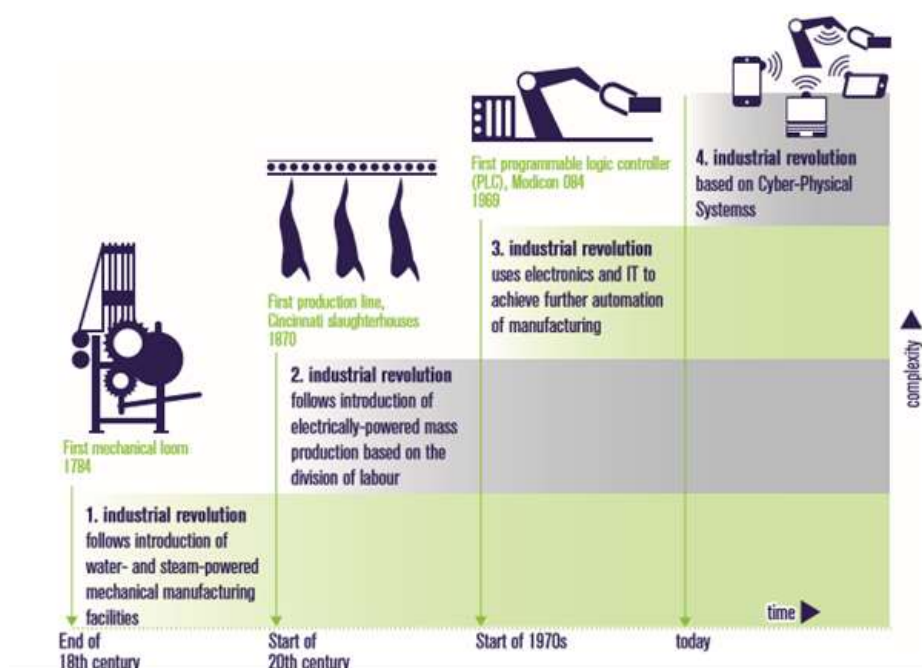


FIGURA 1 – Os quatro estágios da revolução industrial. Fonte: FDKI 2011.

Esse modelo de indústria inteligente tem um enorme potencial de melhorias em vários

aspectos e implicações industriais, como:

- I. Atendimento aos requisitos individuais de clientes, sendo possível fabricar itens únicos e com volumes de produção muito baixos (tamanho de lote de 1), e ainda gerar lucro;
- II. Flexibilidade: baseada no CPS, permite a configuração dinâmica de diferentes aspectos dos processos de negócios, tais como qualidade, tempo, risco, robustez, preço. Isso facilita contínuo "corte" de materiais e cadeias de suprimento;
- III. Otimizar a tomada de decisão: através de transparência em tempo real, denominada "end-to-end", permitindo a verificação antecipada de decisões de projeto no âmbito da engenharia e ambas as respostas mais flexíveis para problemas e otimização global em todos os locais de produção de uma empresa;
- IV. Produtividade e eficiência dos recursos: produzir a maior quantidade possível de produtos a partir de um determinado volume de recursos (produtividade) e com a menor quantidade possível de recursos para fornecer uma saída particular (eficiência);
- V. Criação de oportunidades de valor através de novos serviços: com de criação de valor e novas formas de emprego, por exemplo através de serviços a jusante. Algoritmos inteligentes podem ser aplicados às grandes quantidades de dados diversos, gravados por dispositivos inteligentes a fim de proporcionar serviços inovadores. Há oportunidades particularmente significativas para as PME e startups para desenvolver B2B ("business-to-business");
- VI. Resposta à mudança demográfica no local de trabalho: em conjunto com iniciativas de organização do trabalho e desenvolvimento de competências, a colaboração interativa entre os seres humanos e sistemas tecnológicos vai fornecer às empresas novas formas de transformar as alterações demográficas a sua vantagem. Em face da escassez de mão de obra qualificada e da crescente diversidade da força de trabalho (em termos de idade, sexo e antecedentes culturais), a Indústria Inteligente permitirá diversos e flexíveis planos de carreira que permitiram que as pessoas trabalhem e permaneçam produtivas por mais tempo;
- VII. Equilíbrio entre trabalho e vida pessoal: as empresas que utilizam CPS estão bem posicionadas para atender à crescente necessidade de funcionários para um melhor equilíbrio entre seu trabalho e sua vida privada e para um contínuo desenvolvimento pessoal e

profissional.

Espera-se que a Indústria 4.0 conduza soluções para ambos os desafios globais (por exemplo, de recursos e de eficiência energética). No entanto, é fundamental considerar as inovações tecnológicas dentro de seu contexto sociocultural (Heidelberg et al.: Springer Verlag 2012), uma vez que mudanças culturais e sociais também são importantes motores de inovação.

2. Metodologia

Markoni e Lakatos (2007, p.15) definem a pesquisa como “um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para se descobrir verdades parciais”. Segundo Gil (1999, p.42), “o objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para descobrir os problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

As pesquisas são caracterizadas pelo tipo de dados coletados e pelo tipo de análise que se fará para atingir os objetivos, que pode ser qualitativa ou quantitativa, de acordo com Chizzotti (2001). Vergara (2004) sugere que se defina a pesquisa quanto aos fins e aos meios de investigação.

Para realização da pesquisa foi feita uma pesquisa bibliográfica para levantar informações e fornecer sustentação ao tema. Depois de um estudo de várias bibliografias, foi feita uma comparação e seleção dos pontos principais a serem abordados, visto a natureza abrangente do tema. Quanto aos fins, se classifica como uma pesquisa aplicada e quanto aos meios pode ser classificada como pesquisa bibliográfica.

A pesquisa foi limitada por questões referentes a generalidade do tema, falta de clareza e consenso na definição dos autores, e pelo fato de as principais fontes serem na língua alemã.

3. Componentes da indústria 4.0

São apresentados a seguir quatro componentes para colaborar no entendimento e conceituar a Indústria Inteligente. Em seguida, estes componentes servirão de base aos princípios de design e sua implantação na Indústria 4.0.

3.1. Cyber-physical systems (CPS)

Um componente importante da Indústria 4.0 é a fusão do mundo físico e do virtual

(Kagermann, 2014, p. 603). Essa fusão é possível por meio do Cyber-Physical Systems (CPS) ou Sistema Cyber-Físico. CPS são "integrações de computação e processos físicos. Computadores e redes incorporadas monitoram e controlam os processos físicos, geralmente com loops de feedback em que os processos físicos afetam os cálculos e vice-versa." (Lee, 2008, p. 363). O desenvolvimento de CPS é caracterizado por três fases. A primeira geração de CPS inclui tecnologias de identificação como etiquetas RFID ("Radio-Frequency Identification") ou identificação por radiofrequência, que permitem identificação única, precisa e praticamente sem nenhum erro. O armazenamento e análise devem ser fornecidos com um serviço centralizado. A segunda geração do CPS tem sensores e atuadores com uma gama limitada de funções. CPS da terceira geração podem armazenar e analisar dados, estão equipados com vários sensores e atuadores, e são compartilhados em rede (Bauernhansl, 2014, pp. 16-17). Um exemplo de um CPS é o bin inteligente (Ibin) de Würth. Ele contém embutido interiormente um módulo de câmera infravermelha para a gestão de C-partes, que determina a quantidade de C-peças dentro do Ibin. Se a quantidade cai abaixo do estoque de segurança, o Ibin ordena automaticamente as novas peças via RFID. Isso permite o gerenciamento baseado no consumo de C-peças em tempo real (Günthner, Klenk, & Tenerowicz-Wirth, 2014, p. 307).

3.2. Internet of things (IoT)

De acordo com Kagermann, a integração da Internet of Things (não cabe nessa nomenclatura uma tradução adequada, entende-se como a interação dos componentes físicos com componentes inteligentes) e da Internet de Serviços (IoS) (que será explicada posteriormente) no processo de fabricação iniciou a quarta revolução industrial (Kagermann et al., 2013, p. 5). "A IoT permite 'coisas' e 'objetos', tais como RFID, sensores, atuadores, telefones celulares, que, através de esquemas de endereçamento único, (...) interagem uns com os outros e cooperam com seus componentes vizinhos 'inteligentes', para alcançar objetivos comuns" (Giusto, Lera, Morabito, & atzori, 2010, p. v). Com base na definição de CPS dada no item anterior, 'coisas' e 'objetos' podem ser entendidos como parte do CPS. Portanto, a IoT pode ser definida como uma rede na qual os CPS cooperam uns com os outros através de esquemas de endereçamento exclusivos. Exemplos de aplicação da IoT são fábricas inteligentes (ou "Smart Factorys", veja explicação nos próximos itens), casas inteligentes, e "Smart Grids" ou redes elétricas inteligentes (Bauernhansl, 2014, pp. 16-17).

Os componentes fornecidos por essas plataformas irão conectar pessoas, objetos e sistemas uns aos outros (ver Figura 2) e irão possuir as seguintes características: flexibilidade fornecida por orquestração rápida e simples de serviços e aplicações, incluindo software com base CPS; simples alocação e implantação de processos de negócio ao longo das linhas do modelo de App Stores; apoio abrangente, seguro e confiável de todo o processo de negócios; segurança, e confiabilidade para tudo, desde sensores até interfaces de usuário; suporte para dispositivos finais móvel e suporte para processos colaborativos de produção, de serviços, análise e previsão em redes de negócios.

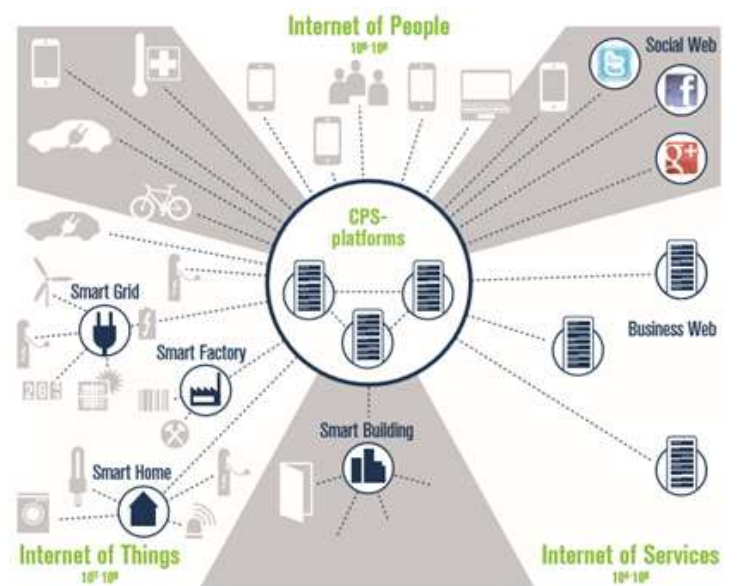


FIGURA 2 – IoT e IoS: conectando pessoas, objetos e sistemas. Fonte: Bosch 2012.

3.3. Internet of services (IoS)

A Internet de Serviços (IoS) “permite os fornecedores de serviços oferecer seus serviços via Internet. [...] A IoS consiste de participantes, uma infraestrutura de serviços, modelos de negócios e os próprios serviços. Os serviços são oferecidos e combinados em serviços de valor acrescentado por vários fornecedores; eles são comunicados aos usuários bem como os consumidores e são acessados por eles através de vários canais.” (Buxmann, Hess, & Ruggaber, 2009, p. 341).

Esta evolução permite as fábricas ir um passo à frente e fornecer tecnologias de produção especiais em vez de apenas tipos de produção, podendo ser usada por exemplo na fabricação de produtos ou para compensar as capacidades de produção.

Através de software analítico também pode ser usada para extrair dados e fornecer informações críticas de dispositivos, seja sobre a forma como eles estão funcionando seja a respeito do que estão fazendo. Por exemplo, um termostato conectado a um IP pode revelar formas de economizar nas contas de energia ou realizar ações inteligentes com sistema de controle de estoque para ajudar a controlar e gerenciar os movimentos de ações dentro da empresa para garantir a máxima rentabilidade.

Fábricas inteligentes, seres humanos, máquinas e recursos irão se comunicar uns com os outros o que será tão natural como em uma rede social. A figura abaixo confirma essa integração.

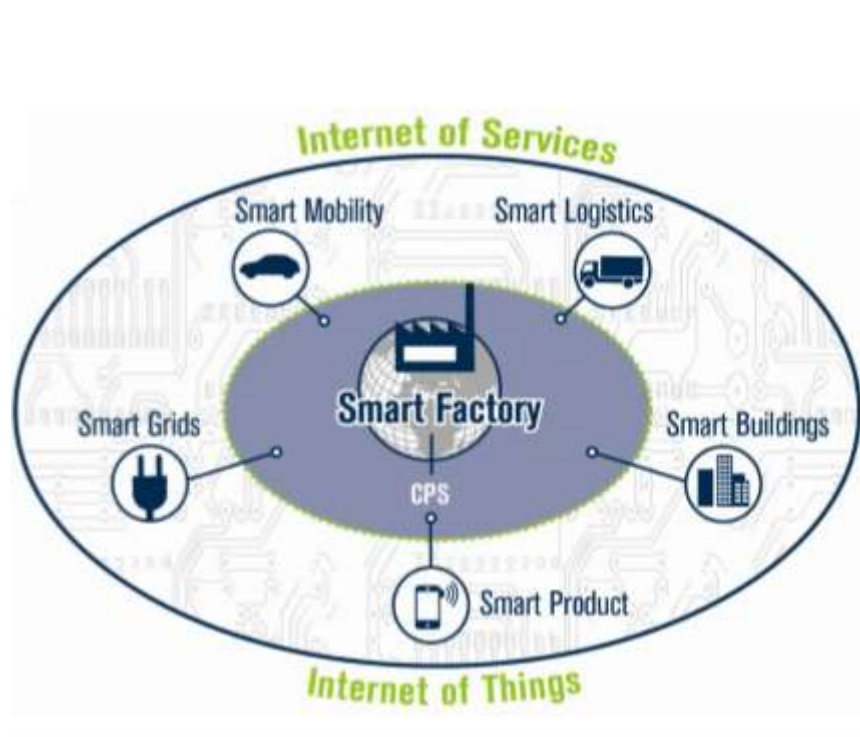


FIGURA 3 – Indústria 4.0 e a fábrica inteligente como um componente da Internet das Coisas e Serviços. Fonte: Acatech 2013.

3.4. Smart factory

“Fábricas inteligentes constituem um elemento-chave da Indústria 4.0.” (Kagermann et al., 2013, p. 19). “A fábrica inteligente é definida como uma fábrica que ajuda pessoas e máquinas na execução de suas tarefas. Isto é conseguido por meio de sistemas que realizam as tarefas com base em informações provenientes do mundo físico, como a posição ou condição

de uma ferramenta, e virtual, como documentos eletrônicos, desenhos e modelos de simulação.” (Lucke, Constantinescu, & Westkämper, 2008, p. 115).

Um modelo de fábrica inteligente é a WITTENSTEIN Bastian, unidade de produção em Fellbach, Alemanha, que é organizada de acordo com princípios da produção enxuta e que durante a implementação de uma demanda a indústria utiliza peças de trabalho inteligentes.

O local de trabalho inteligente e a fábrica inteligente, hoje temas de pouco conhecimento no Brasil, constituirão um grande salto na indústria e ao mesmo tempo serão bastante impactantes ao tomarem existência em território brasileiro. Fábricas inteligentes serão uma força incrível que irá remodelar a maneira como as coisas são feitas. Elas vão mudar fundamentalmente o que podemos comprar, como podemos comprar e como controlar a produção.

Dispositivos inteligentes serão personalizáveis para atender aos anseios do consumidor que depois de os terem comprado tais dispositivos irão mudar e se adaptar às suas necessidades. Para isso acontecer quase tudo o que for comprado terá um chip e irá tornar-se um dispositivo inteligente.

A cada dia os dispositivos estão ficando mais inteligentes e as empresas devem seguir o exemplo, quer se trate de encontrar a melhor configuração de produção, otimizar a programação ou melhorar defeitos de qualidade.

Como forma de permitir a realocação rápida ou reconfiguração, as fábricas inteligentes do futuro podem ser construídas de formas modulares. "A modularização de componentes de construção que está acontecendo agora pode também permitir mais flexibilidade com as fábricas inteligentes quando o proprietário do edifício pretende fazer alterações para a construção de layout, a fim de manter-se com os seus requisitos em constante mudança", conforme afirma Steve Radcliffe.

4. Definição de indústria 4.0

Com base nas conclusões da revisão da literatura, definimos Indústria 4.0 como um termo coletivo para as tecnologias e conceitos de organização da cadeia de valor experimentadas por algumas empresas atualmente. Dentro das fábricas inteligentes há estruturas modulares da Indústria 4.0, os CPS monitoraram os processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo

físico e tomam decisões descentralizadas. Ao longo da IoT, os CPS comunicam e cooperam entre si e com os seres humanos em tempo real via IOS, a nível interno e externo enquanto serviços organizacionais são oferecidos e utilizados pelos participantes da cadeia de valor.

5. Principais designs para implantação da indústria 4.0

Partindo dos resultados e conceitos acima apresentaremos os principais princípios de design para cenários da Indústria Inteligente. Estes princípios de design podem servir de apoio para as empresas na identificação e implementação de possíveis pilotos da Indústria 4.0.

5.1. Interoperabilidade

No contexto da planta SmartFactory KL, a interoperabilidade significa que todos os CPS dentro da fábrica (suportes de peças, postos de reunião e produtos) são capazes de comunicar uns com os outros através da Internet das Coisas e da Internet dos Serviços (SmartFactory KL, 2014).

5.2. Virtualização

Virtualização significa que CPS são capazes de monitorar processos físicos. Estes sensores estão ligados a modelos de plantas virtuais e modelos de simulação. Assim, uma cópia virtual do mundo físico é criada. Na planta SmartFactory KL o modelo virtual inclui a condição de todos os CPS. Em caso de falha de um ser humano pode ser notificado. Além disso, todas as informações necessárias, como os próximos passos de trabalho ou medidas de segurança, são fornecidas (Gorecky, Schmitt & Loskyll, 2014, p. 535). Por este meio, os seres humanos são suportados em lidar com a crescente complexidade técnica (SmartFactory KL, 2014). Ou seja, a virtualização representa basicamente uma cópia virtual da Fábrica Inteligente criada de modo a ligar dados dos sensores, desde o monitoramento de processos físicos com modelos de plantas virtuais e modelos de simulação.

5.3. Descentralização

A crescente demanda por produtos individuais torna cada vez mais difícil de controlar sistemas de forma centralizada. Computadores embarcados permitem CPS tomar decisões sobre conta própria. Apenas em casos de falha tarefas são delegadas a um nível superior (ten Hompel, Otto, 2014, p. 6). No entanto, para a garantia de qualidade e rastreabilidade ela é necessária para manter o controle de todo o sistema em qualquer momento. No contexto da planta SmartFactory KL descentralização significa que as etiquetas RFID "dizem" às máquinas quais passos de trabalho são necessários. Portanto, o planejamento central e de

controle não são mais necessário (Schlick et al., 2014, p. 75). Assim, é evidente pelo princípio da descentralização a capacidade que os sistemas ciber-físicos têm dentro das Fábricas inteligentes para tomar decisões por conta própria.

5.4. Capacidade em tempo real

Para a manutenção das características da Indústria Inteligente e para as tarefas da organização, é necessário que os dados sejam recolhidos e analisados em tempo real. A fábrica deve estar permanentemente rastreada e sendo analisada. Assim, a planta (entende-se como o conjunto interligado de todos os sistemas) pode reagir à falha de uma máquina de produtos e reencaminhar para outra máquina (Schick et al., 2014, p. 75).

5.5. Orientação das atividades

As atividades das empresas, CPS, e os seres humanos estão disponíveis na IoS e podem ser utilizados por outros colaboradores. Eles podem ser oferecidos tanto internamente como através das fronteiras da empresa. Em uma planta de “Smart Factory” baseada em uma arquitetura orientada a serviços, todos os CPS oferecerem suas funcionalidades como um serviço web encapsulado (SmartFactory KL, 2014). Como resultado, o processo de funcionamento específico do produto pode ser composto com base nas necessidades específicas dos clientes, fornecidos pela etiqueta de RFID (Schlick et al., 2014, p. 75)

5.6. Sistemas modulares

Os sistemas modulares são capazes de se adaptar com flexibilidade às exigências através da substituição ou expansão de módulos individuais. Portanto, os sistemas modulares podem ser facilmente ajustados em caso de flutuações sazonais ou características do produto alterado. Em uma planta “Smart Factory”, novos módulos podem ser adicionados usando o princípio Plug & Play. Com base em interfaces de software e hardware padronizados (Schlick et al., 2014, p. 75), novos módulos são identificados automaticamente e podem ser utilizados imediatamente através do IoS (SmartFactory KL, 2014).

6. Conclusão

Embora de relevante importância, pouco foi o enfoque no impacto causado pela fábrica inteligente do futuro aos trabalhadores de fábricas. Sem dúvida, o ritmo da inovação na fabricação é acelerado o que mostra boas perspectivas em meio a esta onda de mudança que as fábricas inteligentes irão provocar. Mas apesar da visível capacidade de remodelar a maneira como as coisas serão feitas, resta saber se a infraestrutura de TI e demais

profissionais da indústria estarão prontos para encarar, implementar e apoiar mudanças.

Referências

Bauernhansl (2014) Bauernhansl T., 2014: Die vierte industrielle Revolution. Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, p. 3-35. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologie, Migration.

BLOG WINCO. **Como você vai gerenciar a Internet dos Serviços?** Disponível em: <https://blog.winco.com.br/2014/07/22/como-e-que-voce-vai-gerenciar-a-internet-dos-servicos/>
Acesso em: 30/03/2016

Buxmann et al. (2009) Buxmann P., T. Hess and R. Ruggaber, 2009: Internet of Services. Business & Information Systems Engineering 5, 341 – 342.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 5.ed. São Paulo: Cortez, 2001.

Drath (2014) Drath, R., 2014: Industrie 4.0 – eine Einführung, 3, 2–7. Disponível em: http://www.openautomation.de/fileadmin/user_upload/Stories/Bilder/oa_2014/oa_3/oa_3_14_ABB.pdf (2.12.2014).

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

Giusto et al. (2010) Giusto, D., A. Iera, G. Morabito and L. Atzori, eds., 2010: The Internet of Things.

Gorecky et al. (2014) Gorecky, D., M. Schmitt and M. Loskyll, 2014: Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologie, Migration.

Günther et al. (2014) Günthner, W., E. Klenk and P. Tenerowicz-Wirth, 2014: Adaptive Logistiksysteme als Wegbereiter der Industrie 4.0. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds., Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration, 297–323.

Heidelberg, Technikzukunft. Vorausdenken – Erstellen – Bewerten (Future Technology Scenarios. Planning, Production and Evaluation) (acatech IMPULSE), Heidelberg et al.: Springer Verlag 2012, p.16.

IOT ANALYTICS MARKET INSIGHTS FOR THE INTERNET OF THINGS. **Will the industrial internet disrupt the smart factory of the future?** Disponível em: <http://iot-analytics.com/industrial-internet-disrupt-smart-factory/>
Acesso em: 30/03/2016

Kagermann et al. (2013) Kagermann, H., W. Wahlster and J. Helbig, eds., 2013: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: *Final report of the Industrie 4.0 Working Group*.

Kagermann, H./Riemensperger, F./Hoke, D./Helbig, J./Stocksmeier, D./Wahlster, W./Scheer, A.W./Schweer, D., Smart Service Welt - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft, Berlin 2014.

Kagermann, H./Wahlster, W./Helbig, J., Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt/Main 2013.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 5.ed. SÃO PAULO: Atlas, 2007. 312p.

Lee (2008) Lee, E. A., 2008: Cyber Physical Systems: Design Challenges. 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 363 – 369.

Lucke et al. (2008) Lucke, D., C. Constantinescu and E. Westkämper, 2008: Smart Factory – A Step towards the Next Generation of Manufacturing. In: Mitsuishi, M., K. Ueda and F. Kimura, eds., Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier, *the 41st CIRP conference on manufacturing systems, Tokyo, Japan, 115–118*.

Plattform Industrie 4.0 (2014) Plattform Industrie 4.0., 2014: Was Industrie 4.0 (für uns) ist. Disponível em: <http://www.plattform-i40.de/was-industrie-40-f%C3%BCr-uns-ist>.

Schlick et al. (2014) Schlick, J., P. Stephan, M. Loskyll, and D. Lappe, 2014: Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds., 2014: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration, 57–84.

SmartFactoryKL (2014) SmartFactoryKL, 2014: Keyfinder production line. Retrieved from: <http://smartfactory.dfki.uni-kl.de/en/content/demo/technological-demo/plant-industry>.

ten Hompel and Otto (2014) ten Hompel, M. and B. Otto, 2014: Technik für die wandlungsfähige Logistik. Industrie 4.0. 23. *Deutscher Materialfluss-Kongress*.

THE MANUFACTURER. **The Smart Factory**. Disponível em: <http://www.themanufacturer.com/articles/the-smart-factory/>
Acesso em: 30/03/2016

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.