

DEFINIÇÃO DE UM MODELO PARA AVALIAR A MATURIDADE DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA ÁREA DE SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

CAROLINA PAZ DA CRUZ¹; CAROLINE MARTIRENA MONKS DA SILVA²;
ALINE SOARES PEREIRA³; LUIS ANTÔNIO DOS SANTOS FRANZ⁴; RENATA
HEIDTMANN-BEMVENUTI⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – carolinapazc@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – carolinemmonks@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – pereira.asp@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – luisfranz@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - reheidtmann@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As expressões “Indústria 4.0” ou a “Quarta Revolução Industrial” foram utilizadas pela primeira vez durante a feira de Hannover, na Alemanha em 2011, retratando a grande transformação que a organização das cadeias de valor globais sofreria ao longo dos futuros anos (SCHWAB, 2016).

Segundo Aslan, (2019), as inovações tecnológicas propostas pelos conceitos da Indústria 4.0 podem ser incorporadas aos procedimentos de gestão em saúde e segurança ocupacional, oferecendo uma alternativa para a redução dos altos números de acidentes e afastamentos do trabalho.

A quarta revolução industrial é baseada em nove pilares que geram oportunidades de desenvolvimento tecnológico no campo industrial e podem trazer benefícios como por exemplo, na área de Segurança e Saúde do Trabalho (SST), a prevenção de acidentes: *Big data*; Robôs Autônomos; Simulação; Integração de sistemas vertical e horizontal; Internet Industrial das Coisas; Segurança cibernética; Computação em nuvem; Realidade virtual/aumentada; Inteligência artificial (PEREIRA; SIMONETTO, 2018).

Para medir o nível de desenvolvimento de uma indústria ou de algum de seus processos, geralmente utiliza-se como instrumento um modelo de maturidade (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). O modelo de maturidade descreve as etapas de melhoria de um processo desde um nível incipiente para um nível avançado, incorporando os componentes de cada nível e as recomendações para sua utilização (CAVALCANTI; ALMEIDA, 2018; PAULK *et al.*, 1993). Estes componentes são frequentemente compostos por práticas, processos, ferramentas e tecnologias utilizadas para aumentar a eficiência da organização (KWAK; IBBS, 2002). Dessa forma, os níveis de maturidade auxiliam na avaliação e compreensão das competências-chave da organização e são um importante mecanismo para a gestão dos processos e melhoria contínua dos mesmos dentro de uma organização (KOSIERADZKA, 2017).

Este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo para avaliar a maturidade do uso das tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0) em áreas da Segurança e Saúde do Trabalho.

2. METODOLOGIA

Segundo Wendler, (2012), o desenvolvimento de um modelo de maturidade possui três etapas: desenvolvimento de modelo, aplicação de modelo e validação de modelo. No presente trabalho, o objetivo será desenvolver o modelo para avaliar

a maturidade do uso das tecnologias da I4.0 em áreas de SST (como gestão e prevenção de riscos). Em trabalho futuro, o modelo será aplicado e validado.

Para desenvolver o modelo de maturidade, baseou-se no modelo proposto por Lunelli e Cecconello (2019), o qual apresenta uma arquitetura em níveis, e foram feitas adaptações para que o modelo fosse focado especificamente para aplicação na área de SST. Esse modelo foi proposto originalmente por Sener, Gökalp e Eren (2017), em que o objetivo do trabalho foi criar uma base comum para realizar uma avaliação de tecnologias da Indústria 4.0 e orientar as empresas para alcançar um estágio de maturidade mais elevado.

Desta forma, os níveis de maturidade variam entre 0 (Inexistente), 1 (Iniciado), 2 (Gerenciado), 3 (Estabelecido), 4 (Previsível), 5 (Otimizado).

Nível 0: Inexistente. Ainda não há implementação de tecnologias.

Nível 1: Iniciado. a infraestrutura tecnológica e o roteiro para a transição para a I4.0 foram iniciados, mas não estão totalmente implementados.

Nível 2: Gerenciado. Dados estão sendo coletados, mas não está integrado nas diferentes funcionalidades das operações. Os itens físicos estão começando a ser representados por um mundo virtual.

Nível 3: Estabelecido. O conjunto de dados é claramente identificado para cada operação da organização sendo coletado e armazenado sistematicamente em um banco de dados bem gerenciado. A integração vertical, incluindo a integração interna de fábrica de sensores e atuadores dentro das máquinas até os sistemas de planejamento de recursos empresariais foram alcançadas.

Nível 4: Previsível. A integração horizontal, incluindo a integração das redes de produção ao nível dos negócios, é conseguida pela integração da cadeia de suprimentos, mas pode incluir mais no futuro, quando informações em tempo real e em produtos ou processos específicos forem trocadas para aumentar o nível de detalhe e qualidade na otimização de fabricação distribuída.

Nível 5: Otimizado. Foi alcançada a integração para a engenharia e a vida útil do produto/produção para permitir o compartilhamento de conhecimento de baixo esforço e a sincronização entre o desenvolvimento de produtos e serviços e os ambientes de fabricação.

Os componentes avaliados pelo modelo serão Sistemas Ciber-Físicos; Internet das Coisas; Internet de Serviços e Fábricas Inteligentes pois, conforme Hermann, Pentek e Otto (2016), esses são os quatro componentes da Indústria 4.0. Dessa forma, a estrutura da Indústria 4.0 pode ser vista como um conjunto de CPS, pessoas e fábricas inteligentes, interagindo entre si, utilizando recursos da Internet dos Serviços e da Internet das Coisas, que, por sua vez, estão sobre a Internet (PEREIRA; SIMONETTO, 2018).

Futuramente, o modelo será aplicado em uma empresa com o objetivo de aplicar e validar o modelo, medindo o nível de maturidade da empresa para o emprego das tecnologias da I4.0 em SST.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir está descrito um roteiro para avaliar o nível de maturidade de empresas em relação às tecnologias para uma Segurança do Trabalho Inteligente.

3.1 Avaliação de maturidade

A seguir será apresentado o modelo de avaliação da maturidade dos componentes e tecnologias da I4.0 aplicados na SST.

3.1.1 Processos que serão avaliados:

Entrega de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), Controle de estoques de EPIs, Controle do uso dos EPIs, Avaliação de riscos, Controle da validade dos EPIs, Treinamentos de segurança, Simulação de segurança, Acesso a zonas perigosas, Manutenção preventiva de máquinas e equipamentos, Identificação de padrões de acidentes com base nos registros de CAT, Dispositivos de máquinas, Produtos Aplicados, Substituição do Homem em atividades perigosas, Controle de Exames Periódicos.

3.1.2 Componentes avaliados:

Para cada um dos processos acima citados serão verificados sobre a utilização de cada um dos quatro componentes da indústria 4.0: (i) Sistemas Ciber-Físicos; (ii) Internet das Coisas; (iii) Internet de Serviços; e (iv) Fábricas Inteligentes.

3.1.3 Tecnologias 4.0 utilizadas:

Cada um dos componentes acima será associado a uma tecnologia da I4.0: *Big data*; Robôs autônomos; Simulação; Integração de sistemas vertical e horizontal; Internet Industrial das coisas; Segurança cibernética; Computação em nuvem; Realidade virtual/aumentada; Inteligência artificial.

3.1.4 Nível de maturidade (1 a 5):

O nível de 1 a 5 será atribuído conforme a maior (5) ou menor (0) maturidade da empresa para cada uma das tecnologias.

3.1.5 Ações para elevar o nível de maturidade:

Serão descritas ações que a empresa pode tomar para elevar sua maturidade na respectiva tecnologia.

3.2 Aplicação e validação do modelo proposto

Por meio da aplicação futura do modelo proposto, pretende-se medir o nível de maturidade de uma empresa em relação às tecnologias para uma Segurança do Trabalho Inteligente e contribuir para elevar o nível de maturidade de empresas.

Um exemplo fictício da aplicação do modelo está apresentado na Tabela 1. O exemplo refere-se ao processo de entrega de EPIs. O mesmo pretende-se fazer para todos os processos apresentados no item 3.1.1.

Tabela 1. Exemplo fictício da aplicação do modelo proposto.

Processo	Componentes	Tecnologias	Nível de maturidade	Ações para elevar o nível de maturidade
Entrega de EPIs	Sistemas Ciber-Físicos;	EPIs descartáveis (luvas, máscaras, protetor auricular) são entregues através de terminal de autoatendimento.	4	Aplicar a tecnologia para todos EPIs e não somente para os descartáveis.
	Internet das Coisas;	Registro automático de retirada de EPI por meio de leitura QRCode do cartão de identificação.	5	-
	Internet de Serviços;	Uma mensagem ao setor de reposição é enviada quando o sistema acusa a retirada de 50% da quantidade dos EPIs.	4	Uma mensagem ao setor de compras poderá ser enviada de forma a não faltar EPIs no estoque da empresa.
	Fábricas Inteligentes.	Em locais com alto risco de acidentes, insalubridade e periculosidade, sensores realizam a leitura se o colaborador possui autorização/treinamento e se	5	-

utiliza todos os EPIs necessários
para adentrar ao local.

Fonte: Próprio autor.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho atingiu o objetivo de apresentar um modelo para avaliar a maturidade das empresas em relação às tecnologias da I4.0 aplicadas na área de SST, contribuindo para a construção de uma cultura de prevenção de acidentes nas empresas através da utilização do modelo proposto, que é inovador quanto a sua aplicabilidade específica para a área de SST.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O. Indústria 4.0: Conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018.

ASLAN, I. The Role of Industry 4.0 in Occupational Health and Safety. **Bingol University, Health Faculty, Occupational Health and Safety Department**, p. 334 - 345, 2019.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. **Hawaii International Conference on Systems Science**, p. 3928–3937, 2016.

KOSIERADZKA, A. Maturity Model for Production Management. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 342-349, 2017.

KWAK, Y. H.; IBBS, C. W. Project Management Process Maturity (PM)2 Model. **Journal Of Management In Engineering**, v. 18, n.3, p. 150-155, jul. 2002.

LUNELLI, F. B.; CECCONELLO, I. Definição e aplicação de um modelo de maturidade para manufatura inteligente, sob a ótica da indústria 4.0. **Scientia cum industria**, v. 7, n. 2, p. 126-134, 2019.

PAULK, M. C. *et al.* Capability Maturity Model SM for Software, Version 1.1 **Technical Report**, p. 1-83, feb. 1993.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, n. 2016, p. 161 – 166, 2016.

SCHWAB, K.; **The Fourth Industrial Revolution**. Cologny/Geneva: World Economic Forum, 2016. Disponível em: <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-016-21.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

ŞENER, U.; GÖKALP, E.; EREN, P. E.; Towards a maturity model for industry 4.0: a systematic literature review and a model proposal. **The Management Information Systems Perspectives**, p. 291-303, 2017.

WENDLER, R. The maturity of maturity model research: A systematic mapping study. **Information and Software Technology**, v. 54, n. 12, p. 1317–1339, 2012.