



**Gerenciamento e integração das pessoas com as tecnologias: relações entre a Indústria 4.0 e *Lean Kata***

**Management and integration of people with technologies: relations between the Industry 4.0 and *Lean Kata***

Sandra Elisia Lemões Iepsen<sup>1</sup>

Tagiani Brizolla Duarte de Moura Goulart<sup>2</sup>

Dantom Guilherme Helfer<sup>3</sup>

Ana Julia Dal Forno<sup>4</sup>

Alexandre da Silva Lima<sup>5</sup>

Ricardo Silva de Souza<sup>6</sup>

Liege Pereira Martini<sup>7</sup>

Liane Mahlmann Kipper<sup>8</sup>

**Resumo**

Vincular a Indústria 4.0 com *Lean* pode promover resultados econômicos, sociais e ambientais em muitos setores industriais. Mas para que isto ocorra, há necessidade de promover a

<sup>1</sup> Mestra em Sistemas e Processos Industriais, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Av. Independência, 2293, Santa Cruz do Sul - RS, CEP: 96800-000. E-mail: [siepsen@mx2.unisc.br](mailto:siepsen@mx2.unisc.br)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7950-4177>

<sup>2</sup> Mestra em Educação, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Av. Independência, 2293, Santa Cruz do Sul - RS, CEP: 96800-000. E-mail: [tagiani@mx2.unisc.br](mailto:tagiani@mx2.unisc.br) Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8983-8675>

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Av. Independência, 2293, Santa Cruz do Sul - RS, CEP: 96800-000. E-mail: [dantomh@gmail.com](mailto:dantomh@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4674-9864>

<sup>4</sup> Doutora em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Campus Blumenau, R. João Pessoa, 2750, Velha, Blumenau - SC, CEP: 89036-002. E-mail: [ana.forno@ufsc.br](mailto:ana.forno@ufsc.br)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2441-5385>

<sup>5</sup> Mestre em Sistemas e Processos Industriais, Empresa FRUKI, Lajeado - RS, CEP: 95900-310.  
E-mail: [alexandrealisili@gmail.com](mailto:alexandrealisili@gmail.com)

<sup>6</sup> Mestre em Sistemas e Processos Industriais, Empresa FRUKI, Lajeado - RS, CEP: 95900-310.  
E-mail: [ricardos1@mx2.unisc.br](mailto:ricardos1@mx2.unisc.br)

<sup>7</sup> Mestranda em Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Av. Independência, 2293, Santa Cruz do Sul - RS, CEP: 96800-000. E-mail: [liegemartini@mx2.unisc.br](mailto:liegemartini@mx2.unisc.br)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6045-7799>

<sup>8</sup> Doutora em Engenharia de Produção, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Av. Independência, 2293, Santa Cruz do Sul - RS, CEP: 96800-000. E-mail: [liane@unisc.br](mailto:liane@unisc.br) Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-4147-892X>

colaboração entre empresas e entre pessoas. O pensamento *lean* engloba: qualidade, cooperação e comunicação, ou seja, está diretamente relacionado às pessoas que atuam no processo produtivo e *kata* de melhoria promove, através da mudança comportamental, cooperação e o envolvimento das pessoas para atingir os objetivos organizacionais. Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver um estudo teórico a fim de encontrar e quantificar os documentos existentes, denominados trabalhos relacionados ao tema em estudo e que evidenciam as relações entre Indústria 4.0 e *lean kata*. Para esta revisão foi realizada uma busca na base de dados *Scopus* a partir dos termos de busca “*Industry 4.0*”, “*lean*” e “*kata*”. Dos principais resultados encontrados destacam-se os 10 documentos. A pesquisa também indicou um campo de pesquisa ainda não explorado, abrindo oportunidades para novos estudos, assim como destaca a importância da integração entre as diversas áreas da organização quanto a implementação de ambos os programas.

**Palavras-chave:** *Industry 4.0. Lean Kata. Engenharia do Trabalho.*

### **Abstract**

Linking Industry 4.0 with Lean can promote economic, social and environmental outcomes in this new reality and in many industrial sectors. But for this to happen there is a need to promote collaboration between companies and between people. Lean thinking encompasses: quality, cooperation and communication, that is, it is directly related to the people who work in the production process and improvement *kata* promotes, through behavioral change, cooperation and the involvement of people to achieve organizational objectives. Thus, the objective of this study was to develop a theoretical study in order to find and quantify the existing documents, called works related to the subject under study and that show the relationship between Industry 4.0 and *lean kata*. For this review, a search was carried out in the *Scopus* database based on the search terms “*Industry 4.0*”, “*lean*” and “*kata*”. Of the main results found, the ten documents published. The research also indicated an unexplored field of research, opening opportunities for new studies, as well as highlighting the importance of integration between the different areas of the organization regarding the implementation of both programs.

**Keywords:** *Industry 4.0. Lean Kata. Work Engineering.*

## Introdução

Atualmente estamos passando por uma série de transformações provocadas pelo uso, cada vez mais frequente, das tecnologias que configuram a Indústria 4.0. As organizações passam por uma espécie de simbiose, transformando e inter-relacionando os mundos físico, digital e biológico (SCHWAB, 2018). Esse fator que faz com que os novos e reestruturados modelos de negócio surjam, rompendo o tradicional pensamento linear da gestão e exigindo que as organizações ajam de forma rápida, acompanhando o crescimento tecnológico exponencial, de forma ampla e profunda, quebrando paradigmas, adotando uma visão sistêmica e conectando toda a sociedade (SENGE, 1990; SCHWAB, 2018).

A reestruturação também faz com que as organizações fiquem atentas quanto à redução de resíduos e desperdícios. O conceito de *Lean Manufacturing (LM)* foi originado por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross através de sua obra popularizada em 1990, “A Máquina que Mudou o Mundo”. Desde então, a metodologia *lean* vem sendo utilizada em diversas áreas, como por exemplo: serviços, processos administrativos e saúde (WOMACK, 2004; PANWAR *et al.*, 2015). Estabelecido pelo Sistema Toyota de Produção, o pensamento *lean* tem como base a eliminação de desperdícios que não agreguem valor à organização (SILVA *et al.*, 2018). Os autores Araújo Bastos *et al.* (2022) indicam que o *Lean* facilita a tomada de decisão, auxiliando na execução e no desenvolvimento do projeto e na criação de valor para o cliente. Porém para que a mudança dê certo, os autores Dos Santos, Santos e Ellefsen (2022) abordam em seu estudo sobre *Lean Warehouse* que todo processo de melhoria requer o engajamento de todas as pessoas envolvidas.

Várias ferramentas podem ser utilizadas com o propósito de melhorar a área de manufatura, tais como o sistema *Kanban*, *Kaizen*, 5S, entre outros. Para dar continuidade nos processos de melhoria das habilidades dos trabalhadores na resolução de problemas, a ferramenta *kata coaching* torna-se fundamental. O *kata coaching* tem por objetivo ensinar o *kata* de melhoria, ou seja, ensinar rotinas para realização da melhoria contínua, facilitando com isso o atingimento de metas e objetivos dos processos (TAMÁS, ILLÉS e DOBOS, 2016).

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma revisão de literatura para quantificar os documentos existentes, denominados trabalhos relacionados ao tema em estudo e que evidenciam as relações entre Indústria 4.0 e *lean kata*. Assim, também foram analisadas as relações e evoluções desse tema da gestão de pessoas e suas interfaces com a quarta revolução industrial.

Esse artigo foi dividido em 5 seções, sendo que a primeira já foi apresentada. A Seção 2 apresenta a revisão bibliográfica dos conceitos da Indústria 4.0 e *Lean* e *Toyota Kata*. Já a Seção 3 compreende os materiais e métodos utilizados, com definições e critérios de pesquisa. São apresentadas as características das análises e leitura dos documentos selecionados, com uma visão da busca de relações entre Indústria 4.0 e *lean kata*. Na Seção 4 serão apresentados os resultados e discussão. A conclusão (Seção 5), agradecimentos e referências finalizam o artigo.

## Revisão da Literatura

Para compreender a relação existente entre os termos de busca, construiu-se uma breve revisão conceitual sobre a Indústria 4.0 e *Lean* e *Toyota Kata*.

### 2.1 Indústria 4.0

Ao longo dos séculos a indústria tem passado por constantes transformações. O século XVIII foi marcado pela chamada primeira revolução industrial com a construção da primeira máquina a vapor, e da produção em massa. A segunda revolução industrial (século XIX) veio com o advento da energia elétrica. Logo após, houve a evolução das tecnologias da informação e comunicação (TIC), dando início ao uso dos sistemas de automação, e a terceira revolução industrial (século XX) (KANG *et al.*, 2016; DALENOGARE *et al.*, 2018). Atualmente, estamos vivendo a chamada quarta revolução industrial ou Indústria 4.0, termo que nasceu na Alemanha (SILVEIRA, 2016). Segundo Kang *et al.* (2016), a quarta revolução industrial tem como propósito integrar homem, tecnologia e informação, através das fábricas inteligentes.

Muitos autores indicam a existência de uma diversidade de tecnologias emergentes, como, por exemplo: *Internet of Things* (IoT), *Cyber-Physical-Systems* (CPS), *Cloud Manufacturing* (KANG *et al.*, 2016;), *Computer-Aided Design and Manufacturing* (CAD/CAM), *Integrated engineering systems*, *Digital automation with sensors*, *Flexible manufacturing lines*, *Manufacturing Execution Systems* (MES) and *Supervisory control and data acquisition* (SCADA), *Simulations/analysis of virtual models*, *Big data collection and*

*analysis, Digital Product-Service Systems, Additive manufacturing, fast prototyping or 3D impression, Virtual reality e Aumented reality* (KANG *et al.*, 2016; ROMERO *et al.*, 2016; FREDDI, 2017; DALENOGARE *et al.*, 2018; KRAVCIK *et al.*, 2018; KIPPER *et al.*, 2021). O avanço tecnológico visto nos últimos anos, aborda uma nova visão do futuro, integrados a sistemas de produção inteligentes e automatizados (ZAWADZKI e ZYWICKI, 2016).

Frank *et al.* (2014) menciona alguns fatores sócio-técnicos que podem interferir na transferência do conhecimento e, conseqüentemente, no desenvolvimento de pessoas e organizações, são eles: pessoal (aspectos humanos), tecnológica (equipamentos, ferramentas, automação e natureza física), estrutura organizacional do trabalho e ambiente externo. É preciso repensar a forma com que as organizações trabalham, considerando fatores tecnológicos (riscos e oportunidades), uma vez que, novas competências se tornarão necessárias, não só do trabalhador, mas da organização como um todo (DALENOGARE *et al.*, 2018).

Segundo Coltre e Martins (2019), estamos vivendo em uma dimensão de inovações tecnológicas que são fundamentais no processo de desenvolvimento industrial que tem mostrado resultados expressivos frente a competitividade do mercado. O ritmo de vida mais acelerado, em que os indivíduos se encontram, pode ter relação com o uso das novas tecnologias e ao amplo acesso à informação, neste contexto os profissionais e, assim como as empresas passam a ser mais exigentes, na busca por melhoria e eficiência em seu modo de produção. Recentemente, Kipper *et al.*; (2021) realizaram um estudo onde relataram que além das competências técnicas (automação, desenvolvimento de software, análise de dados) o desenvolvimento de competências interpessoais como cooperação, adaptabilidade, interdisciplinaridade, capacidade de inovação, entre outros, serão primordiais para que os profissionais continuem desenvolvendo suas atividades de forma eficiente, diminuindo uma possível lacuna no mercado de trabalho.

## **2.2 Lean e Toyota Kata**

Em um cenário onde a economia é instável (DALENOGARE *et al.*, 2018), as empresas tendem a voltar seu foco para o desenvolvimento, buscando cada vez mais agilidade na entrega de produtos e/ou serviços, custos reduzidos e alta qualidade (PANWAR *et al.*, 2015). A metodologia *lean* têm como objetivo a eliminação de desperdícios em toda cadeia de valor como por exemplo: superprodução, tempos de espera, transporte excessivo de materiais, processos inadequados, inventário desnecessário entre outros (DE ARAUJO e RENTES, 2006; ARLBJORN e VANG FREYTAG, 2013).

Para que a melhoria contínua aconteça dentro da organização e objetivo da eliminação de desperdício seja alcançado, CUER, BERNARDO e SCALCO (2019) mencionam a utilização de 5 princípios, sendo eles: 1) a identificação do que não gera valor na percepção do cliente; 2) identificação das etapas do processo ao longo da cadeia produtiva, juntamente com seus desperdícios; 3) elaboração de ações a fim de criar um fluxo contínuo; 4) produzir somente o solicitado pelo cliente e 5) rever os itens 1 a 4 a fim de manter a melhoria contínua.

Já Ghosh (2012) aborda que a manufatura *lean* divide-se níveis filosóficos, que correspondem à eliminação de perdas e entrega de valor ao cliente, levando em consideração as seguintes regras: 1) Especificação das atividades em termos de conteúdo, organização, tempo e resultados; 2) Relação e transparência na conexão entre fornecedores e clientes; 3) Suporte a produtos e serviços, e 4) Melhoria contínua através de ferramentas, como: Mapa de Fluxo de Valor (*VSM*), produção puxada, redução de tempo de espera (*SMED*), *layout*, Manutenção Preventiva Total (*MPT*), quadros de informação, gerenciamento de performance, análise de causa efeito, nivelamento de produção (*Heijunka*), eficiência total de equipamento, *kanban*, *takt time*, *5S*, *kaizen*, *kata* entre outras (ROTHER, 2009; SHINGO, 2010; GHOSH, 2012).

De qualquer forma existem três partes essenciais para avaliar a sinergia de um sistema, sendo elas, qualidade, cooperação e comunicação. Se este sistema for uma organização pode-se dizer que a integração entre qualidade de produto/serviço, a cooperação entre as partes envolvidas no processo (interno e externo) e a comunicação, são fatores fundamentais para expandir os resultados da organização. O desafio está em manter os três pontos em equilíbrio (ARLBJORN *et al.*, 2013), para isso se torna necessário que a gestão esteja focada em melhoria contínua levando em consideração o desenvolvimento de rotinas comportamentais constantes e consistentes. Neste sentido duas ferramentas se destacam no aprendizado das organizações, sendo elas: *kaizen*, que visa melhoria contínua do fluxo de valor através da eliminação de desperdícios (IMAI, 2000; DE ARAUJO e RENTES, 2006) e do *kata* de melhoria, através da mudança comportamental, cooperação e o envolvimento das pessoas (ROTHER, 2009).

Embora a simples implementação das ferramentas *lean* proporcionem vantagens competitivas às organizações, o grande diferencial está na ação das pessoas. O *kata* de melhoria engloba rotinas sistêmicas com o objetivo de canalizar esforços no desenvolvimento do comportamento humano, e com isso melhorar a forma de controlar e gerir a organização através das pessoas, dentro de um ambiente competitivo e em transformação constante (ROTHER, 2009). Este autor traz em sua abordagem dois tipos de *kata*, sendo eles: *kata* de melhoria aplicado a nível de processo que direciona para a condição que se quer chegar

representando um estado ideal para organização. O *kata coaching* busca desenvolver as pessoas criando práticas ou rotinas comportamentais orientadas por mentores, buscando a internalização dos processos de melhoria; sendo ambos importantes em todos os níveis da organização.

Podemos concluir que, em conjunto, estas ferramentas *lean*, *kaizen* e *kata*, visam a melhoria constante por intermédio de equipes e pessoas, podendo proporcionar às organizações o diferencial esperado através do comprometimento e relacionamento entre os envolvidos no processo (cliente, parceiros e fornecedores).

### Metodologia

O método utilizado foi uma revisão integrativa, que proporciona a síntese de conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática (DE SOUZA, DA SILVA e DE CARVALHO, 2010). Este tipo de revisão sugere, para a sua realização, seis fases, quais sejam:

1ª fase: Elaboração da pergunta norteadora. Neste estudo a pergunta norteadora foi: Quantos documentos e quais as relações entre Indústria 4.0 e *lean kata* existem publicadas na base de dados *Scopus*?

2ª fase: Busca ou amostragem na literatura. Nesta fase foi realizada uma busca na base de dados *Scopus* a partir dos termos de busca “*Industry 4.0*”, “*lean*” e “*kata*”. Atualmente a base de dados *Scopus* é considerada a maior fonte de resumos e citações acadêmicas, contando com 55 milhões de registros, mais de 21 milhões de títulos e 5 mil editores (ELSEVIER, 2019).

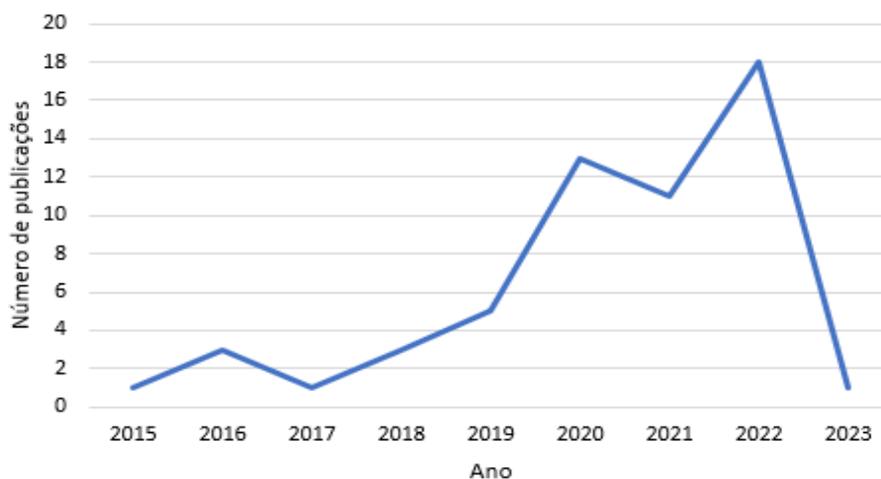
3ª fase: Coleta de dados. A coleta de dados foi realizada usando “*All fields*” sem limitação de período e tipos de documentos. O indicador *booleano* “*and*” foi utilizado.

4ª e 5ª fases: Análise crítica dos estudos incluídos e Discussão dos resultados: Para a análise dos dados quadros comparativos foram utilizados e para a discussão dos resultados uma descrição qualitativa foi realizada sobre os artigos que relacionam Indústria 4.0 e *Lean Kata*.

A 6ª fase descrita por De Souza, Da Silva e De Carvalho (2010) é a apresentação da revisão integrativa que deve comportar todos os resultados advindos das fases anteriores.

## Resultados e Discussões

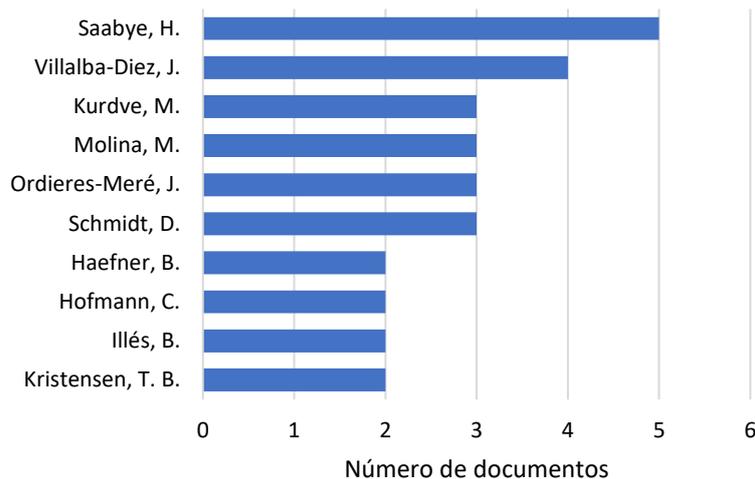
A partir da busca realizada na base de dados, *Scopus*, em 9 de janeiro de 2023, utilizando os termos de busca “*Industry 4.0*”, “*lean*” e “*kata*” identificou-se um total de 56 publicações. A primeira publicação foi realizada em 2015 por Villalba, Ordieres-Mere e Nuber, intitulada “*The Hoshin Kanri Tree - Cross-plant Lean Shopfloor Management*”. O Gráfico 1 apresenta o panorama de publicações de 2015 a 2023.



**Gráfico 1 – Número de publicações por ano**

Fonte: Scopus, 09 de janeiro de 2023, 15:00.

A partir da análise do Gráfico 1 observa-se que, a partir do ano de 2019, se intensificam as publicações sobre o tema estudado, tendo o auge de suas publicações no ano de 2022, com 18 documentos. Também foi possível identificar os autores e os países que mais publicam nesta área, sendo representados respectivamente pelos Gráficos 2 e 3.



**Gráfico 2 – Documentos por autor**

Fonte: Scopus, 09 de janeiro de 2023, 15:00

Analisando os Gráficos 2 e 3 podemos observar que os países que mais publicam na área são a Alemanha, Espanha e Estados Unidos. O Brasil ocupa a 5ª posição no ranking de publicações juntamente com os países Hungria, França e China. Dentre os autores, destacam-se Saabye (representando a Dinamarca) e Villalba-Diez (representando universidades da Alemanha e Espanha).



**Gráfico 3 – Documentos por país**

Fonte: Scopus, 09 de janeiro de 2023, 15:00

Após a triagem dos 56 documentos relacionados aos termos de busca identificou-se “X” documentos relacionados diretamente com os temas *Industry 4.0*, *lean* e *kata* que serão discutidos na sequência. Quadro 2 aborda os artigos relacionados.

Artigo	Autor/Data	Periódico/Congresso
<i>The Hoshin Kanri Tree - Cross-plant Lean Shopfloor Management</i>	Villalba, Ordieres-Mere e Nuber (2015)	<i>Procedia CIRP</i>
<i>Process Improvement Trends For Manufacturing Systems In Industry 4.0.</i>	Tamás e Illés (2016)	<i>Academic Journal of Manufacturing Engineering</i>
<i>Waste reduction possibilities for manufacturing systems in the industry 4.0.</i>	Tamás, Illés e Dobos (2016)	<i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.</i>
<i>Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production</i>	Meudt, Metternich e Abele (2017)	<i>CIRP Annals Manufacturing Technology</i>
<i>Lean dendrochronology: complexity reduction by representation of kpi dynamics looking at strategic organizational design</i>	Villalba-Diez. et al. (2018)	<i>Management and Production Engineering Review</i>
<i>Conceptual model for introducing lean management instruments</i>	Veres (2020)	<i>Procedia Manufacturing</i>
<i>Is lean a theory? Viewpoints and outlook</i>	Åhlström et al. (2021)	<i>International Journal of Operations &amp; Production Management</i>
<i>Becoming a learning organization while enhancing performance: the case of LEGO</i>	Kristensen, Saaybe e Eesmondson (2022)	<i>International Journal of Operations &amp; Production Management</i>
<i>Operator Contributions to Innovation: Supporting Innovative Production Development in a Digital Learning Environment</i>	Hedman et al. (2022)	<i>Swedish Production Symposium</i>
<i>Systematic for Process Improvement Using Cyber-Physical Systems and Toyota Kata</i>	Odebrecht De Souza, Ferenhof e Forcellini (2022)	<i>18th IFIP WG 5.1 International Conference</i>

#### **Quadro 2 – Artigos Relacionados**

Fonte: Scopus, 09/01/2023, 15:00.

O artigo “*Lean dendrochronology: complexity reduction by representation of kpi dynamics looking at strategic organizational design*” (VILLALBA-DIEZ et al., 2018) aborda questões como a solução de problemas e desafios através das tecnologias, trazendo como exemplo a personalização do produto, redução dos tempos de produção, aumento do nível de qualidade e redução de custos. Estes são alguns dos benefícios esperados nas indústrias com o uso das tecnologias. Este documento tem como objetivo o uso de uma metodologia de visualização padronizada através de gráficos multicanais (*KPI's*) aplicados a configurações de rede de design organizacional combinando a teoria de rede com *lean* estratégico organizacional, contribuindo para o entendimento global do sistema. O resultado obtido através da ferramenta “dendrocronologia enxuta” conseguiu-se visualizar possíveis *gap's* de processo bem como acompanhar a evolução de problemas auxiliando assim na melhoria na

resolução de problemas. Os autores sugerem o estudo do reconhecimento de padrões estratégicos com o auxílio de algoritmos de inteligência artificial (IA).

Meudt, Metternich e Abele (2017) no documento “*Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production*”, mencionam que as empresas que possuem *lean production* mesmo tendo semelhanças, precisam ser orientadas para os desafios da Indústria 4.0 e mostram formas e métodos atualizados, a partir do mapeamento do fluxo de valor (VSM). Este tem como propósito entender como as formas sistematicamente oferecidas pela digitalização são desenvolvidas em abordagem técnicas de produção enxuta através de níveis, deixando claro o papel da TI dentro da organização, que é armazenar informações evitando seu excesso.

A metodologia *Toyota* tem como objetivo ajudar na orientação de fluxo de valor, livre de resíduos, visando as atividades de melhoria: 100% valor agregado, falhas zero, produção sequenciada conforme demanda do cliente e a valorização dos empregados. A Indústria 4.0 é vista como uma oportunidade nas empresas com a metodologia *lean production* uma vez que auxilia na análise dos potenciais de melhoria e com a ajuda do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) obtiveram uma melhor visualização dos processos de produção e logística da informação. Para pesquisas futuras os autores sugerem estudos ideais de fluxo de informação, infraestrutura de TI e diretrizes para o uso do VSM em processos de escritório (MEUDT, METTERNICH e ABELE, 2017).

No artigo “*Waste reduction possibilities for manufacturing systems in the industry 4.0.*” (TAMÁS, ILLÉS e DOBOS, 2016) os autores explicam as tecnologias propostas pela indústria 4.0, como: IoT, CPS e *Big Data*. Elaboram um passo a passo de como melhorar o fluxo de valor nas empresas seguindo a metodologia *Toyota*, e mencionam a necessidade de aprimoramento na elaboração de soluções inteligentes de logística. Os autores concluem que a Indústria 4.0 vem mudando a formação de sistemas de manufatura. O uso de tecnologias deixa a comunicação mais ágil, facilitando o acompanhamento da produção e a colaboração entre empresas, além de trazer métodos de melhoria no fluxo de valor do produto e soluções inteligentes de logística. Para pesquisas futuras os autores elencam a necessidade de pesquisas mais relevantes em melhoria de processo de fabricação das unidades de carga / redução de resíduos (TÁMAS E ILLÉS, 2016; TAMÁS, ILLÉS E DOBOS, 2016).

O artigo intitulado “*Process Improvement Trends for Manufacturing Systems In Industry 4.0*” de Tamas e Illés (2016) tem como objetivo avaliar as tendências de melhoria para sistemas de fabricação, onde os autores explicam as vantagens da aplicação de modelagem de simulação de processos, melhoria o método de mapeamento do fluxo de valor e elaboração de soluções logísticas inteligentes. Na conclusão os autores relatam que a

indústria 4.0 traz grandes desafios e que para alcançar os objetivos é de suma importância a melhoria do processo continuamente e com a comunicação entre os dispositivos, informações derivadas do rastreamento dos produtos e as possibilidades de colaboração em rede, proporcionam uma melhoria mais generalizada do processo em companhias de manufatura. O estudo também traz o conceito de *kata*. “O objetivo do *kata coaching* é ensinar o *kata* melhoria. O *kata* de melhoria é uma rotina para realização da melhoria de processos eficientes. Podemos chegar mais facilmente aos objetivos da melhoria de processos com a prática dos *katas* mencionados” (TÁMAS E ILLÉS, 2016).

Diez, Ordieres-Mere e Nuber (2015) no artigo “*The Hoshin Kanri Tree - Cross-plant Lean Shopfloor Management*” teve como objetivo propor um método de gerenciamento de chão de fábrica, através do método *Hoshin Kanri (HK)* pelo empoderamento sistemático de inteligência autônoma do dono do processo atuando em um ambiente complexo em busca de objetivos estratégicos comuns. Como conclusão, os autores abordam a importância do modelo holístico de gerenciamento de chão de fábrica para lidar com mudanças importantes provocadas pela Indústria 4.0 como por exemplo, *Smart Factory* e *Learnig Factory* para ambientes de rede de fluxo de valor complexos. Este modelo torna possível criar regras estratégicas para o fortalecimento dos objetivos. A principal dificuldade na implementação dos autores é a falta de disciplina dos líderes, em questão a aplicação do PDCA. Para pesquisas futuras sugerem concentrar esforços para implementação da árvore de *Hoshin Kanri* em diferentes organizações mundiais fazendo um *link* com gerenciamento estratégico.

Veres (2020) descreve em seu artigo “*Conceptual model for introducing lean management instruments*”, um modelo cujo objetivo era facilitar a implementação da metodologia *lean* nas organizações. O modelo teve como base 4 etapas, sendo elas: 1) Planejamento: considerada a mais importante pelos autores uma vez que visa tornar o padrão de práticas diárias em hábitos (*kata* de melhoria). Esta etapa é composta pela elaboração de visão, missão e valores e pela criação de um diagnóstico que possibilite visualizar os dados atuais da empresa. 2) Treinamento: Abordou o entendimento e aprendizado relacionados às ferramentas utilizadas na implementação *lean*, assim como, a conscientização das equipes para uso das mesmas. 3) Desenvolvimento: nesta etapa os autores usaram a metodologia Six Sigma DMAIC. 4) Coaching: teve como objetivo apoiar os funcionários e clientes para que atingissem seus objetivos pessoais e profissionais, trazendo benefícios para a organização. O modelo denominado PTDC (planejamento, treinamento, desenvolvimento e coaching) foi testado na área da saúde e, apesar das limitações devido à resistência humana, mostrou ganho em relação ao aumento de produtividade, redução de desperdícios, percepção dos funcionários relacionado ao local de trabalho, entre outros.

Åhlström et al. (2021) buscou em outras literaturas a resposta para o questionamento, “*lean* é uma teoria?”. Várias discussões foram abordadas para que se chegasse a uma conclusão. Uma delas, relevante para este trabalho foi, “o quanto *lean* pode apoiar a Indústria 4.0? E o inverso, é verdadeiro?”. Embora a literatura demonstra que empresas que possuem a metodologia *lean* possam conectar suas ferramentas as tecnologias emergentes como programas cyber-físicos ou *internet* das coisas (IoT) facilitando a implementação das tecnologias propostas pela Indústria 4.0, e, estas tecnologias possam auxiliar na eliminação de desperdícios, proposto pelo *lean*, na prática esta interconexão não é uma preocupação dos gerentes. Sendo assim, permanece um questionamento a ser explorado, “as rotinas gerenciais, essência do *lean*, podem ser aplicadas a Indústria 4.0?”, uma vez que o aumento no uso de tecnologias pode impactar nas sessões de *Toyota Kata* e, conseqüente na visão dos colaboradores quanto a resolução de problemas e aumento do nível de estresse, especialmente se não forem treinados adequadamente para o rotina tecnológica. Os autores concluem sugerindo que *lean* não é uma teoria e sim uma forma de multiplicar as lições Toyota em contextos diferentes (ÅHLSTRÖM et al., 2021).

O objetivo do trabalho realizado por Kristensen, Saabye e Esmondson (2022) foi de testar como as práticas enxutas de resolução de problemas podem ser transferidas, tendo as lideranças como facilitadores de aprendizagem, do trabalho operacional para trabalho do conhecimento, ao mesmo tempo que melhora o desempenho da organização. Para isso, um estudo foi realizado a partir da implementação da metodologia *lean*, em uma das áreas administrativas da LEGO. Dentre as práticas utilizadas estavam o *kata* de melhoria, que auxilia no estabelecimento da condição-alvo e busca o aprendizado e adaptação baseados nos obstáculos que surgem, e o *kata coaching*, que é um padrão de ensino a ser seguido pelos gerentes de forma que o trabalho diário passe a ser parte da cultura da organização. Como conclusão verificou-se que os colaboradores tiveram uma percepção positiva sobre as dinâmicas propostas, melhorando o nível de aprendizagem da organização, especialmente por terem seus líderes como facilitadores de aprendizado. O estudo também evidenciou o olhar sociotécnico proposto pela metodologia *lean* e como este pôde trazer melhores resultados em qualidade e eficiência para LEGO, levando a organização ao foco máximo na resolução de problemas. Usando este formato de aprendizado, o objetivo de aumentar a eficiência e a qualidade contando com seus funcionários e sem depender de consultores externos, foi atingido. Além disso, os autores afirmam a importância da utilização de algumas práticas na implementação da metodologia enxuta, como por exemplo o *coaching*, A3 e grupos de liderança. Para resolução de problema o PDCA, *gemba* e modelos mentais também podem ser usados (KRISTENSEN, SAABVE e ESMONDSON, 2022).

Para Hedman et al. (2022), em seu artigo “*Operator Contributions to Innovation: Supporting Innovative Production Development in a Digital Learning Environment*”, os autores tiveram como objetivo principal o entendimento de como a digitalização pode impactar na criatividade dos operadores. Para isso, a identificação dos desafios e oportunidades foi realizada em um contexto específico. O estudo foi realizado em uma metalúrgica Sueca. Foram realizadas duas reuniões *online* com as lideranças, a fim de instruí-las quanto ao uso do *coaching* de liderança e o *kata coaching*. *Workshops* foram realizados com operadores a fim de entender pontos desafiadores. A falta de equipamentos (*hardware*) e desconhecimento no uso das ferramentas digitais (*software*), surgiu como ponto principal, o que dificultou a participação e o engajamento dos operadores nas dinâmicas propostas e mostrou falta de maturidade digital da organização. Observou-se que os operadores eram mais propensos a participar quando sua identidade não era revelada. Pouco treinamento era oferecido para o uso das ferramentas digitais, o que faz com que prefiram fazer este tipo de investigação/treinamento de forma presencial. Após o treinamento, pouca mudança foi percebida no comprometimento das pessoas, o que evidenciou o baixo envolvimento dos operadores quando se trata de inovação. Um modelo conceitual foi elaborado para evidenciar o nível de maturidade (digital e exploratória) o que possibilitou classificar o nível de dependência da equipe estudada (HEDMAN et al., 2022).

No estudo de caso intitulado “*Systematic for Process Improvement Using Cyber-Physical Systems and Toyota Kata*”, Odebrecht de Souza, Ferenhof e Forcellini (2022) evidenciam os benefícios propostos pela metodologia *lean* e a importância da integração com esta com as tecnologias emergentes oriundas da Indústria 4.0. Apesar do receio de que a utilização das tecnologias possa causar uma lacuna no trabalho humano, observou-se que a máquina não será capaz de executar um trabalho totalmente individualizado. Neste sentido, o trabalho humano continuará sendo parte fundamental nas tomadas de decisão e consequentes ações dentro do processo produtivo. Desta forma o trabalho dos autores teve como objetivo criar um framework que pudesse melhorar os processos relacionando sistemas *Ciber-Físicos* e *Toyota Kata*. Para isso, as rotinas *Kata* de Melhoria e *Kata Coaching* foram utilizadas proporcionando atividades desde o treinamento dos funcionários até o desenvolvimento de um sistema *Ciber-Físico*. A proposta foi testada e os resultados se mostraram positivos (ODEBRECHT DE SOUZA, FERENHOF E FORCELLINI; 2022).

O Quadro 3 teve como objetivo elencar as possíveis relações existentes entre a implementação da Indústria 4.0 e o *kata* de melhoria.

Autor/Data	Indústria 4.0 X <i>kata</i>
Villalba, Ordieres-Mere e Nuber (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manter o empoderamento da força de trabalho em <i>learning factories</i> e <i>smart factories</i> através do link entre metodologia <i>lean kata</i> e práticas de negócios</li> <li>- Necessidade em lidar com melhorias complexas da rede de fluxo de valor</li> </ul>
Tamás e Illés (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formar a capacidade de resolução de problemas dos colaboradores para a criação de melhorias dentro da área examinada (<i>Kata</i>).</li> </ul>
Tamás, Illés e Dobos (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Kata</i> de melhoria é uma rotina para a realização dos processos eficientes bem como melhorias.</li> </ul>
Meudt, Metternich e Abele (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecimento do processo para eventual medida de ação imediata com procedimentos adequados;</li> <li>- Priorizar as informações necessárias, visando qualidade e não quantidade.</li> </ul>
Villalba-Diez. <i>et al.</i> (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação ativa e coordenada de pesquisadores, líderes organizacionais e profissionais em diferentes níveis;</li> <li>- Identificação dos elementos mais importantes da topologia de rede organizacional.</li> </ul>
Veres (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso do <i>kata</i> de melhoria para criar hábito na implementação de um modelo de implementação <i>lean</i> nas empresas.</li> </ul>
Åhlström <i>et al.</i> (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Questiona se a implementação das metodologias <i>lean</i> auxiliam na implementação da Indústria 4.0 e vice-versa.</li> </ul>
Kristensen, Saaybe e Eesmondson (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usou da metodologia <i>lean</i> (especialmente <i>kata</i> de melhoria e <i>kata coaching</i>) para aumentar a qualidade e eficiência da organização ao mesmo tempo que a torna uma organização que aprende.</li> </ul>
Hedman <i>et al.</i> (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliou a maturidade digital em uma empresa metalúrgica.</li> <li>- Usou a metodologia <i>kata coaching</i> e <i>coaching</i> de melhoria para engajar lideranças e operadores.</li> </ul>
Odebrecht de Souza, Ferenhof e Forcellini (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integração entre sistemas <i>cyber-físicos</i> e as metodologias <i>kata</i> de melhoria e <i>kata coaching</i></li> </ul>

**Quadro 3 – Relações entre Indústria 4.0 e *kata*.**

Fonte: Os autores.

Diante do exposto, observou-se que todos os documentos encontrados foram publicados recentemente (2015 até 2022), o que indica a necessidade de novas pesquisas. Ainda, percebeu-se também a importância da integração das mais diversas áreas na implementação de ambos os programas (Indústria 4.0 e *lean kata*) mediante as constantes transformações que abrangem a rede organizacional. A qualidade dos dados armazenados através das ferramentas tecnológicas, são extremamente relevantes, uma vez que auxiliam na agilidade da tomada de decisão, na resolução de problemas e na elaboração de melhorias dentro dos processos, e isto ocorre com maior assertividade a partir das pessoas e do processo colaborativo.

## Conclusão

A partir do número de documentos encontrados através do cruzamento dos termos de busca, Indústria 4.0, *Lean*, e *Kata* (56), e a análise qualitativa realizada através da leitura dos mesmos, podemos observar que, apenas seis documentos (aproximadamente 10% do total) realmente abordavam a relação entres estes três temas, o que indica a existência de um campo de pesquisa ainda não muito explorado abrindo oportunidades para novos estudos.

O uso das tecnologias, apesar de causar readequação em diversas organizações, têm o objetivo de maximizar os resultados. Neste contexto, a metodologia *lean* também agrega, uma vez que, visa a maximização de resultados pela diminuição de perdas durante os processos produtivos. Os monitoramentos de dados, realizados pelos colaboradores, com uso de tecnologia, auxiliam na elaboração de indicadores que facilitam o acompanhamento da evolução dos processos, devido a sua precisão. Já a metodologia *lean kata* atua como um catalisador, agregando as pessoas à organização através dos processos de melhoria contínua, instigando-as a evoluir constantemente dentro das organizações. Por fim, conclui-se também que a integração entre as diversas áreas da organização é extremamente importante na implementação de ambos os programas.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Brazil (grant 303934/2019-0), e a Fapergs, pelo apoio financeiro, à UNISC e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Processos Industriais.

## Referências

- ÅHLSTRÖM, Pär et al. Is lean a theory? Viewpoints and outlook. **International Journal of Operations & Production Management**, 2021.
- ARLBJORN, J. S.; FREYTAG, P. V. Evidence of lean: a review of international peer-reviewed journal articles. **European Business Review**. Vol. 25, n. 2, p. 174-205, 2013.
- COLTRE, Juliana; MARTINS, Luis Marcelo. A industrial 4.0 na gestão estratégica: desafios e oportunidades para as empresas brasileiras. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, n.esp., p. 110-128, 2019. ISSN 0104-8112.

- CUER, Laiane; BERNARDO, Cristiane; SCALCO, Andrea. Abordagem Lean na cadeia agroalimentar: uma revisão bibliográfica sistemática. **Gestão e Projetos: GeP**, v. 10, n. 2, p. 93-106, 2019.
- DALENOGARE, L. S.; BENITEZ, G. B.; AYALA, N. F.; FRANK, A. G. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, vol.204, p. 383-394, 2018.
- DE ARAUJO BASTOS, Roberta Silva et al. Aplicação do Lean Construction no apoio à tomada de decisão de etapa crítica do planejamento: estudo de caso em reforma residencial. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 13, n. 3, p. 1439-1460, 2022.
- DE ARAUJO, C. A. C.; RENTES, A. F. A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. **Revista Gestão Industrial**. Vol. 2, n. 2, 2006.
- DE SOUZA, Marcela Tavares; DA SILVA, Michelly Dias; DE CARVALHO, Rachel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1 Pt 1, p. 102-6, 2010.
- DOS SANTOS, Daniel Rodrigues; SANTOS, Carlos César Ribeiro; ELLEFSEN, Ana Paula Maia Tanajura. Lean warehouse-a aplicação de técnicas lean nos processos de movimentação e armazenagem. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 13, n. 3, p. 1909-1923, 2022.
- ELSEVIER 2019. Scopus. Disponível em: [pttp://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/science\\_direct\\_periodicos.php](http://www.americalatina.elsevier.com/sul/pt-br/science_direct_periodicos.php). Acesso em: 16 abr. 2019.
- FREDDI, D. Digitalisation and employment in manufacturing. **AI & Society**. Vol. 33, n. 3, p. 393-403, 2018.
- GHOSH, M. Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, vol. 24, n. 1, p. 113-122, 2012.
- HEDMAN, Mattias et al. Operator Contributions to Innovation: Supporting Innovative Production Development in a Digital Learning Environment. In: **SPS2022**. IOS Press, 2022. p. 580-591.
- IMAI, M. Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. IMAM, 2000.
- KAGERMANN, Henning; LUKAS, Wolf-Dieter; WAHLSTER, Wolfgang. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. **VDI Nachrichten**, v. 13, n. 1, p. 2-3, 2011.
- KANG, H. S.; LEE, J. Y.; CHOIL, S.; KIM, H.; PARK, J. H.; SON, J. Y.; KIM, B. H.; NOH, S. Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, Vol. 3, No. 1, pp. 111-128, 2016.
- KRAVCIK, M.; WANG, X.; ULLRICH, C.; IGEL, C. Towards Competence Development for Industry 4.0. In: International Conference on Artificial Intelligence in Education. Springer, Cham, 2018. p. 442-446.

- KRISTENSEN, Thomas Borup; SAABYE, Henrik; EDMONDSON, Amy. Becoming a learning organization while enhancing performance: the case of LEGO. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 42, n. 13, p. 438-481, 2022.
- KIPPER, Liane Mählmann et al. Scientific mapping to identify competencies required by industry 4.0. **Technology in Society**, v. 64, p. 101454, 2021.
- MEUDT, Tobias; METTERNICH, Joachim; ABELE, Eberhard. Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production. **CIRP Annals**, v. 66, n. 1, p. 413-416, 2017.
- ODEBRECHT DE SOUZA, Raphael; FERENHOF, Helio Aisenberg; FORCELLINI, Fernando Antônio. Systematic for Process Improvement Using Cyber-Physical Systems and Toyota Kata. In: *Product Lifecycle Management. Green and Blue Technologies to Support Smart and Sustainable Organizations: 18th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2021, Curitiba, Brazil, July 11–14, 2021, Revised Selected Papers, Part I*. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 447-460.
- PANWAR, Avinash et al. On the adoption of lean manufacturing principles in process industries. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 7, p. 564-587, 2015.
- RODRIGUES, William Costa et al. *Metodologia científica*. Paracambi: Faetec/IST, v. 40, 2007.
- ROMERO, D.; STAHR, J.; WUEST, T.; NORAN, O.; BERNUS, P.; FAST-BERGLUND, A.; GORECKY, D. Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies. In: *International Conference on Computers & Industrial Engineering (CIE46)*. 2016. p. 1-11.
- ROTHER, Mike. *Toyota Kata: gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais*. Bookman Editora, 2009.
- SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. *Aplicando a quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2018.
- SENGE, Peter M. et al. *A quinta disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem*. São Paulo: Best Seller, 1990.
- SHINGO, S. *Kaizen e a arte do pensamento criativo: o mecanismo do pensamento científico*. Bookman: Porto Alegre, 2010.
- SILVA, Matheus Freire et al. Lean Construction: Como os princípios do Sistema Toyota de Produção podem contribuir para construções mais enxutas, produtivas e sustentáveis: Um estudo de caso na construtora Andrade Gutierrez. **Percursos Acadêmicos**, v.8, n. 15, p.93-115, 2018.
- SILVEIRA, Cristiano; LOPES, Guilherme. *O que é indústria 4.0*. Citisystems, nov/2016.
- TAMÁS, P.; ILLÉS, B.; DOBOS, P. Waste reduction possibilities for manufacturing systems in the industry 4.0. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2016. p. 012074.

- TAMÁS, P; ILLÉS, B. Process Improvement Trends for Manufacturing Systems In Industry 4.0. Scientific Papers *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, Vol. 14, Issue 4 / 2016.
- VERES, Cristina. Conceptual model for introducing lean management instruments. **Procedia Manufacturing**, v. 46, p. 233-237, 2020.
- VILLALBA DIEZ, Javier; ORDIERES-MERE, Joaquin; NUBER, Gottfried. The Hoshin Kanri Tree - Cross-plant lean shopfloor management. 2015.
- VILLALBA-DIEZ, Javier et al. Lean dendrochronology: complexity reduction by representation of kpi dynamics looking at strategic organizational design Lean dendrochronology: complexity reduction by representation of kpi dynamics looking at strategic organizational design. *Management and Production Engineering Review*, v. 9, 2018.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *A máquina que mudou o mundo*. Elsevier: 2004.
- ZAWADZKI, P.; ŻYWICKI, K. Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept. *Management and Production Engineering Review*, v. 7, n. 3, p. 105-112, 2016.

Submetido em: 24.02.2023

Aceito em: 22.03.2023