



EVENTO
ON-LINE



ConBRepro

XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

I CIGELUBRA

Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro

04 a 06 de dezembro de 2024

Energias Limpas nas Engenharias

Produção Enxuta e Indústria 4.0: Riscos e Desafios na Construção Civil

Luiz Felipe Simioni Ditzel

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Robson Seleme

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Isabella de Souza Cordeiro

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Silvana Pereira Detro

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Resumo: Este artigo aborda a intersecção entre a produção enxuta e a Indústria 4.0 no contexto da construção civil, destacando a importância de entender os riscos associados à implementação dessas metodologias inovadoras. Embora ambas as abordagens visem aumentar a eficiência e a competitividade, a falta de compreensão dos riscos pode comprometer seus resultados. O objetivo deste estudo foi identificar e categorizar os riscos relacionados à implantação da produção enxuta e da Indústria 4.0, oferecendo um panorama que auxilie as empresas a navegarem por essas transformações. A pesquisa utilizou uma revisão sistemática da literatura e uma pesquisa do campo, resultando na elaboração de quadros com os riscos identificados, que totalizaram 14 para a produção enxuta e 28 para a Indústria 4.0. Os resultados indicaram que, apesar do crescente interesse nas práticas enxutas e nas tecnologias emergentes, as iniciativas são frequentemente motivadas por pressões externas, como concorrência, e não por um comprometimento interno genuíno. Além disso, os riscos estão interconectados, sendo que os fatores humanos e econômicos emergem como os principais desafios para a implementação bem-sucedida. Este estudo contribui para a compreensão dos desafios enfrentados pelas empresas no setor da construção civil e sugere a necessidade de um investimento mais significativo no desenvolvimento do capital humano para garantir a eficácia das práticas propostas.

Palavras-chave: Produção enxuta, Indústria 4.0, construção civil, riscos, metodologias.

Lean Production and Industry 4.0: Risks and Challenges in Civil Construction

Abstract: This article addresses the intersection between lean production and Industry 4.0 in the context of civil construction, highlighting the importance of understanding the risks associated with the implementation of these innovative methodologies. Although both approaches aim to increase efficiency and competitiveness, a lack of understanding of the risks can compromise their outcomes. The objective of this study was to identify and categorize the risks related to the implementation of lean production and Industry 4.0, providing an overview that helps companies navigate these transformations. The research employed a systematic literature review, resulting in the development of tables with the identified risks, totaling 14 for lean production and 28 for Industry 4.0. The results indicated that, despite the growing interest in lean practices and emerging technologies, initiatives

are often driven by external pressures, such as competition, rather than genuine internal commitment. Furthermore, the risks are interconnected, with human and economic factors emerging as the main challenges for successful implementation. This study contributes to the understanding of the challenges faced by companies in the civil construction sector and suggests the need for more significant investment in the development of human capital to ensure the effectiveness of the proposed practices.

Keywords: Lean production, Industry 4.0, civil construction, risks, methodologies.

1. Introdução

A Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, está transformando radicalmente os processos produtivos por meio da integração de sistemas físicos, digitais e biológicos, promovendo a personalização em massa segundo Schwab (2016), e aprimorando a precisão e a eficiência das decisões, tanto de humanos quanto de máquinas, conforme ressalta Hofmann e Rüsç (2017). Essa revolução tecnológica visa a criação de um ecossistema produtivo totalmente conectado, no qual ambientes virtuais e físicos se integram para personalizar produtos conforme as demandas específicas dos consumidores (ACATECH, 2013).

Entretanto, o setor da construção civil no Brasil ainda se caracteriza por métodos semiartesanal, segundo Marx (1994), o que dificulta a adoção de tecnologias inovadoras e resulta em altos níveis de rotatividade de mão de obra. Esse setor, que responde por cerca de 7,3% do PIB nacional, é uma das principais fontes de emprego direto e indireto no país como indica o CBIC (2019). Porém, conforme Cardoso (2019) sua baixa produtividade tem sido atribuída a falhas no planejamento e no controle de atividades. Nesse cenário, a filosofia de produção enxuta, ou *lean production*, que já transformou cadeias produtivas em diversos setores, surge como uma estratégia promissora também para a construção civil, ao reduzir desperdícios e promover maior eficiência (SOUZA et al., 2007).

Mesmo com o potencial da produção enxuta, a implementação de suas práticas no setor de construção, especialmente em projetos de pequeno porte, enfrenta desafios consideráveis. A ausência de planejamento diário adequado e a necessidade de operários desempenharem múltiplas funções afetam diretamente a produtividade e a execução dos projetos. As limitações vão além da organização interna, estendendo-se ao próprio processo de adoção das práticas enxutas, que frequentemente falha em alcançar os resultados esperados, seja pela complexidade de aplicação ou pela falta de ferramentas que auxiliem na gestão dos riscos (MARODIN et al., 2014).

Com o avanço das tecnologias da Indústria 4.0, surge uma oportunidade para superar essas barreiras, integrando ferramentas como big data, realidade aumentada, internet das coisas (IoT) e manufatura aditiva, o que pode representar um salto qualitativo na aplicação dos princípios *lean*. No entanto, essa integração apresenta desafios próprios, especialmente no que diz respeito à identificação e ao gerenciamento dos riscos envolvidos. Em projetos de construção de habitações populares, onde a qualidade e o tempo de execução são determinantes, a implementação dessas tecnologias requer uma análise cuidadosa dos fatores de risco que podem comprometer o sucesso do processo.

A fim de compreender melhor esses desafios, este estudo investiga os riscos associados à implementação das tecnologias da Indústria 4.0 em ambientes de produção enxuta no setor de construção de habitações populares. Por meio de uma análise das principais ferramentas tecnológicas e práticas *lean* aplicadas a esse contexto, o estudo pretende mapear os riscos potenciais e propor soluções que possibilitem uma adoção mais eficiente e segura dessas inovações no setor. A pesquisa será realizada em empresas de construção civil que atuam na construção de edifícios residenciais em Curitiba, tanto em projetos governamentais, como os promovidos pela COHAB, quanto em obras do mercado privado.

Nesse contexto, a análise dos riscos abrange tecnologias como simulação, big data, realidade aumentada, IoT e computação em nuvem, avaliando como essas ferramentas podem ser integradas a um ambiente de produção enxuta para melhorar a qualidade e otimizar o tempo de execução dos serviços.

Este artigo está dividido em seis seções principais. A primeira seção apresenta a introdução, contextualizando o tema geral e descrevendo o problema a ser discutido, além de apontar os objetivos da pesquisa, que visam identificar e categorizar os riscos associados à implementação das metodologias de produção enxuta e Indústria 4.0 na construção civil. A segunda seção traz uma revisão da literatura, abordando conceitos fundamentais sobre produção enxuta e Indústria 4.0, assim como os desafios e riscos inerentes à adoção dessas práticas no setor da construção civil. A terceira seção detalha a metodologia empregada, explicando o processo de revisão sistemática da literatura e a análise dos dados coletados, que incluiu a aplicação de questionários em empresas do setor. A quarta seção apresenta a análise dos resultados, destacando os riscos identificados tanto para a produção enxuta quanto para a Indústria 4.0, com uma discussão sobre a interconexão desses fatores. A quinta seção é dedicada à discussão das implicações dos resultados, refletindo sobre a importância do desenvolvimento do capital humano e da adaptação das empresas às novas tecnologias. Por fim, a sexta seção contém as conclusões, sintetizando os achados da pesquisa e sugerindo direções para futuras investigações no campo da construção civil.

2. Revisão da literatura

A produção enxuta, conhecida por sua busca constante por eficiência e eliminação de desperdícios, tem se consolidado como uma abordagem estratégica nas organizações contemporâneas. De acordo com Womack e Jones (1996), essa filosofia busca criar valor para o cliente por meio da redução de tudo que não agrega valor ao produto. A implementação de práticas de produção enxuta se reflete em processos mais eficientes e na satisfação do cliente, uma vez que as empresas se adaptam a demandas variáveis com agilidade (SAURIN et al., 2010).

A indústria 4.0 compreende a quarta revolução industrial e teve início na primeira década do século XXI. Segundo Lee et al. (2015), o conceito da Indústria 4.0 foi proposto recentemente e engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação aplicadas aos processos de manufatura. Dessa forma, pode-se entender que a Indústria 4.0 compreende uma evolução dos sistemas produtivos industriais onde todos os equipamentos e máquinas estão conectadas em redes e proporcionando informações de forma única.

Entretanto, a implementação da produção enxuta e da Indústria 4.0 não está isenta de desafios. Ela gera riscos e impactos nas organizações, que são decorrentes de inserção de novas tecnologias no gerenciamento e na produção, mudança de capital humano e benefícios como menor desperdício, eficiência de máquinas e recursos. Segundo Silva (2018), existem seis macro áreas que resumem os impactos identificados na indústria 4.0, sendo elas impacto tecnológico, impacto na relação com clientes, impactos ambientais, impactos econômicos, impacto no capital humano e impacto na gestão.

Da mesma forma, a implementação da produção enxuta também enfrenta fatores de risco significativos. Segundo Marodin et al. (2014), os riscos associados à adoção de práticas enxutas podem incluir a falta de conhecimento técnico, resistência à mudança e a aplicação de práticas isoladas sem uma análise sistêmica. O estudo de Aloini et al. (2012) destaca que ações de planejamento adequadas podem mitigar esses riscos, permitindo uma gestão mais eficiente e a maximização dos resultados esperados.

A construção civil, um dos setores mais impactados pela produção enxuta e pela Indústria 4.0, enfrenta desafios específicos em sua implementação. De acordo com a Fundação Dom Cabral (2013), a construção civil é responsável por uma parte significativa dos resíduos sólidos e da geração de gases de efeito estufa, enfatizando a necessidade de metodologias que promovam o uso consciente dos recursos. O planejamento cuidadoso das atividades construtivas é crucial para garantir a execução eficiente de projetos e a minimização de impactos ambientais (ROCHA; CASTRO, 2013).

Nesse contexto, a mensuração das percepções e opiniões dos colaboradores se torna fundamental para a avaliação de processos e a implementação de novas metodologias. A escala Likert, conforme desenvolvida por Rensis Likert (1932), é uma ferramenta amplamente utilizada em pesquisas para capturar essas percepções. A utilização adequada dessa escala, conforme indicado por Costa (2011), assegura a validação dos dados, permitindo uma análise mais precisa das respostas e contribuindo para decisões informadas.

Portanto, a intersecção entre a produção enxuta, a Indústria 4.0, e as práticas de gestão de risco, junto com a mensuração adequada das opiniões dos colaboradores, apresenta um quadro dinâmico e complexo que demanda atenção especial dos gestores. A adoção de estratégias integradas pode não apenas otimizar os processos, mas também promover um ambiente mais adaptável e resiliente frente às incertezas do mercado contemporâneo.

3. Metodologia

A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão bibliográfica e uma revisão sistemática da literatura, com enfoque em publicações relacionadas à Indústria 4.0 e à produção enxuta no setor da construção civil. De natureza aplicada e com abordagem qualitativa, o estudo tem caráter exploratório e descritivo. Os procedimentos adotados incluíram a análise de bibliografia relevante e a coleta de dados a partir de material acadêmico, utilizando um raciocínio indutivo para a interpretação dos resultados.

O processo metodológico foi dividido em sete etapas principais:

- Definição dos objetivos do estudo;
- Apresentação das características dos estudos relacionados à Indústria 4.0, produção enxuta e construção civil;
- Análise dos fatores de risco associados à aplicação de métodos e ferramentas da Indústria 4.0 e da produção enxuta;
- Identificação dos riscos inerentes à Indústria 4.0 e à implementação da produção enxuta, conforme descrito na literatura;
- Definição dos fatores de risco com base na literatura revisada;
- Desenvolvimento e aplicação de um questionário para validar esses riscos no contexto da construção de edifícios;
- Validação dos resultados e desenvolvimento de uma sequência dos riscos de maior impacto.

O ponto de partida da metodologia foi a busca aprofundada por conceitos e definições relevantes, levando em consideração as limitações e restrições impostas pelo contexto acadêmico. Para garantir a solidez da base teórica, foram selecionadas publicações com maior número de citações no período de 2014 a 2020, em português e inglês, que abordavam o tema de estudo. Os resumos dos trabalhos foram avaliados para verificar sua relevância, aplicando-se critérios de exclusão que descartaram estudos duplicados, fora do escopo ou que não continham os termos de busca especificados.

Com as informações extraídas da revisão sistemática, foram identificados riscos, barreiras e dificuldades na implementação das ferramentas da Indústria 4.0 e da produção enxuta em diferentes empresas. Esses fatores de risco foram organizados em um questionário de múltipla escolha, utilizando a escala de Likert, visando a validação dos riscos identificados. A partir dessa estrutura, foi desenvolvido um formulário eletrônico por meio da plataforma Google Forms.

O questionário foi dividido em três partes: a primeira seção focou em coletar dados demográficos dos participantes, como cargo, idade e empresa, com o objetivo de caracterizar o perfil dos respondentes. Na segunda seção, buscou-se validar a utilização dos conceitos da produção enxuta nas empresas, verificando o grau de utilização e o investimento em técnicas e processos lean. A terceira seção foi subdividida em duas partes: a primeira avaliou o conhecimento dos conceitos da Indústria 4.0 e a aplicação de suas tecnologias nas empresas, enquanto a segunda analisou os riscos e impactos específicos da implementação dessas tecnologias.

As empresas selecionadas para participar da pesquisa operam no setor da construção civil, com foco na construção de edifícios, e são usuárias dos conceitos da produção enxuta. Os convites foram direcionados a profissionais de cargos de gestão, engenharia, arquitetura, e direção, explicando-se a importância da participação e os critérios de seleção. Após a coleta das respostas, foi realizada uma análise estatística dos dados, validando as informações e identificando os principais fatores de risco da Indústria 4.0 em ambientes de produção enxuta na construção civil.

4. Análise dos resultados

4.1 Dados extraídos da revisão da literatura

Após a análise e leitura dos artigos selecionados, foram identificados 14 riscos e barreiras relacionados à implantação da produção enxuta, representados na Figura 1.

Figura 1 – Riscos para implementação da produção enxuta

n	Riscos	n	Riscos
1	Desmotivação dos envolvidos após as primeiras mudanças	8	O nível operacional não apoiar a implantação
2	Falta de conhecimento das áreas de apoio para orientar o andamento da IPE	9	Insegurança dos operadores na realização de novas atribuições
3	Falta de recursos humanos e/ou financeiros destinados ao processo	10	A demissão de operadores em função do excesso de mão de obra gerado pelas melhorias
4	Falta de clareza na comunicação para os funcionários sobre o início e o progresso da	11	Os operadores não se sentirem responsáveis pelo uso das práticas lean e pela solução de
5	Dificuldades de comprovar o retorno financeiro das ações realizadas	12	Os gerentes e diretores não terem o conhecimento suficiente sobre o lean
6	Falta de apoio da média gerência	13	Não sustentar as melhorias a médio e longo prazo
7	Falta de apoio da alta direção	14	Dificuldades na gestão do processo de implantação

Fonte: Os autores (2024)

Da mesma maneira que o item anterior, a partir da revisão sistemática da literatura, se obteve os seguintes resultados, que estão apresentados na Figura 2. Foram identificados 28 riscos e características associados à implementação da Indústria 4.0. Com base nas informações coletadas, foi possível realizar uma validação com empresas que atuam na construção de edifícios e que aplicam conceitos da produção enxuta.

Figura 2 – Riscos para implementação da indústria 4.0

Grupo	Subcategoria	Riscos	Grupo	Subcategoria	Riscos
Econômicos	Financeiro	Alto custo de implantação	Sociais	Capital Humano	Problemas psicossociais
		Retorno financeiro incerto			Resistência a mudança
	Planejamento	Imprecisão na implantação			Integridade física funcionários
		Auto-sabotagem (cadeia de valor)			Falta de mão de obra qualificada
		Planejamento de cadeia suprimentos		Aumento da desigualdade e tensão social	
	Mercado	Concorrência		Perda de posições no trabalho	
		Intervenções negativas dos clientes		Inteligências artificiais antiéticas	
Dificuldades de aceitação do cliente		Invasão de privacidade			
Ambientais	Recursos Naturais	Alto consumo de recursos naturais	Tecnológicos	Técnico	Interferência de sinais
		Alto consumo de energia			Incapacidade técnica da rede
	Controle de Poluente	Aumento de lixo eletrônico e resíduos			Falta de interoperabilidade
		Aumento no consumo de combustíveis			Caos tecnológico
Tecnológicos	Segurança de Dados	Ataque cibernético	Gestão de Dados	Análise ineficaz de dados	
		Divulgação de dados privados		Dados de má qualidade	

Fonte: Os autores (2024)

Os resultados da análise da Indústria 4.0 revelaram um número substancial de riscos econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos, com destaque para o grupo econômico, que superou as expectativas em termos de impacto. A análise demonstrou que o fator econômico é a principal barreira à adoção das tecnologias da Indústria 4.0. Isso ocorre porque a aplicação dessas tecnologias exige um investimento inicial significativo, impactando diretamente a viabilidade de sua implementação no setor da construção civil. No entanto, os riscos sociais também se destacaram, especialmente em relação à resistência à mudança e à falta de qualificação da mão de obra. Assim, os desafios humanos e sociais revelam-se críticos no processo de transição para tecnologias mais avançadas.

Essa primeira fase permitiu agrupar e caracterizar os riscos da implementação do *lean construction*. Os riscos identificados em diferentes indústrias foram filtrados e agrupados, consolidando-se em nomenclaturas comuns para facilitar a comparação e aplicação no setor da construção civil.

4.2 Dados coletados da pesquisa de campo

Na segunda fase estes riscos foram apresentados por meio de questionário a profissionais de empresas. Essa validação se mostrou essencial para entender como os riscos identificados afetam o ambiente específico da construção de edifícios

Após a validação por meio dos questionários aplicados aos 32 profissionais de 23 empresas do setor de construção civil, os dados mostraram que 96,9% das empresas buscam, em níveis médios a altos, a aplicação de técnicas enxutas. Entre essas, 75% apresentaram um esforço significativo (alto e muito alto) para incorporar essas práticas. Além disso, 93,8% das empresas confirmaram que o aprimoramento contínuo dos processos é uma prioridade, o que sugere uma aceitação e interesse em metodologias de melhoria como o *lean*

construction. No entanto, a pesquisa também indicou que o investimento em treinamentos e capacitação para técnicas enxutas ainda é considerado insuficiente.

Quando se tratou da análise do uso das tecnologias da Indústria 4.0, as respostas revelaram uma diversidade nos níveis de adoção. A análise de dados e a simulação computacional foram identificadas como as tecnologias mais utilizadas.

Já tecnologias emergentes como a Internet das Coisas e a realidade aumentada apresentaram baixa adoção, reflexo dos altos custos e da falta de retorno econômico percebido. O uso da manufatura aditiva, embora promissor para o setor, ainda é limitado, mas foi reconhecida como uma tecnologia com grande potencial futuro para otimizar processos de produção.

4.3 Compilação dos dados

Definidos os impactos das tecnologias no setor da construção civil, por meio do questionário, passou-se para a análise do grau de relevância de cada risco apontado, observando que todos os apresentados eram provenientes de um contexto de aplicação geral nas indústrias e agora, foram especificados dentro das empresas do ramo de construção de edifícios.

Como critério para que um item seja considerado um risco de sua aplicação na construção foi definido que pelo menos 20% das respostas devem estar nos níveis médio, alto e muito alto. Ou seja, se os níveis baixos e muito baixos, somados forem acima de 80% o risco não serão considerados. A partir desta lógica a Figura 3 apresenta os riscos e seus respectivos índices obtidos pela somatória dos níveis médio, alto e muito alto somados para a aplicação na construção civil.

Em termos de riscos, os principais identificados a partir da pesquisa com as empresas refletem a predominância de fatores econômicos e sociais. Dentre os nove principais riscos com índices iguais ou superiores a 50%, seis pertencem ao grupo econômico, incluindo barreiras como o alto custo de implementação e falhas no planejamento financeiro.

A subcategoria "capital humano", dentro do grupo social, também se destacou, refletindo desafios relacionados à qualificação da mão de obra e resistência à mudança. O risco tecnológico, particularmente no que tange à "segurança de dados", ocupou uma posição de destaque, evidenciando a crescente preocupação com a privacidade das informações em ambientes digitais.

Por fim, o estudo demonstrou que a implementação da Indústria 4.0 em ambientes de *lean construction* ainda enfrenta desafios significativos, tanto em termos de custos quanto de adaptação social e cultural.

A identificação dos riscos permite que as empresas adotem medidas proativas para mitigar os impactos negativos e criar um ambiente mais favorável à aplicação dessas tecnologias avançadas. A validação desses riscos através da pesquisa com profissionais do setor fornece uma base sólida para futuras discussões e para o desenvolvimento de estratégias eficazes na transição para um modelo mais digital e enxuto na construção civil.

Figura 3- os principais fatores dos riscos graduados da implantação da indústria 4.0 no lean construction

Fatores dos riscos graduados da implantação da indústria 4.0 no Lean Construction



Fonte: os autores

6. Conclusões

A pesquisa abordou a análise dos riscos e barreiras na implantação da produção enxuta e da Indústria 4.0 no setor da construção civil, com ênfase na identificação de fatores críticos que impactam a adoção dessas metodologias. O objetivo geral foi compreender como esses riscos se interconectam e influenciam a implementação eficaz das práticas propostas, especialmente em ambientes onde a inovação é fundamental para a competitividade.

A metodologia utilizada envolveu uma revisão sistemática da literatura, que resultou na criação de dois quadros: um com os riscos da produção enxuta e outro com os riscos da Indústria 4.0. A análise identificou 14 riscos relacionados à produção enxuta e 28 riscos da

Indústria 4.0, agrupados em diferentes categorias, evidenciando a complexidade e a interdependência desses fatores.

Os resultados mostraram que, embora as empresas busquem implementar práticas enxutas e se familiarizar com as tecnologias da Indústria 4.0, as iniciativas muitas vezes são impulsionadas por demandas externas, como concorrência e consultorias. O investimento em capacitação interna foi considerado intermediário, sugerindo uma relutância em desenvolver o capital humano necessário para suportar as mudanças. Além disso, a análise revelou que a alta direção desempenha um papel crucial na promoção da melhoria contínua e na adaptação aos novos conceitos.

As contribuições deste trabalho são significativas, pois oferecem uma visão clara sobre os riscos que as empresas enfrentam na adoção da produção enxuta e da Indústria 4.0, além de destacar a necessidade de um compromisso genuíno com a melhoria contínua e a capacitação dos colaboradores. A interdependência dos riscos identificados ressalta a importância de uma abordagem integrada para garantir a eficácia das implementações.

Entretanto, a pesquisa apresenta algumas limitações, como a restrição ao setor da construção civil em Curitiba, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros contextos ou indústrias. A diversidade das empresas analisadas também pode influenciar a interpretação dos dados, já que diferentes culturas organizacionais e níveis de maturidade podem impactar as respostas.

Para trabalhos futuros, sugere-se expandir a pesquisa para incluir diferentes setores industriais, o que permitiria uma análise comparativa mais robusta dos riscos da produção enxuta e da Indústria 4.0. Além disso, a inclusão de estudos de caso específicos poderia enriquecer a compreensão das melhores práticas e das lições aprendidas durante a implementação dessas metodologias.

Referências

ACATECH, **National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.** 2013. Disponível em: <http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

CARDOSO, V. C.; **Planejamento de obras: aprenda a segmentar as compras de materiais.** Disponível em: <<http://www.conazsolucoes.com.br/2017/06/01/planejamento-de-obrasaprenda-a-segmentar-as-compras-de-materiais>> . Florianópolis, 2017. Acesso em 15 de outubro de 2019.

CBCI. **Câmara Brasileira da Construção Civil. Catálogo da Construção Civil. Brasília: CBIC, 2019.**

Hofmann, E.; Rüsçh, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers In Industry**, 89, 23-34. 2007.

MARODIN, G. A.; SAURIN, T. A.; FETTERMANN, D. C. Uma sistemática para a avaliação de riscos na implantação da produção enxuta. **Revista Produção Online**, v14, n1, p. 364-401, 2014. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v14.i1.1667>.

MARX, K. **O capital: crítica da economia política.** São Paulo: Difel, 1994. v. 1. caps.

I, X, XI, XII, XIII.

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; MARODIN, G. A. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.

SCHWAB, K. A. **Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2016.

SOUZA E SILVA, M. F.; FELIZARDO, F. C. Aplicação de técnicas de gestão em obras de pequeno porte e curta duração. **V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção**, Anais, Campinas-SP, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5a. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.