



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

Impacto da Indústria 4.0 na Maturidade da Engenharia Simultânea no Desenvolvimento de Produtos Automotivos: Revisão de Literatura

Thiago Santos de Ramos

Departamento de Engenharia da Produção – Universidade Estadual Paulista - UNESP

Jorge Muniz Junior

Departamento de Engenharia da Produção – Universidade Estadual Paulista - UNESP

Ana Lucia Figueiredo Facin

Departamento de Engenharia da Produção – Universidade Estadual Paulista - UNESP

Resumo: Este trabalho explora a influência da Indústria 4.0 na maturidade da Engenharia Simultânea aplicada ao desenvolvimento de produtos automotivos. No cenário atual, há uma crescente demanda por projetos mais rápidos, eficientes e de alta qualidade, exigindo abordagens integradas e colaborativas desde as fases iniciais do desenvolvimento, com objetivo de mitigar erros e aumento da eficácia. A pesquisa investiga como a sinergia entre a Engenharia Simultânea e a Indústria 4.0 pode otimizar processos, aprimorar a qualidade dos projetos e reduzir custos. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, foram avaliados modelos de maturidade aplicados à engenharia simultânea, além de modelos de maturidade no contexto da Indústria 4.0. Também foram considerados modelos de maturidade em gestão de projetos, que embora aplicados em um contexto mais amplo, contribuem para a otimização da eficiência organizacional. A combinação desses modelos é apresentada como uma estratégia eficaz para aprimorar a maturidade organizacional e o desenvolvimento de produtos. A metodologia adotada detalha as etapas seguidas na revisão sistemática da literatura e apresenta quadros comparativos que destacam e avaliam os modelos de maturidade, fornecendo uma visão clara dos elementos analisados e sua aplicação. Embora a pesquisa empírica ainda esteja em andamento, os resultados teóricos já indicam oportunidades significativas de adaptação e aprimoramento desses modelos para atender às novas demandas da Engenharia Simultânea em sinergia com a Indústria 4.0.

Palavras-chave: Maturidade, engenharia simultânea, Indústria 4.0, gerenciamento de projetos.

Impact of Industry 4.0 on the Maturity of Concurrent Engineering in Automotive Product Development: A Literature Review

Abstract: This study explores the influence of Industry 4.0 on the maturity of Concurrent Engineering applied to automotive product development. In today's context, there is an increasing demand for faster, more efficient, and higher-quality projects, requiring integrated and collaborative approaches from the early stages of development to mitigate errors and enhance effectiveness. The research investigates how the synergy between Concurrent Engineering and Industry 4.0 can optimize processes, improve project quality, and reduce costs. Through a systematic literature review, maturity models applied to Concurrent Engineering were evaluated, along with maturity models within the context of Industry 4.0. Additionally, project management maturity models were considered, which, although broader in scope, contribute to the optimization of organizational efficiency. The combination of these models is presented as an effective strategy to enhance

organizational maturity and product development. The adopted methodology details the steps followed in the systematic literature review and provides comparative frameworks that highlight and assess the maturity models, offering a clear understanding of the analyzed elements and their application. Although the empirical research is still in progress, theoretical results already indicate significant opportunities for adapting and improving these models to meet the new demands of Concurrent Engineering in synergy with Industry 4.0.

Keywords: Maturity, Concurrent Engineering, Industry 4.0, Project development.

1. Introdução

Há diversos fatores que influenciam como os projetos automotivos são desenvolvidos, para atender as constantes melhorias tecnológicas, os requisitos de segurança, e a alta competitividade. Para estas empresas sempre são exigidos melhores projetos, no menor tempo possível, com a maior qualidade possível, tornando-se crucial uma maior robustez desde as fases iniciais, porém ainda persistem desafios organizacionais que podem ter impacto direto no desenvolvimento, como descrito por Jeske e Olson (2024) nos exemplos abaixo:

- Setores de desenvolvimento tem trabalhado independentes entre si, formando os silos organizacionais.
- Informações importantes não tem sido compartilhada de forma estruturada.
- Tem sido utilizado ferramentas de desenvolvimento atuais, porém não de forma estabelecida como conceito.
- Informalidade para obtenção de informação de outro departamento que seja relevante ao projeto.

A tecnologia, com o advento da indústria 4.0, tem sido implementada em diversas fases de desenvolvimento, sendo uma importante aliada na organização dos dados, na otimização e controle de processos, e principalmente na integração entre tecnologia e tomada de decisões (NOLASCO, 2020).

Neste cenário, a engenharia simultânea, ou engenharia concorrente (Concurrent Engineering), é uma abordagem importante para maximizar os benefícios da Indústria 4.0 e vice-versa, principalmente por ser focada na integração e colaboração entre diferentes disciplinas e fases do produto, desde o design até a manufatura, e portanto tem impacto direto no processo de desenvolvimento, ou seja, entender a maturidade do processo de engenharia simultânea e de que forma ferramentas da indústria 4.0 tem impacto no desenvolvimento, é crucial para otimizar os processos e métodos, reduzir custos, aumentar eficiência e melhorar a qualidade dos produtos (KALTENBACH, 2018).

O objetivo deste artigo consiste em realizar uma revisão sistemática da literatura para coletar artigos relativos ao tema da pesquisa, selecionar os artigos que tem relação direta com o tema proposto e avaliar a aplicabilidade dos modelos de maturidade da engenharia simultânea e maturidade da Indústria 4.0, destacando a sinergia entre os dois temas. Essa fundamentação teórica é essencial, pois permite um entendimento aprofundado e contextualizado do panorama atual e das principais abordagens relacionadas ao objeto de estudo.

2. Revisão da Literatura

2.1. Engenharia Simultânea

De acordo com Ainscough *et al.* (2003) a implementação eficaz de um novo projeto pode aumentar a competitividade de uma organização, pois ao reduzir prazos e mitigar erros de desenvolvimento procura-se “fazer certo da primeira vez”, com maiores chances do projeto ser bem-sucedido.

Desenvolver um novo produto é por essência um processo multidisciplinar (ZANCUL *et al.*, 2006), envolvendo competências, responsabilidades, e áreas diferentes, desde sua concepção até a fabricação, e considera-se que o desafio para as empresas, é atender os prazos cada vez mais apertados, atingir os objetivos de custos que tendem a ser cada vez mais reduzidos, e mesmo assim garantir a qualidade esperada para o produto.

Segundo Rihar *et al.* (2021) um dos elementos mais importantes dos objetivos de projeto é reduzir o número de erros e discrepâncias que ocorrem durante o processo de desenvolvimento. Sendo que quando ocorre algum erro suas consequências só são notadas no final desse processo, ou seja, na produção, ou ainda mais devastadoramente, nos clientes ou usuários. Isso está diretamente ligado à qualidade do projeto desenvolvido e pode determinar a vantagem ou desvantagem competitiva sobre outros fabricantes de produtos semelhantes.

Van Landeghem (2000) e Benabdellah (2020) destacam uma estreita relação entre o método de desenvolvimento simultâneo e a indústria automotiva, pois as montadoras buscam constantemente a implantação de novas tecnologias, sendo desafiadas a reduzir custos de produção, simplificar processos e aumentar a qualidade dos veículos, trazendo novas funcionalidades e conforto para o seu cliente. Nesse contexto, a engenharia simultânea tem se mostrado uma abordagem essencial para aumentar a eficiência das empresas e a competitividade no mercado (VAN LANDEGHEM, 2000), ressalta-se a importância de avaliações rápidas da prontidão para a Engenharia Simultânea como um fator-chave para o sucesso na implementação dessas práticas nas empresas de manufatura.

2.2. Indústria 4.0

Segundo Borges (2021) o aumento na complexidade dos processos corresponde a um indicador de progresso para a humanidade, refletindo os avanços tecnológicos e organizacionais, portanto as tecnologias tem influenciado diretamente como as empresas estão desenvolvendo os processos produtivos.

A Primeira Revolução Industrial introduziu a mecanização e a energia a vapor, a Segunda Revolução Industrial trouxe a eletrificação e a produção em massa, enquanto a Terceira Revolução Industrial, incorporou a automação, redefinindo a eficiência e a produtividade das indústrias (BORGES, 2021). A Quarta Revolução Industrial, chamada também de Indústria 4.0 abrange fortemente os conceitos de internet das coisas, inteligência artificial, sistemas integrados e comunicação.

A Indústria 4.0 abrange fundamentalmente uma sinergia entre máquina com a coleta de informações e tomada de decisão em tempo real. Apresenta uma tendência à automação e troca de dados durante o processo de fabricação, o que oportuniza a criação de fábricas e modelos produtivos mais inteligentes e eficientes, capazes de alavancar crescimento e desenvolvimento econômico integrando variadas tecnologias (DOS SANTOS, 2021).

No contexto da Indústria 4.0 identifica-se que as empresas enfrentam grandes desafios para adotar as tecnologias associadas, principalmente devido à inadequação de suas tecnologias atuais de tecnologia da informação, falta de recursos para investimento e carência de conhecimento sobre o tema (EROL *et al.*, 2016).

Neste sentido, a Indústria 4.0 representa uma transformação significativa na forma como as indústrias operam, integrando tecnologias avançadas para melhorar a eficiência, a produtividade e a inovação (ZELLER *et al.*, 2018).

2.3 Relação entre engenharia simultânea e a Indústria 4.0

Para Omelyanenko *et al.* (2021) a engenharia simultânea e a Indústria 4.0 estão estreitamente relacionadas por meio da integração e colaboração constantes. Enquanto a

engenharia simultânea facilita o desenvolvimento paralelo e a interação entre diferentes disciplinas desde o início do projeto, promovendo a troca de informações e soluções antecipadas de problemas, a Indústria 4.0 utiliza tecnologias avançadas, para conectar sistemas e processos em tempo real, possibilitando a automação e a digitalização da produção (LICHTBLAU et al., 2015).

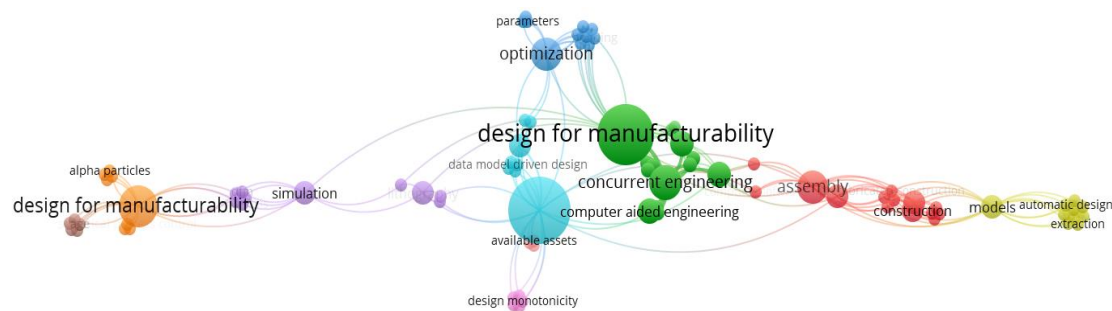
Ao explorar a relação entre engenharia simultânea e Indústria 4.0, observa-se uma convergência significativa entre esses dois temas. Ambos compartilham princípios e práticas que se complementam, promovendo a eficiência, a flexibilidade e a integração de processos.

3. Método

A pesquisa foi estruturada em duas frentes principais: a maturidade da engenharia simultânea com gerenciamento de projetos e a maturidade para Indústria 4.0. Cada uma dessas áreas foi analisada de forma independente, buscando identificar os principais conceitos, práticas e desafios específicos de cada campo. Essa abordagem permitiu uma compreensão mais profunda das características únicas de cada tema, antes de abordar sua interseção.

A Figura 1 demonstra alguns sinônimos do conceito engenharia simultânea utilizados na pesquisa sobre os modelos de maturidade de engenharia simultânea e a Figura 2 apresenta todos os critérios utilizados para selecionar os artigos na base de dados da Web of Science e a quantidade de artigos com aderência ao tema de pesquisa, selecionados após a leitura do título, resumo e palavras-chave dos artigos.

Figura 1. Engenharia simultânea e seus sinônimos

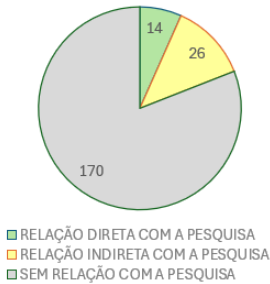


Fonte: Elaborada pelos autores com o software VOSviewer (2024)

Figura 2. Estratégia na seleção dos artigos sobre modelos de maturidade da engenharia simultânea

16/08/2024		
Item	Description	Total
Data Base	webofscience.com	
Period	2010-2024	
Search Criteria	Articles and Reviews	
	Article or early access in English	
	Publication stage Final	
	Sort by Cited by (Hightest)	
Search String	"concurrent engineering" or "simultaneous engineering" or "integrated product development" or "product life cycle management" or "design for manufactur"	1791
	AND	
	"matur" or "assess" or "indicator" or "evaluat" or "scorecard" or "measur" or "benchmark"	
Subject Area (1st. Exclusion criteria)	"Engineering manufacturing" or "Engineering Industrial" or "Operations research management science" or "management" or "business or green sustainable Science technology"	210

ADESÃO DOS ARTIGOS COM A PESQUISA



Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Figura 3. Indústria 4.0 e seus sinônimos

Fonte: Elaborada pelos autores com o software VOSviewer (2024)

Item	Description	Total
Data Base	scopus.com	
Period	2010-2024	
	Articles and Reviews	
Search Criteria	Article or early access in English	
	Publication stage Final	
	Sort by Cited by (Highest)	
	"maturity*" OR "assessment*" OR "evaluat*" OR "scorecard*" OR "measur*" OR "benchmark*" AND "industr* 4.0" OR "manufactur* of the future" OR "future manufactur*" OR "advanced manufactur* technolog*" OR "smart* factor*" OR "digitalizat*" OR "smart* manufactur*"	1440
Search String		
	"Engineering" or "decision science" or "Business, management and accounting"	268
Subject Area (1st. Exclusion criteria)		

220
22
26

RELAÇÃO DIRETA COM A PESQUISA
RELAÇÃO INDIRETA COM A PESQUISA
SEM RELAÇÃO COM A PESQUISA

O estudo revela que esses campos possuem interseções fundamentais, destacadas na Figura 5, que evidenciam como a combinação dessas abordagens pode potencializar o desenvolvimento de produtos, como pode ser observado na rede de palavras-chave:

Figura 5. Indústria 4.0 e seus sinônimos e Engenharia Simultânea e seus sinônimos

Fonte: Elaborada pelos autores com o software VOSviewer (2024)

Esse processo de integração dos dois tópicos não apenas confirmou a aderência entre os temas, mas também destacou oportunidades significativas para a inovação no desenvolvimento de produtos, ao combinar práticas de engenharia simultânea com tecnologias avançadas da Indústria 4.0. Esse alinhamento embasou essa pesquisa e reforçou sua pertinência no cenário atual, onde a evolução tecnológica está cada vez mais conectada com a eficiência e a flexibilidade dos processos de engenharia.

4. Resultados

Com base na pesquisa bibliográfica, Tabela 1 destaca como é empregado cada modelo de trabalho, e a ferramenta que pode ser utilizada para unificar os modelos e impulsionar os ganhos em conjunto da engenharia simultânea e Indústria 4.0.

Tabela 1 - Comparativo entre ferramentas da engenharia simultânea e da Indústria 4.0 e ferramentas colaborativas entre elas

Critério	Engenharia Simultânea	Indústria 4.0	Ferramenta Comum	Referência
Sinergia entre processos	Desenvolvimento paralelo entre processos	Sistema conectados	PLM (Product Lifecycle Management)	Rihar <i>et al.</i> (2021)
Compartilhamento da informação	Equipes multidisciplinares trabalhando juntas	Interconexão de sistemas e dados em tempo real	Plataformas colaborativas	Erol <i>et al.</i> (2016)
Redução de tempo de desenvolvimento	Processos simultâneos aceleram o desenvolvimento	Automação e monitoramento em tempo real	Desenvolvimento ágil e integração contínua	Hutabarat <i>et al.</i> (2021)
Flexibilidade e a Adaptação	Capacidade de ajustar processos rapidamente	Sistemas adaptativos e inteligentes	IA (Inteligência Artificial)	Erol <i>et al.</i> (2016)
Integração de Tecnologias	Integração de Processos e	Convergência de tecnologias	Ferramentas de integração	Adrita <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Após a integração das duas frentes de estudo, tornou-se essencial validar as conexões e sinergias identificadas por meio de uma abordagem estruturada e metodológica. Esse processo tem como objetivo mapear e situar a relação entre Engenharia Simultânea e Indústria 4.0 e seus modelos de maturidade, portanto a seguir, estão destacados alguns dos principais modelos de maturidade utilizados como base para este estudo, incluindo seus focos, requisitos, forças, fraquezas e a relevância de cada um para a pesquisa deste trabalho. Os campos destacados em cinza, são baseados na literatura, e os destacados em azul, são a avaliação deste autor sobre os estudos avaliados, este conceito é aplicado para as tabelas de avaliação subsequentes.

Os modelos apresentados na Tabela 2 destacam algumas abordagens para avaliar a maturidade da engenharia simultânea. Cada modelo traz um enfoque distinto, com variações no número de níveis de maturidade, requisitos e foco de aplicação. Embora todos tenham como objetivo melhorar a eficiência e a colaboração dentro dos processos de desenvolvimento de produtos, eles diferem em termos de profundidade e aplicabilidade. Enquanto o modelo SEGAPAN oferece uma visão mais ampla e focada na engenharia simultânea, o RACE se destaca por permitir a identificação de áreas que necessitam de melhorias com base na prontidão da equipe. Já o modelo SIMPLOFI é mais ágil, mas com menor profundidade de análise. Porém todos eles necessitam ser adaptados para aplicabilidade ao tema desta pesquisa.

Na Tabela 3, são apresentados modelos de maturidade de gerenciamento de projetos, essenciais para avaliar a capacidade das organizações de aplicar boas práticas de gestão de projetos. Estes modelos, embora aplicáveis em um escopo mais amplo, compartilham semelhanças com os modelos de engenharia simultânea, pois visam otimizar a eficiência organizacional, esses modelos fornecem uma base sólida para análise e diagnóstico, tanto em engenharia simultânea quanto em gerenciamento de projetos, e sua combinação pode ser uma estratégia eficaz para aprimorar a maturidade organizacional e de desenvolvimento de produtos.

Na Tabela 4, estão destacados os modelos de maturidade de Indústria 4.0, e adicionalmente consta a avaliação crítica para cada modelo.

Os modelos avaliados convergem na busca por integração e eficiência, promovendo colaboração, redução de erros e otimização de processos. A sinergia entre os modelos avaliados cria oportunidades para inovação, melhores projetos e atendimento das demandas do mercado, pois ao combinar planejamento colaborativo com tecnologias da Indústria 4.0, é possível desenvolver projetos mais ágeis e assertivos.

4. Conclusão

Este estudo revela que embora existam modelos já desenvolvidos para avaliação de maturidade de engenharia simultânea e Indústria 4.0, ainda não há modelos que façam a interação entre os conceitos, e conforme pesquisa bibliográfica e necessidade do mercado, há necessidade de modelos que integrem os conceitos, potencializando um ao outro no desenvolvimento de projetos, com objetivo de melhorar eficiência e qualidade, reduzir custos e acelerar o desenvolvimento de produtos

A Engenharia Simultânea promove colaboração desde as fases iniciais, enquanto a Indústria 4.0 agrega valor com tecnologias aplicadas ao desenvolvimento de projetos, aumentando a competitividade das empresas. A pesquisa sugere a necessidade de novos modelos que integrem esses conceitos e orientem empresas na aplicação prática dessa sinergia.

Tabela 2: Modelos de avaliação de maturidade de Engenharia Simultânea

Nome do Modelo	Autor	Níveis de Maturidade	Foco	Requisito	Forças	Fraquezas	Vínculo com a pesquisa
SEGAPAN (Simultaneous Engineering Gap Analysis)	Van Landeghem (2000)	5 níveis do 1 ao 5	Eng. Simultânea	Aplicação ampla	Focado em Eng. Simultânea	Sem checklist	Necessita adaptações
RACE (Readiness Assessment for Concurrent Engineering)	De Graaf e Kornelius (1996)	5 níveis do 1 ao 5	Eng. Simultânea	Equipe multi-disciplinar	Permite identificar setores para melhoria	Avaliação Tecnológica pouco detalhada	Necessita adaptações
SIMPLOFI Positioning tool	Khalfan e Anumba (2000)	3 níveis do 1 ao 3	Geral	Equipe multi-disciplinar	Rápida aplicação	Profundidade limitada da avaliação	Necessita adaptações

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Tabela 3: Modelos de avaliação de maturidade de gerenciamento de projetos

Nome do Modelo	Autor	Níveis de Maturidade	Foco	Requisito	Forças	Fraquezas	Vínculo com a pesquisa
PMMM (Project Management Maturity Model)	Hutabarat et al. (2021)	5 níveis do 1 ao 5	Geral	Conhecimento em Gestão de Projetos	Identificação de pontos fortes e fracos. e ampla aplicação	Tempo excessivo para responder as questões (60 a 90 min)	Necessita adaptações
KPMMM (Kerzner Project Management Maturity Model)	Domingues e Ribeiro (2023)	5 níveis do 1 ao 5	Geral	Conhecimento em Gestão de Projetos	Facilidade de implementação	Muito útil para estratégias básicas, mas não tão eficaz para um gerenciamento mais complexo	Necessita adaptações
OPM3 (Organizational Project Management Maturity Model)	Project Management Institute (2013)	5 níveis do 1 ao 5	Geral	Conhecimento em Gestão de Projetos	Modelo robusto	Aplicação extensa	Necessita adaptações
NPM3 (National Project Management Maturity Model)	Domingues e Ribeiro (2023)	5 níveis do 1 ao 5	Geral	Conhecimento em Gestão de Projetos	Ampla aplicação e abrangência de aspectos culturais	Aplicação extensa	Necessita adaptações

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Tabela 4: Modelos de avaliação de maturidade da Indústria 4.0

Nome do Modelo	Autor	Níveis de Maturidade	Foco	Requisito	Forças	Fraquezas	Vínculo com a pesquisa
Industry 4.0 Maturity Model	Schumacher <i>et al.</i> (2016)	5 níveis do 1 ao 5	Geral	Conhecimento básico sobre Ind. 4.0	Aplicação em diversos setores e utilização de entrevistas que facilitam entender o contexto	Depende do grau de compreensão dos entrevistados e não abrange aspectos culturais e humanos	Necessita adaptações
IMPULS – Industrie 4.0 readiness	Lichtblau <i>et al.</i> (2015)	6 níveis do 0 ao 5	Industrial	Conhecimento básico sobre Ind. 4.0	Abordagem orientada a processos (divisão por áreas) e foco nas estratégias digitais	Não abrange aspectos culturais e humanos, e falta de abrangência para novas tecnologias	Necessita adaptações
Maturity and readiness model for Industry 4.0 strategy	Ustundag <i>et al.</i> (2018)	6 níveis do 0 ao 5	Geral	Conhecimento básico sobre Ind. 4.0	Aplicação em diversos nichos de empresas e incorporação de novas tecnologias	Não abrange aspectos culturais e humanos, e complexidade na aplicação da avaliação	Necessita adaptações
ACATECH	Schuh <i>et al.</i> (2017)	6 níveis do 0 ao 5	Industrial	Conhecimento básico sobre Ind. 4.0	Abordagem estruturada e bem definida	Aplicação em sua maior parte em processos automatizados de robôs e equipamentos	Necessita adaptações

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

5. Referências

ADRITA, M. M.; BREM, A.; O'NEILL, P.; GORMAN, E.; O'SULLIVAN, D.; BRUTON, K. Development of a decision support system to enable adaptive manufacturing. **Smart and Sustainable Manufacturing Systems**, v. 4, n. 2, p. 146-162, 2020.

AINSCOUGH, M.; NEAILEY, K.; TENNANT, C. A self-assessment tool for implementing concurrent engineering through change management. **International Journal of Project Management**, v. 21, n. 6, p. 425–431, 2003.

BENABDELLAH, Abia Chaouni et al. Design for relevance concurrent engineering approach: integration of IATF 16949 requirements and design for X techniques. **Research in Engineering Design**, v. 31, p. 323-351, 2020.

BORGES, Igor Bernardino et al. Indústria 4.0: impactos das novas tecnologias no gerenciamento de projetos. **Exacta**, v. 20, n. 4, p. 832-860, 2022.

DE GRAAF, Robert; KORNELIUS, Luuk. Inter-organizational concurrent engineering: A case study in PCB manufacturing. *Computers in industry*, v. 30, n. 1, p. 37-47, 1996.

DOMINGUES, Léa; RIBEIRO, Pedro. Project management maturity models: proposal of a framework for models comparison. *Procedia Computer Science*, v. 219, p. 2011-2018, 2023.

DOS SANTOS, Leonardo Moraes Aguiar Lima et al. Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 32, n. 2, p. 245-265, 2021.

EROL, Selim; SCHUMACHER, Andreas; SIHN, Wilfried. Strategic guidance towards Industry 4.0—a three-stage process model. In: International conference on competitive manufacturing. **Proceedings**. 2016. p. 495-501.

HUTABARAT, N.; RAHARJO, T.; HARDIAN, B.; SUHANTO, A.; WAHBI, A. PMMM Kerzner Questionnaire Validation for Project Management Maturity Level Assessment: One of the Largest Indonesia's State-Owned Banks. Em: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS, ICACSIS 2021, 2021, [s. l.], . **Anais [...]**. [S. l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021.

JESKE, D.; OLSON, D. Silo mentality in teams: emergence, repercussions and recommended options for change. **Journal of Work-Applied Management**, ahead-of-print, 2024.

KALTENBACH, Fabian et al. Smart services maturity level in Germany. In: **2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)**. IEEE, 2018. p. 1-7.

KHALFAN, Malik MA; ANUMBA, Chimay J. Implementation of Concurrent Engineering in Construction-Readiness Assessment'. In: **Proceedings** of Construction Information Technology (CIT2000) Conference, Reykjavik, Iceland. 2000. p. 544-555.

LICHTBLAU, Karl et al. **Industrie 4.0-Readiness** [dt.]. 2015.

NOLASCO, P. A. C. An information system for assessing and guiding Industry 4.0 Strategies. Dissertação de Mestrado, 2020.

OMELYANENKO, Vitaliy et al. C-Engineering Based Industry 4.0 Innovation Networks Sustainable Development. **International Journal of Computer Science and Network Security**, v. 21, n. 9, p. 267-274, 2021.

RIHAR, Lidija; ŽUŽEK, Tena; KUŠAR, Janez. How to successfully introduce concurrent engineering into new product development?. **Concurrent Engineering and Applications**, v. 29, n. 2, p. 87-101, 2021.

SCHUH, Günther et al. (Ed.). **Industrie 4.0 maturity index: die digitale transformation von unternehmen gestalten**. Herbert Utz Verlag, 2017.

SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia Cirp**, v. 52, p. 161-166, 2016.

USTUNDAG, Alp et al. Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. **Industry 4.0: Managing the digital transformation**, p. 61-94, 2018.

VAN LANDEGHEM, Rik. Experiences with a concurrent engineering self-assessment tool. **International Journal of Production Economics**, v. 64, n. 1-3, p. 295-309, 2000.

ZANCUL, Eduardo de Senzi; MARX, Roberto; METZKER, André. Organização do trabalho no processo de desenvolvimento de produtos: a aplicação da engenharia simultânea em duas montadoras de veículos. **Gestão & Produção**, v. 13, p. 15-29, 2006.

ZELLER, Violet; HOCKEN, Christian; STICH, Volker. Acatech Industrie 4.0 maturity index– a multidimensional maturity model. In: Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Seoul, Korea, August 26-30, 2018, **Proceedings**, Part II. Springer International Publishing, 2018. p. 105-113.