

Imagem by Mike Kononov on Unsplash

Planejamento Estratégico Digital com LIN4EIA: Superando Barreiras de Interoperabilidade e Otimizando Projetos de Transformação Digital

Luiz Felipe Pierin Ramos, Eduardo de Freitas Rocha Loures e Fernando Deschamps

Imagem by Alexa on Pixabay

A integração entre as práticas do Lean Manufacturing e as tecnologias da Indústria 4.0 (I4.0) representa um desafio e uma oportunidade significativa para as organizações. Embora ambas as abordagens compartilhem objetivos como maior produtividade e flexibilidade, sua aplicação conjunta ainda enfrenta barreiras técnicas, semânticas e organizacionais, especialmente em empresas de pequeno e médio porte. A interoperabilidade (capacidade de sistemas se comunicarem entre si) empresarial desempenha um papel fundamental nesse processo, promovendo uma troca eficiente de informações e a integração de sistemas.

Diversos estudos já ex-

ploraram as sinergias entre o Lean e a I4.0, destacando a importância da interoperabilidade como facilitadora desse alinhamento estratégico. No entanto, a falta de frameworks robustos e adaptáveis às necessidades organizacionais limita o sucesso da adoção tecnológica. Este trabalho propõe o desenvolvimento do framework LIN4EIA, que integra ferramentas Lean, tecnologias I3.0 e I4.0, e princípios de interoperabilidade empresarial. A proposta busca atender às demandas de planejamento estratégico de projetos digitais para avaliação de barreiras e priorização de iniciativas, considerando metodologias multicritério como DEMATEL e PROMETHEE II e V

com portfólio c-ótimo.

A aplicação do framework LIN4EIA ocorre em 7 etapas distintas. Na primeira, são estabelecidos os objetivos estratégicos da organização. Em seguida, as barreiras técnicas, semânticas e organizacionais que podem impactar a execução dos projetos são levantadas e analisadas. Na terceira etapa os projetos digitais são propostos e avaliados quanto à sua aderência aos objetivos organizacionais, tendo como base os direcionais estratégicos e as barreiras identificadas. A quarta etapa estabelece as conexões entre as barreiras de interoperabilidade e as soluções propostas, visando garantir que os projetos selecionados estejam

adequados para superar as barreiras. A etapa seguinte incorpora restrições orçamentárias e financeiras no planejamento estratégico. Na sexta etapa um roadmap estratégico é construído, apresentando os projetos digitais prioritizados, os responsáveis por cada estágio e os prazos para sua execução. Por fim, O roadmap é validado por espe-

que facilita a sua adoção por gestores e equipes técnicas. Assim, o LIN4EIA demonstrou-se útil para alinhar projetos de digitalização aos objetivos estratégicos organizacionais, atendendo às demandas específicas de planejamento e execução.

Além dessa avaliação conduzida, houve também a aplicação prática do framework

projetos prioritizados apresentando uma diminuição das despesas operacionais em até 15% devido à implementação de soluções digitais eficientes. Verificou-se também um aumento de competitividade por parte das empresas, decorrente de avanços tecnológicos e integração de processos. Por fim, o roadmap Lean & I4.0 possibilitou um plane-

Essa aplicação promoveu impactos tangíveis nas empresas participantes, como redução de custos, com os projetos prioritizados apresentando uma diminuição das despesas operacionais

cialistas em Lean e I4.0, bem como por gestores envolvidos no planejamento estratégico da organização. Feedbacks são incorporados para refinar o framework, garantindo sua aplicabilidade prática e relevância para diferentes cenários organizacionais.

AVALIAÇÃO DO FRAMEWORK LIN4EIA

Uma avaliação do framework foi conduzida com três especialistas em Lean e I4.0 e quatro gestores de manufatura, representando diferentes setores industriais. Os feedbacks foram coletados e analisados com base na metodologia Process Approach, considerando os critérios de viabilidade, usabilidade e utilidade. Tal análise considerou o framework tecnicamente aplicável em diversos contextos organizacionais, independentemente do porte da empresa, apresentando etapas claras como um diferencial

em um estudo de caso em empresas do setor manufatureiro, revelando resultados promissores. Em princípio, foram identificadas as principais barreiras de interoperabilidade, classificadas em termos de influência causal. Logo em seguida, o método PROMETHEE II foi utilizado para ordenar 9 projetos digitais, considerando critérios como custo, impacto estratégico e viabilidade técnica. Isso permitiu alinhar o portfólio de projetos ao orçamento disponível, resultando em uma seleção otimizada que maximizou o retorno sobre investimento e minimizou riscos financeiros. Como resultado, o roadmap final contemplou um plano de cinco anos com a implementação progressiva de tecnologias e ferramentas Lean, com metas claras e indicadores de desempenho.

Essa aplicação promoveu impactos tangíveis nas empresas participantes, como redução de custos, com os

jamento claro e pragmático, alinhando estrategicamente as iniciativas de digitalização aos objetivos organizacionais.

RESULTADOS OBTIDOS

A implementação do framework LIN4EIA revelou resultados consistentes e relevantes, destacando sua capacidade de alinhar estratégias organizacionais a projetos de digitalização em diferentes setores industriais. Os métodos multicritério utilizados foram fundamentais para estruturar a solução, promovendo uma abordagem prática e objetiva para superar barreiras de interoperabilidade e priorizar projetos digitais.

Dessa forma, ficou evidente que o framework LIN4EIA representa uma solução instrumental eficiente para enfrentar os desafios da transformação digital, uma vez que sua aplicação viabiliza alinhamento estratégico e operacional por meio das

metodologias multicritério, oferecendo uma visão clara das relações causais entre barreiras, além de priorizar iniciativas digitais com base em critérios estratégicos e restrições orçamentárias. Isso proporciona às empresas

alcance e facilitar sua adoção. Uma solução computacional escalável permitirá automatizar análises complexas, possibilitando a execução rápida de métodos multicritério e a geração automática de roadmaps personalizados.

barreiras de interoperabilidade, mas também prioriza projetos com base em critérios objetivos e alinhados às metas organizacionais.

A implementação do LIN4EIA em uma plataforma digital é um próximo passo

O framework posiciona-se como uma solução diferenciada para apoiar empresas na jornada da transformação digital

maior controle sobre seus investimentos e iniciativas de digitalização.

Soma-se a isso a possibilidade de promover planejamento baseado em evidências, levando as empresas a visualizarem etapas necessárias para alcançar a transformação digital de forma estruturada e prática, o que reduz incertezas, otimiza recursos e promove uma execução eficiente. É preciso sublinhar também a flexibilidade e escalabilidade naturais do framework que, por ser capaz de se adaptar a diferentes contextos organizacionais, desde pequenas e médias empresas até grandes corporações, consegue atender a necessidades específicas e diversos setores.

PRÓXIMOS PASSOS: IMPLEMENTAÇÃO DIGITAL E DISSEMINAÇÃO

Embora o framework LIN4EIA tenha demonstrado eficácia em estudos de caso, sua implementação em uma plataforma digital ainda é um passo necessário para ampliar seu

Será possível também ampliar o acesso e a usabilidade, com empresas de diferentes portes podendo adotar o framework com maior facilidade, reduzindo barreiras de entrada e promovendo a disseminação da solução. Uma última viabilidade é a de monitorar e ajustar o framework em tempo real: a digitalização permitirá o monitoramento contínuo dos projetos e o ajuste dinâmico do roadmap à medida que as condições organizacionais mudem.

O framework LIN4EIA representa uma inovação significativa para o planejamento estratégico e a execução de projetos digitais. Ele fornece às organizações uma ferramenta instrumental que não apenas identifica e supera

essencial para ampliar sua aplicação e consolidar seu impacto no mercado. Combinando métodos multicritério como DEMATEL, PROMETHEE II e PROMETHEE V, com um planejamento prático e adaptável, o framework posiciona-se como uma solução diferenciada para apoiar empresas na jornada da transformação digital.

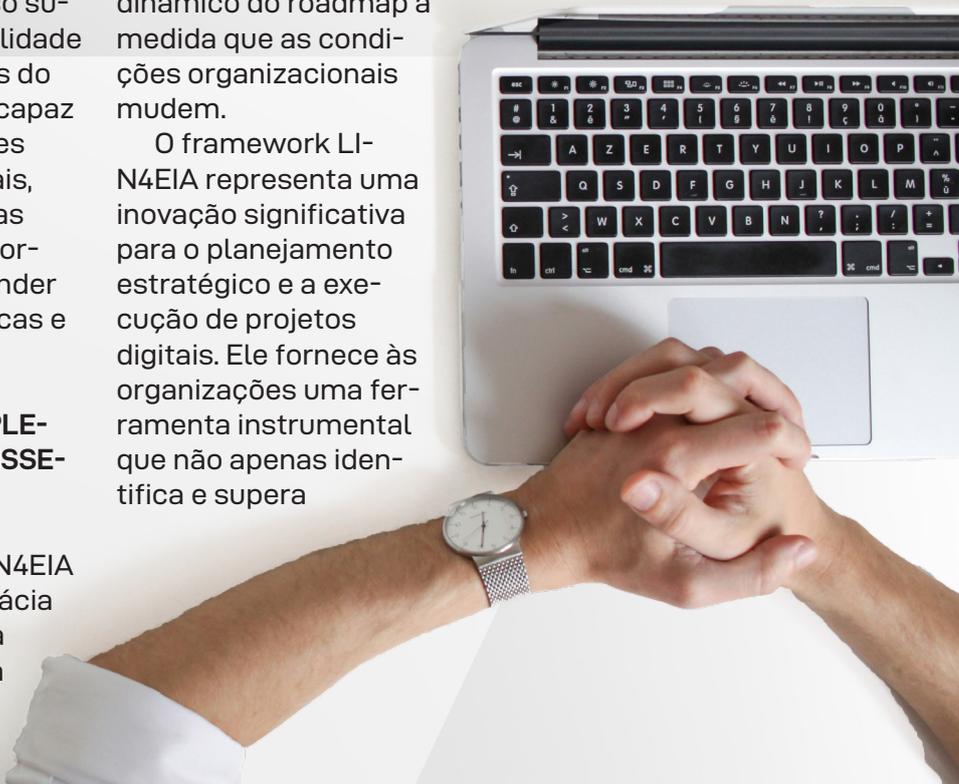


Imagem by NordWood Themes on Unsplash

PESQUISADORES



Luiz Felipe Pierin Ramos

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC-PR (2024), com pesquisa sobre Lean Manufacturing, Interoperabilidade e Indústria 4.0. Com mais de 15 anos de experiência, desenvolveu frameworks multicritério para transformação digital. Atuou em empresas como Renault, CNH e TESS Projetos, liderando iniciativas de manutenção preditiva. Desde 2018, é CEO da Go44, oferecendo consultoria em maturidade industrial. Atualmente, é Redator de Projetos de P&D na Pix Force, focado em visão computacional e IA, além de autor de publicações científicas sobre transformação digital.



Eduardo de Freitas Rocha Loures

Professor Titular na PUCPR e UTFPR, Curitiba, PR. Doutor em Sistemas Industriais (LAAS-CNRS, França), mestre em Computação Aplicada (PUCPR) e bacharel em Engenharia Elétrica (UTFPR). Seus interesses de pesquisa incluem sistemas de suporte à decisão, gerenciamento de desempenho, interoperabilidade empresarial, transformação digital e sistemas físicos cibernéticos. Com ampla experiência acadêmica e profissional, contribui para o desenvolvimento de soluções inovadoras e para o avanço do conhecimento em áreas-chave da engenharia e da tecnologia.



Fernando Deschamps

Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas (PUCPR), com expertise em automação industrial, gestão de projetos e engenharia de organizações. É professor nos programas de pós-graduação em Engenharia de Produção (PUCPR) e Engenharia de Manufatura (UFPR). Presidente da Seção Brasil da American Society for Engineering Management (ASEM), lidera iniciativas em automação e sistemas de informação industriais. Atua no desenvolvimento de soluções em desempenho organizacional e Indústria 4.0, com ênfase em Digital Twin e avaliação de desempenho.

Referências

RAMOS, Luiz Felipe Pierin et al.. FRAMEWORK LIN4EIA – GERENCIAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DO LEAN & I4.0 SOB A ÓTICA DA INTEROPERABILIDADE.. In: Anais do International Conference on Production Research Americas. Anais...Curitiba(PR) Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, 2023. Available in: https://www.even3.com.br/anais/foreigners_subscription_icpr_americas22/664600-FRAMEWORK-LIN4EIA—GERENCIAMENTO-DA-IMPLANTACAO-DO-LEAN—I40-SOB-A-OTICA-DA-INTEROPERABILIDADE.

DOS SANTOS, Vanessa Aline et al. Strategic Roadmap for prioritization of technological projects aiming the Lean & I4. 0 implementation. Journal of Industrial Integration and Management, 2024

RAMOS, Luiz Felipe Pierin; LOURES, Eduardo de Freitas Rocha; DESCHAMPS, Fernando. An analysis of maturity models and current state assessment of organizations for industry 4.0 implementation. Procedia manufacturing, v. 51, p. 1098-1105, 2020.

