

MAPEAMENTO PARA UM MODELO DE APOIO ORGANIZACIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIA DA INDÚSTRIA 4.0 (I 4.0)

Ricardo Cortes Arantes Junior¹, Rayza Luana Cruz Anchayhua¹, Elaine Ribeiro Alves¹, Amanda Marta Jardim Souza¹, Leonardo Contri Campanelli¹

1 Centro Universitário UFBR, Rua Dolzani Ricardo, 355, Centro – 12210-110 - São José dos Campos-SP, Brasil, ricardojunior.rj399@gmail.com, rayzaanchayhua@gmail.com, elaineribeiro.ers@gmail.com, amanda.souza@aprimorar.com.br, leonardo.campanelli@aprimorar.com.br

Resumo

O artigo visa desenvolver um modelo estruturado para auxiliar empresas do ramo industrial no Brasil a implementar tecnologias da Indústria 4.0. O estudo se baseia na utilização da escala Likert para avaliar o nível de concordância com as perguntas para os profissionais experientes na área. O modelo proposto foi composto por quatro camadas: análise do modelo de negócio, seleção de tecnologias, preparação da empresa para a transição e apoio organizacional para a implementação. A pesquisa revelou forte concordância com a importância de analisar oportunidades, ameaças e riscos, definir estratégias competitivas e implementar tecnologias da Indústria 4.0. No entanto, a pesquisa também apontou percepções divergentes em relação à viabilidade de um novo modelo de negócio, à necessidade de avaliar investimentos e à gestão de impactos no emprego. Os resultados sugerem que a implementação bem-sucedida da Indústria 4.0 exige, além de investimentos em tecnologia, uma mudança cultural e estratégica para alcançar os objetivos de longo prazo.

Palavras-chave: indústria 4.0, manufatura, tecnologia, modelo de apoio.

Área do Conhecimento: Engenharia de Produção – Indústria 4.0.

Introdução

O termo “Indústria 4.0” refere-se a um conjunto de inovações tecnológicas que está transformando radicalmente os processos de produção e a interação entre agentes econômicos. A Indústria 4.0 engloba a integração de softwares avançados, serviços de alto valor agregado e equipamentos sofisticados, visando otimizar o uso de recursos e tornar a produção de bens mais personalizada e eficiente (LIMA, GOMES, 2020).

Esse conceito está revolucionando a forma como as empresas fabricam, melhoram e distribuem seus produtos. Fundamentada em tecnologias avançadas, a Indústria 4.0 busca combinar a personalização dos produtos com os benefícios da produção em massa. As novas tecnologias não apenas facilitam a tomada de decisões e a comunicação em tempo real, mas também impulsionam o desenvolvimento econômico e social, adaptando-se constantemente às inovações e superando métodos anteriores (JUNIOR, ROSA, SARTORI, 2022).

O que caracteriza essa nova era é o avanço da ciência na descoberta e uso de matérias-primas, permitindo uma evolução acelerada dos processos produtivos. A criação de fábricas inteligentes, potencializada por essas tecnologias, possibilita a ampliação da escala de produção e a melhoria contínua dos processos produtivos, promovendo uma eficiência sem precedentes (LIMA, GOMES, 2020).

Os principais desafios para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil estão relacionados à criação de uma estratégia destinada a aumentar os níveis de qualificação, especialmente no que diz respeito à mão de obra qualificada para a manufatura automatizada e mecanizada (MOURA, CASTRO, 2020). A qualificação da mão de obra não pode ser ignorada porque a programação e o monitoramento de máquinas substituem o trabalho manual e exigem atividades mais complexas. Essa força de trabalho deve ser treinada e preparada para os novos padrões (PACCHINI, 2020).

A indústria 4.0 conecta todos os sistemas inteligentes a redes, tanto com fio quanto sem fio, e ataques cibernéticos podem causar danos significativos ou falhas de produção irreparáveis. Para reforçar a segurança da informação, é essencial enfrentar os riscos cibernéticos e desenvolver estratégias de segurança para prevenir possíveis ataques à rede. (MARTINS, 2023).

O objetivo deste artigo é avaliar a capacidade das indústrias para adotar tecnologias da Indústria 4.0, identificando áreas de oportunidade e necessidade de melhoria. O artigo busca entender como as empresas podem se adaptar ao novo modelo de negócios e otimizar seus processos operacionais com base nas tecnologias emergentes.

Metodologia

A pesquisa foi conduzida através de um formulário dividido em quatro camadas e incluiu perguntas focadas na coleta de dados sobre a Indústria 4.0. Utilizou-se a escala Likert, que, conforme descrito por (Luna, 2007), é um instrumento para medir e coletar dados quantitativos. A escala Likert é aditiva e ordinal, composta por uma série de afirmações às quais os participantes deveriam indicar seu grau de concordância. Esse método permitiu que os participantes expressassem suas opiniões sobre diferentes aspectos, sendo ideal para envolver pessoas com conhecimento e experiência no setor industrial. O formulário foi enviado previamente a uma série de empresas com perfil e conhecimentos dentro do ramo industrial com foco na Indústria 4.0 ou conhecimento e experiência complementares, solicitando-se a coleta de respostas através de uma entrevista conduzida pelos pesquisadores. Foi possível entrevistar profissionais de 5 empresas.

A primeira camada avaliou oportunidades, riscos e ameaças da Indústria 4.0, verificando a viabilidade do novo modelo de negócio e a adequação da estratégia competitiva aos objetivos da empresa. Na segunda camada, foram selecionadas as tecnologias da Indústria 4.0 para apoiar o modelo de negócios e a estratégia definida. Incluiu-se a análise dos investimentos, riscos, fontes de financiamento e o plano de implementação. A terceira camada focou na preparação da empresa para a transição, promovendo a conscientização dos funcionários, abordando impactos no emprego, trabalhando com sindicatos para reduzir resistência e reforçando a liderança. A quarta e última camada envolveu o estabelecimento de parcerias e consultorias especializadas, análise das habilidades dos funcionários e capacitação contínua para apoiar a implementação das tecnologias e melhorar a comunicação com clientes.

Quadro 1 – Perguntas distribuídas entre as diferentes camadas.

Camada	Fase	Descrição da pergunta
1	1.1	É importante analisar as oportunidades, ameaças e riscos da implementação de tecnologias da Indústria 4.0.
	1.2	Após, é importante analisar a possibilidade/necessidade de um novo modelo de negócio da empresa possibilitado pelas tecnologias.
	1.3	Após, é importante a definição da estratégia competitiva de negócio da empresa para o possível novo modelo de negócio considerando principalmente clientes e concorrentes.
	1.4	Após, é importante a análise das estratégias operacionais de marketing, finanças e produção.
	1.5	Após, é importante identificar os objetivos de desempenho operacional de toda empresa, alinhados à estratégia competitiva de negócio (fase 1.3).
2	2.1	É importante identificar as tecnologias da Indústria 4.0 capazes de sustentar o possível novo modelo de negócio (fase 1.2) e a estratégia competitiva de negócio da empresa (fase 1.3).
	2.2	Após, é importante a avaliação dos investimentos necessários.
	2.3	Após, é importante a avaliação das oportunidades, ameaças e riscos da implementação das tecnologias.
	2.4	Após, é importante identificar e definir as alternativas de financiamento junto a bancos e agências de fomento.
	2.5	Após, é importante a decisão sobre a tecnologias a serem implementadas e a sequência de implementação.
3	3.1	Importante analisar os impactos da Indústria 4.0 no risco de perda do emprego devido os benefícios do novo modelo de negócio e das novas tecnologias.

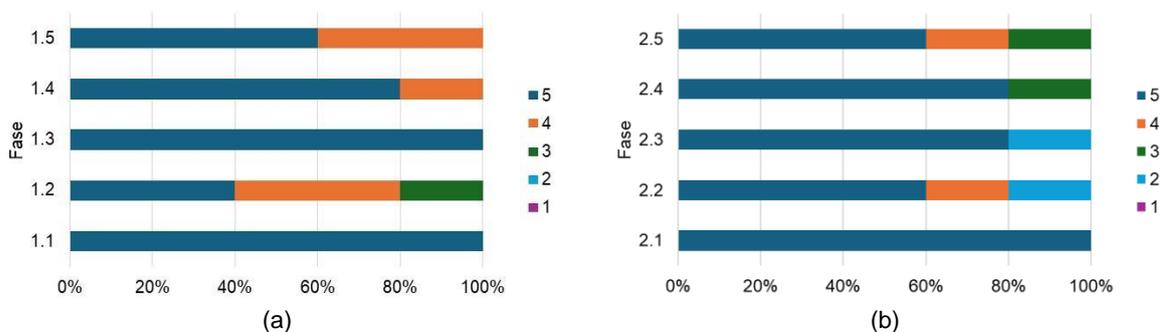
3.2	Importante o envolvimento junto a sindicatos dos trabalhadores para alinhamento de informações para evitar movimentos hostis que dificultem a implementação das novas tecnologias.
3.3	Importante para a empresa reforçar o papel de liderança da diretoria e da alta gerência para o sucesso do novo modelo de negócio.
3.4	Importante adaptar a cultura da empresa para a realidade do novo modelo de negócio, da nova estratégia e das novas tecnologias.
3.5	Importante promover o engajamento e comprometimento do pessoal na consecução do possível novo modelo de negócio (fase 1.2).
3.6	Importante ampliar o senso de cooperação entre pessoas.
3.7	Importante desenvolver as habilidades gerenciais e técnicas necessárias à implementação das novas tecnologias.
3.8	Importante a governança e controle para gerir as mudanças da empresa para o novo modelo de negócio.
3.9	Importante desenvolver campanhas publicitárias para criar a imagem de alta tecnologia.
4	<p>4.1 É importante para empresas, que a alta gerência estabeleça parceria com institutos de pesquisa, ou a contratação de consultores para auxiliar as decisões e operacionalizações das novas tecnologias.</p> <p>4.2 É importante que a alta gerência estabeleça relações de cooperação com concorrentes.</p> <p>4.3 É importante mapear as habilidades exigidas pela tecnologia, avaliar as habilidades dos funcionários, e desenvolvê-las ao nível exigido, ou contratar novos funcionários.</p> <p>4.4 É importante que o departamento financeiro proveja recursos necessários ao investimento na tecnologia em bancos ou agências de fomento.</p> <p>4.5 É importante prospectar fornecedores e, se necessário, desenvolvê-los.</p> <p>4.6 É importante desenvolver e projetar novos produtos baseados nas novas tecnologias, envolvendo clientes atuais potenciais.</p> <p>4.7 É importante analisar/modificar o processo produtivo, prover ferramentas, adequar o layout da fábrica e capacitar os gestores, os operários e a área de manutenção.</p> <p>4.8 É importante a capacitação dos vendedores sobre as características e benefícios aos clientes dos possíveis novos produtos.</p>

Fonte: Autores (2024).

Resultados

A Figura 1 apresenta uma compilação dos resultados obtidos através do formulário.

Figura 1 – Gráficos das respostas (percentual de escala Likert) por camada: (a) 1, (b) 2, (c) 3 e (d) 4.





Fonte: Autores (2024).

A fase 4.8, sobre a capacitação dos vendedores, mostra uma discrepância notável, com 60% de notas 5, 20% de notas 3 e 20% de notas 1, refletindo uma ampla variação nas percepções sobre a necessidade de treinamento para vendas. Esses resultados indicam que, enquanto alguns aspectos da implementação são amplamente reconhecidos como cruciais, outros apresentam divergências significativas entre os entrevistados, o que pode sugerir diferentes prioridades e desafios enfrentados pelas empresas.

Em relação aos dados da camada 1, Figura 1(a), a atribuição de 100% de notas 5 para as fases 1.1 e 1.3 sugere a concordância entre os entrevistados quanto à necessidade crítica de analisar oportunidades e riscos, e definir estratégias competitivas. As fases 1.4 e 1.5 também foram bem avaliadas, somente com notas 4 e 5, refletindo a valorização da análise das estratégias operacionais e dos objetivos de desempenho operacional, respectivamente. O maior destaque vai para a fase 1.2, que apresentou uma distribuição mais variada nas notas, sugerindo uma percepção menos uniforme sobre a viabilidade e a necessidade de um novo modelo de negócio.

Quanto aos dados da camada 2, Figura 1(b), todos consideram que identificar tecnologias da Indústria 4.0 capazes de sustentar o novo modelo de negócio e a estratégia competitiva é extremamente importante (fase 2.1). A fase 2.2 apresentou notas divergentes, indicando que alguns consideram a avaliação de investimentos como um fator menos crítico. Da mesma forma, na fase 2.3, uma minoria revelou que a avaliação de oportunidades, ameaças e riscos da implementação das tecnologias é pouco relevante. Nestes dois casos, as notas baixas podem refletir uma dificuldade em realizar tais avaliações. Definir alternativas de financiamento (fase 2.4) e decidir sobre a implementação de tecnologias (fase 2.5) são preponderantemente vistos como importantes, mas a presença de notas medianas sugere que pode haver desafios na execução desses processos.

Os resultados da camada 3, Figura 1(c), mostram uma forte concordância com a importância de várias questões relacionadas à adaptação da empresa para a Indústria 4.0. As fases 3.3, 3.4 e 3.8 receberam 100% de notas 5, indicando uma unanimidade entre os entrevistados sobre a necessidade de reforçar a liderança da alta gestão, adaptar a cultura organizacional e implementar uma governança eficaz para gerenciar as mudanças. Essa uniformidade destaca a importância desses aspectos na transição para um novo modelo de negócios. Por outro lado, a fase 3.1 apresentou uma distribuição mais variada, sugerindo que a perda de emprego é percebida como importante, mas com um reconhecimento menos uniforme sobre sua gravidade. As fases 3.2 e 3.9 mostram 60% de notas 5 e 20% de notas 1, indicando uma divergência significativa na percepção da importância do envolvimento com sindicatos e a necessidade de campanhas publicitárias, o que pode refletir diferentes experiências e perspectivas sobre o impacto e a comunicação das mudanças tecnológicas. As fases 3.5 e 3.7, com predominância de notas 5, reforçam a valorização do engajamento e da capacitação contínua dos funcionários como aspectos críticos para o sucesso da implementação da Indústria 4.0.

Por fim, quanto aos resultados da camada 4, Figura 1(d), a fase 4.1, que aborda a parceria com institutos de pesquisa e consultores, mostra uma distribuição relativamente equilibrada de notas acima de 3, sugerindo uma percepção variável quanto à sua importância estratégica. A fase 4.2, que trata da cooperação com concorrentes, destaca-se pela atribuição de nota de baixíssima importância, indicando uma discordância significativa sobre o valor dessa colaboração. Já as fases 4.3 e 4.7, relacionadas à avaliação das habilidades dos funcionários e adaptação do processo produtivo, obtiveram unanimidade com 100% de notas 5, confirmando a importância desses aspectos para a transição bem-sucedida. A fase 4.4 também foi muito bem avaliada no quesito obtenção externa de recursos financeiros.

No entanto, as fases 4.5 e 4.8, respectivamente relativas à prospecção de fornecedores e capacitação de vendedores, apresentaram algumas notas bem baixas. É possível que a prospecção de fornecedores possa ser vista como menos importante se a rede já está estabelecida, e a capacitação de vendedores pode não ser considerada prioridade imediata na implementação da Indústria 4.0. Já a fase 4.6, que trata do envolvimento de clientes no desenvolvimento de novos produtos, tenha recebido a maioria das notas altas, algumas notas medianas reduzem a importância desse envolvimento, provavelmente pela maior preocupação com questões internas.

Discussão

Em relação às discussões feitas durante o processo da entrevista, alguns pontos foram levantados, mostrando opiniões, possíveis melhorias e considerações fora do escopo mostrado nas perguntas do questionário apresentado. Nesse ponto, cabe destacar a questão crucial do "payback" de longo prazo, levantada durante as entrevistas. Ao analisar a viabilidade de investimentos em tecnologias da Indústria 4.0, nem todas as empresas possuem a capacidade de suportar um retorno de investimento tão longo, como 15 anos, por exemplo. É fundamental que cada empresa avalie sua realidade financeira e defina um horizonte de retorno que seja sustentável a longo prazo, equilibrando os benefícios da modernização com as restrições orçamentárias.

A decisão de capacitar a mão de obra existente ou optar pela substituição por profissionais já familiarizados com as novas tecnologias é outro ponto crítico. A escolha dependerá de fatores como o perfil da empresa, a complexidade das tecnologias adotadas e a disponibilidade de profissionais qualificados no mercado.

Em relação à 3ª camada, que aborda a preparação da empresa para a transição, a gestão de mudanças emerge como um aspecto central. A implementação da Indústria 4.0 impacta profundamente a cultura organizacional, exigindo uma comunicação transparente, o engajamento dos colaboradores e a criação de uma visão compartilhada sobre os benefícios da transformação digital. A resistência à mudança pode ser mitigada por meio de programas de treinamento e qualificação, demonstrando aos funcionários os benefícios da Indústria 4.0 para o seu desenvolvimento profissional e para a sustentabilidade da empresa.

Já na 4ª camada, que trata do estabelecimento de parcerias e consultorias especializadas, a importância da criação de um ecossistema de inovação se torna evidente. Nenhuma empresa possui todos os recursos e o conhecimento necessários para implementar a Indústria 4.0 de forma isolada. A busca por parcerias com startups, universidades, centros de pesquisa e outras empresas do setor permite o acesso a tecnologias de ponta, compartilhamento de conhecimentos e redução de custos.

As discussões geradas a partir das entrevistas realçam a complexidade da implementação da Indústria 4.0 no contexto brasileiro. Não se trata apenas de adquirir tecnologias, mas de promover uma transformação profunda na cultura organizacional, na gestão de pessoas e na forma de se relacionar com o mercado. A adoção de uma abordagem estratégica, considerando os desafios e as oportunidades específicas do contexto brasileiro, é crucial para que as empresas possam usufruir dos benefícios da Indústria 4.0 e se manterem competitivas no longo prazo.

Conclusão

A pesquisa realizada, embora tenha contado com um número limitado de participantes devido ao pouco tempo para a coleta de dados, proporcionou insights relevantes sobre a percepção das empresas em relação à implementação da Indústria 4.0 no Brasil. As discussões durante as entrevistas revelaram a complexidade do processo de transformação digital, destacando a importância de um planejamento estratégico abrangente. Esse planejamento deve contemplar desde a análise de oportunidades e riscos até a gestão de mudanças culturais e a capacitação da força de trabalho.

As respostas dos entrevistados permitiram identificar os principais pontos fortes e desafios enfrentados pelas empresas em sua jornada rumo à era digital. Os entrevistados manifestaram grande interesse em adotar tecnologias da Indústria 4.0, reconhecendo seu potencial para impulsionar a competitividade e a eficiência. Entretanto, também foram levantadas preocupações quanto aos impactos da automação

no emprego, à necessidade de investimentos significativos e à falta de conhecimento técnico e gerencial para a implementação eficaz dessas tecnologias.

A pesquisa evidenciou a necessidade de investir em programas de capacitação profissional, incentivos fiscais e políticas públicas de ações conjuntas entre o governo que estimulem a inovação e a pesquisa para promover a adoção da Indústria 4.0 no Brasil. Além disso, é fundamental fomentar um diálogo contínuo e transparente sobre os desafios e as oportunidades da transformação digital. Os resultados desta pesquisa servem como um ponto de partida para futuras investigações e iniciativas que busquem preparar o Brasil para os desafios e as oportunidades da era digital.

Referências

DE MOURA SOUZA, Elaine Maria; DE CASTRO VIEIRA, Jeferson. Desafios da indústria 4.0 no contexto brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 5001-5022, 2020.

JUNIOR, Ademir Soares Santos; ROSA, Priscila Freire Martins; SARTORI, Rejane. UM PANORAMA SOBRE A INDÚSTRIA 4.0 NO CENÁRIO NACIONAL. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 6, n. 1, 2022.

LIMA, Faíque Ribeiro; GOMES, Rogério. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, p. e0200023, 2020.

LUNA, Sandra Margarita Maldonado. Manual práctico para el diseño de la Escala Likert. **Xihmai**, v. 2, n. 4, 2007.

MARTINS, T. M. ., CARNEIRO, R. N. ., & MERGULHÃO, R. C. . (2023). O conceito da segurança da informação como estratégia organizacional no contexto da Indústria 4.0. *Revista De Gestão E Secretariado*, 14(1), 1068–1082.

PACCHINI, Athos Paulo Tadeu et al. Indústria 4.0: barreiras para implantação na indústria brasileira. **Exacta**, v. 18, n. 2, p. 278-292, 2020.

SOLTOVSKI, R.; RESENDE, L. M. M. de; PONTES, J.; YOSHINO, R. T.; SILVA, L. B. P. da. UM ESTUDO QUANTITATIVO SOBRE OS RISCOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO CONTEXTO INDUSTRIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 165–191, 2020.

Agradecimentos

Aos participantes da pesquisa, que forneceram seu conhecimento e dedicaram seu tempo para responder aos questionários e participar das entrevistas, contribuindo assim para a obtenção dos resultados apresentados neste trabalho.