



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL: UM ESTUDO REGIONAL NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

ENAILE MARIA DE MORAES OLIVEIRA - enaile.oliveira.038@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

JOCELY VITHOR DE FARIAS ALVES - vithor.alves.123@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

AMANDA DE MORAIS DA SILVA - amanda.moraes.100@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

MARIANA RODRIGUES DE ALMEIDA - almeidamariana@yahoo.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

ÁREA: 10. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SUBÁREA: 10.4 - PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E AVALIAÇÃO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RESUMO: O ESTUDO INVESTIGOU O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL, COM FOCO NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS DE RONDÔNIA E AMAZONAS. UTILIZANDO ANÁLISE DOCUMENTAL E REVISÃO DE LITERATURA, FORAM EXAMINADOS CURRÍCULOS ACADÊMICOS E ESTUDOS SOBRE A INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS COMO INTERNET DAS COISAS (IOT), INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E BIG DATA NOS PROGRAMAS DE ENSINO. OS RESULTADOS MOSTRARAM UMA CRESCENTE INCORPORAÇÃO DESSAS TECNOLOGIAS, ESPECIALMENTE ATRAVÉS DE DISCIPLINAS ESPECÍFICAS E LABORATÓRIOS ESPECIALIZADOS. CONSTATOU-SE QUE, APESAR DOS AVANÇOS, HÁ DESAFIOS SIGNIFICATIVOS COMO A NECESSIDADE DE INFRAESTRUTURA ADEQUADA E A FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES. A PESQUISA CONCLUIU QUE A INTEGRAÇÃO TECNOLÓGICA É ESSENCIAL PARA PREPARAR ENGENHEIROS PARA UM MERCADO CADA VEZ MAIS AUTOMATIZADO, MAS REQUER INVESTIMENTOS CONTÍNUOS E ADAPTAÇÃO CURRICULAR PARA SUPERAR OBSTÁCULOS E MAXIMIZAR OS BENEFÍCIOS EDUCACIONAIS E SOCIOECONÔMICOS NA REGIÃO.

PALAVRAS-CHAVES: INDÚSTRIA 4.0; EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA; AMAZÔNIA OCIDENTAL; TECNOLOGIAS EMERGENTES; INTEGRAÇÃO CURRICULAR.

PRODUCTION ENGINEERING EDUCATION AND THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION: A REGIONAL STUDY IN WESTERN AMAZON

AREA: 10. EDUCATION IN PRODUCTION ENGINEERING

SUBAREA: 10.4 - PEDAGOGICAL PRACTICES AND ASSESSMENT OF THE
TEACHING-LEARNING PROCESS IN PRODUCTION ENGINEERING

ABSTRACT: THE STUDY INVESTIGATED THE IMPACT OF INDUSTRY 4.0 ON PRODUCTION ENGINEERING EDUCATION IN WESTERN AMAZON, WITH A FOCUS ON THE FEDERAL UNIVERSITIES OF RONDÔNIA AND AMAZONAS. USING DOCUMENT ANALYSIS AND A LITERATURE REVIEW, ACADEMIC CURRICULA AND STUDIES ON THE INTEGRATION OF TECHNOLOGIES SUCH AS THE INTERNET OF THINGS (IOT), ARTIFICIAL INTELLIGENCE (IA) AND BIG DATA INTO TEACHING PROGRAMS WERE EXAMINED. THE RESULTS SHOWED A GROWING INCORPORATION OF THESE TECHNOLOGIES, ESPECIALLY THROUGH SPECIFIC SUBJECTS AND SPECIALIZED LABORATORIES. DESPITE PROGRESS, THERE ARE SIGNIFICANT CHALLENGES SUCH AS THE NEED FOR ADEQUATE INFRASTRUCTURE AND ONGOING TEACHER TRAINING. THE RESEARCH CONCLUDED THAT TECHNOLOGICAL INTEGRATION IS ESSENTIAL TO PREPARE ENGINEERS FOR AN INCREASINGLY AUTOMATED MARKET, BUT REQUIRES CONTINUOUS INVESTMENT AND CURRICULAR ADAPTATION TO OVERCOME OBSTACLES AND MAXIMIZE THE EDUCATIONAL AND SOCIO-ECONOMIC BENEFITS IN THE REGION.

KEYWORDS: INDUSTRY 4.0; ENGINEERING EDUCATION; WESTERN AMAZON; EMERGING TECHNOLOGIES; CURRICULAR INTEGRATION.

1. INTRODUÇÃO

O atual cenário educacional está sendo modificado pela indústria 4.0, devido a introdução de tecnologias de inteligência artificial, internet das coisas e *big data* que promovem uma revisão significativa das metodologias de ensino e aprendizado. Tal modificação caminha para um perfil de educação personalizado, apoiado por ferramentas digitais adaptativas e plataformas de e-learning que promovam educação interativa e eficaz. Esse cenário proporciona um ambiente de preparação para um mercado globalizado e digital a partir do desenvolvimento de habilidades contemporâneas (Peixoto; Matta, 2023).

Por outro lado, esse impacto que a indústria 4.0 proporciona para a educação traz desafios como a atualização curricular constante e preparação de educadores e educandos frente às tecnologias advindas. Quando se trata de questões socioeconômicas, o acesso a essas tecnologias da indústria 4.0 pode ser limitado e, por isso, se não abordada de maneira adequada pode evidenciar disparidades sociais. Dessa forma, o impacto da indústria 4.0 na educação deve considerar oportunidades e desafios na garantia de uma transformação digital efetiva (Grossi *et al.*, 2021).

Quanto ao seu impacto e relevância na educação em Engenharia de Produção, apresenta-se como uma mudança paradigmática, pois proporciona um ambiente de aprendizado frente a desafios cotidianos atuais e futuros, traçando um novo olhar para a automação, internet das coisas, inteligência artificial e análise de dados. A otimização de processos industriais e a proximidade com sistemas ciberfísicos, de modelagem e simulação e gestão de cadeia de suprimentos digitalizadas são algumas das habilidades que os estudantes de Engenharia de Produção conseguem desenvolver a partir desse impacto (Stevan Junior; Leme; Santos, 2018).

Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa é realizar um estudo de caso sobre *Smart Manufacturing* que evidencie o impacto da indústria 4.0 na educação de Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental com intuito de apoiar a relevância atual do tema, apoiar a literatura para a preparação de Engenheiros(as) de Produção, considerando as demandas do mercado, a competitividade nacional e internacional e o impacto social e econômico dessas ferramentas.

Sendo assim, este estudo fornece bases teóricas e apresenta os componentes e desafios relacionados a disciplinas que trabalham a Indústria 4.0 na estrutura curricular dos cursos de Engenharia de Produção nas Universidades Federais de Rondônia e Amazonas. Tais dados são

relevantes, pois auxiliam a maximizar benefícios econômicos e sociais, pois a Amazônia Ocidental apresenta um contexto regional único por enfrentar desafios e oportunidades relacionadas a sua posição geográfica.

Além disso, compreender como as tecnologias inseridas no contexto da Indústria 4.0 se integram na Engenharia de Produção da Amazônia Ocidental pode impulsionar a modernização da indústria regional, devido a revolução na forma de operação das indústrias, gerando também impacto nos currículos educacionais, convidando a repensar sobre habilidades e competências da nova era de engenheiros de produção.

A estrutura inicia com a apresentação do referencial teórico necessário para a compreensão do estudo, traçando um panorama conceitual do estado da arte, abordando a Indústria 4.0 e *Smart Manufacturing*, a educação em Engenharia de Produção, os benefícios da integração tecnológica e os desafios da educação na Amazônia Ocidental. Em seguida, aborda os aspectos metodológicos da pesquisa documental e da revisão sistemática da literatura, apresentando os seus resultados e discussões e conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústria 4.0 e Smart Manufacturing

A Indústria 4.0 e a Manufatura Inteligente representam o início dos avanços tecnológicos no setor manufatureiro, integrando tecnologias-chave como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), análise de big data e robótica avançada para criar ambientes de produção altamente automatizados e flexíveis (Abir, 2024). Essas inovações permitem a troca de dados em tempo real, a manutenção preditiva e a tomada de decisões baseada em dados, aprimorando a eficiência operacional, a flexibilidade e a personalização do produto, ao mesmo tempo em que otimizam os processos de produção e a utilização de recursos (Solanki, 2023).

De acordo com Waghanna (2023), os desafios como segurança cibernética, gerenciamento de dados e adaptação da força de trabalho precisam ser enfrentados para uma implementação bem-sucedida. A adoção de soluções da Indústria 4.0 pode levar a práticas de fabricação mais sustentáveis, reduzindo o desperdício, melhorando a eficiência energética e promovendo fluxos econômicos circulares, criando fábricas inteligentes, resilientes e ambientalmente conscientes (Solanki, 2023). Sistemas e tecnologias inteligentes

desempenham um papel essencial na fabricação econômica e na aceleração da transformação para configurações de fabricação inteligentes e altamente otimizadas.

2.2 Educação em Engenharia de Produção

O ensino da Engenharia de Produção no Brasil teve início em 1957, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Desde então, houve um crescimento expressivo na quantidade e diversidade de cursos oferecidos nessa área, refletindo a crescente demanda por profissionais qualificados para enfrentar desafios complexos no ambiente industrial e de serviços.

Os engenheiros de produção são capacitados para resolver questões relacionadas a operações, gestão do trabalho e produção de bens e serviços. Além disso, eles consideram aspectos humanos, sociais e econômicos para atender às demandas da sociedade contemporânea. As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel crucial na formação desses profissionais, proporcionando uma base teórica sólida e experiências práticas que preparam os alunos para o mercado de trabalho.

Segundo Oliveira et al. (2013), é essencial avaliar os resultados dessas instituições para justificar o esforço tanto dos alunos quanto dos professores. O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), por exemplo, desempenha um papel vital ao avaliar os estudantes dos cursos, destacando as melhores técnicas de ensino, identificando falhas e orientando as universidades rumo ao seu maior potencial (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020).

O ensino de Engenharia de Produção no Brasil se diversifica em dois tipos principais de cursos: os plenos e os que possuem habilitações específicas. De acordo com Cunha (2002), os cursos do tipo pleno concentram toda a carga horária profissionalizante no estudo da gestão da produção, proporcionando uma formação ampla e integrada. Por outro lado, os cursos com habilitações específicas dividem a carga horária entre a gestão da produção e os sistemas técnicos, com uma ênfase maior no estudo destes últimos.

Os cursos de Engenharia de Produção também se destacam por seu caráter interdisciplinar e pela ampla gama de setores nos quais os engenheiros podem atuar. Essa característica os diferencia de outras engenharias, que muitas vezes são mais especializadas em um único setor. O currículo dos cursos abrange uma variedade de disciplinas, incluindo matemática, física, economia, administração e ciências sociais, refletindo a necessidade de

formar profissionais versáteis e adaptáveis (Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2018).

A avaliação contínua dos cursos e programas de Engenharia de Produção é fundamental para assegurar a qualidade do ensino e a adequação dos graduados às demandas do mercado. As IES utilizam diversas metodologias para essa avaliação, incluindo o feedback de empregadores, análises de desempenho dos alunos em exames nacionais e internacionais, e a implementação de inovações pedagógicas. Esses processos de avaliação permitem a identificação de áreas de melhoria e a adaptação dos programas às evoluções tecnológicas e industriais (Carvalho; Oliveira, 2019).

Dessa forma, a educação em Engenharia de Produção no Brasil evoluiu significativamente desde seu início e continua a se adaptar às necessidades emergentes do mercado de trabalho e da sociedade. As IES, através de uma combinação de teoria e prática, desempenham um papel vital na preparação de engenheiros de produção que são capazes de enfrentar os desafios contemporâneos e contribuir para o desenvolvimento sustentável e eficiente dos sistemas de produção.

2.2.1 EDUCAÇÃO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

A educação em Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental enfrenta desafios únicos devido às particularidades geográficas, sociais e econômicas da região. A vasta extensão territorial e a diversidade ambiental e cultural impõem dificuldades logísticas e de infraestrutura que influenciam diretamente a oferta e a qualidade dos cursos de engenharia.

Na Amazônia Ocidental, as Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham um papel fundamental no desenvolvimento regional. As universidades federais, como a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a Universidade Federal de Rondônia (UNIR), oferecem cursos de Engenharia de Produção, adaptando seus currículos às necessidades locais. Essas instituições enfrentam desafios significativos relacionados à infraestrutura, acesso à internet e recursos didáticos, mas continuam a ser fundamentais para a formação de profissionais na região (Colares, 2012).

Os cursos de Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental são adaptados para atender às demandas específicas da região. Entre os principais desafios enfrentados estão a dificuldade de atrair e reter professores qualificados, a necessidade de atualização constante dos currículos para acompanhar as inovações tecnológicas e a limitação de recursos

financeiros. No entanto, a região também oferece oportunidades únicas, como a possibilidade de desenvolver projetos inovadores (Gonçalves; Carvalho, 2020).

Diversos projetos e iniciativas têm sido implementados para melhorar a educação em Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental. Parcerias entre universidades, empresas e organizações não governamentais têm promovido a criação de programas de estágio, projetos de pesquisa aplicada e capacitação profissional. Esses esforços visam não apenas melhorar a qualidade do ensino, mas também incentivar a fixação dos profissionais formados na região, contribuindo para o seu desenvolvimento socioeconômico (Gonçalves; Carvalho, 2020).

2.3 Benefícios da Integração Tecnológica

A integração tecnológica traz benefícios significativos em diversos setores da sociedade e economia, destacando se (Brasil, 2022):

1. A eficiência operacional como resultado da automação de processos, proporcionando eficiência operacional, gerando redução de custo e otimizando tempo necessário para produção;
2. Melhora a tomada de decisões a partir de sistemas integrados que fornecem dados integrados em tempo real, favorecendo decisões estratégicas;
3. Inovação, pois a integração tecnológica permite o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou negócios adaptados a realidade atual;
4. Maior produtividade, visto que ferramentas integradas de tecnologias proporcionam maior eficiência, reduzindo o tempo gastos em atividades e direcionando os esforços para outras demandas;
5. Melhoria do acesso à informação através da integração facilitada, tanto no âmbito organizacional, automatizado, quanto para clientes;
6. Competitividade no mercado global, visto que a realidade da Indústria 4.0 é rotineira em diversas indústrias ao redor do mundo.

Dessa forma, pensar em integração tecnológica no contexto da Indústria 4.0 é importante, pois essas tecnologias proporcionam eficiência operacional avançada através da tomada de decisões baseada na quantidade massiva de dados gerados a partir de sistemas ciberfísicos, melhorando o contato com o mercado mundial, gerando competitividade, impulsionando a inovação (Brasil, 2022).

3. MÉTODOS DE PESQUISA

Este estudo adotou uma abordagem metodológica que combina análise documental e revisão de literatura para investigar a integração de tecnologias da Indústria 4.0 nos currículos de Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental.

Inicialmente, foi realizada uma análise documental dos currículos dos cursos de Engenharia de Produção das universidades públicas localizadas em Rondônia (Universidade Federal de Rondônia - UNIR) e Amazonas (Universidade Federal do Amazonas - UFAM), pois são os únicos estados que têm o curso de engenharia de produção. Esta análise envolveu a seleção e exame detalhado dos currículos para identificar a presença e o escopo de disciplinas relacionadas à Indústria 4.0. As áreas de interesse incluíram Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), big data, automação industrial e manufatura aditiva. Além de mapear essas disciplinas, a análise documental também se concentrou nos objetivos de aprendizagem, conteúdos programáticos e metodologias de ensino empregados, buscando compreender como essas tecnologias são incorporadas e ensinadas nos cursos.

Paralelamente, foi conduzida uma revisão de literatura abrangente para contextualizar e aprofundar os achados da análise documental. Utilizando bases de dados acadêmicas como Scopus e Web of Science, foram identificados e analisados estudos que discutem a integração de tecnologias da Indústria 4.0 na educação em Engenharia de Produção. A revisão de literatura focou em dois aspectos principais:

1. Os benefícios da integração dessas tecnologias para o desenvolvimento de habilidades técnicas e críticas dos alunos;
2. Os desafios enfrentados pelas instituições de ensino ao implementar essas tecnologias.

3.1 Revisão de Literatura

Para o desenvolvimento da revisão sistemática da literatura, seguiu-se um processo rigoroso de 4 fases, cada uma com seus respectivos passos, totalizando 7 passos. Este método detalhado foi utilizado para assegurar a abrangência e relevância dos artigos selecionados, proporcionando uma base sólida para a análise crítica e a síntese do conhecimento existente sobre a influência da Indústria 4.0 na educação em engenharia de produção.

O processo de identificação (1ª Fase) foi realizado nas bases de dados Scopus e Web of Science (Passo 1). Utilizamos uma estratégia de busca que combinou palavras-chave relacionadas à Indústria 4.0, educação e engenharia de produção (Passo 2). As palavras-chave

utilizadas foram: (*"industr* 4.0" OR "fourth industrial revolution" OR "Smart Manufacturing"*) AND (*"Education" OR "teaching"*) AND (*"Production engineering" OR "industrial engineering"*). Essa combinação permitiu identificar um total de 303 artigos, sendo 107 na Scopus e 196 na Web of Science.

A segunda fase consistiu em aplicar critérios específicos para refinar os resultados da busca. Primeiramente, limitamos o intervalo de tempo (Passo 3) para os últimos cinco anos (2019-2023), o que resultou em uma redução para 226 artigos, com 92 artigos na Scopus e 134 na Web of Science, excluindo 77 artigos. Em seguida, filtramos os artigos pelo idioma (Passo 4), incluindo apenas aqueles escritos em inglês.

Na terceira fase, estabelecer os critérios de elegibilidade para selecionar os artigos mais pertinentes. Consideramos apenas artigos completos (Passo 5), o que reduziu ainda mais o número para 106 artigos, com 26 artigos na Scopus e 80 na Web of Science, resultando na exclusão de 116 artigos. Além disso, avaliamos os títulos e resumos dos artigos para garantir que estivessem dentro do tema proposto (Passo 6). Esse processo resultou na seleção de 23 artigos, com 12 artigos na Scopus e 11 na Web of Science, e na exclusão de 83 artigos adicionais.

Por fim, na quarta fase, realizamos a eliminação de duplicados (Passo 7) para obter a amostra final de artigos a serem analisados. Este processo resultou na eliminação de 9 artigos duplicados, restando 14 artigos para análise detalhada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Integração de Tecnologias da Indústria 4.0

A revolução da Indústria 4.0 está transformando a maneira como as indústrias operam, exigindo novas habilidades e conhecimentos dos profissionais. As universidades, particularmente na Amazônia Ocidental, têm incorporado tecnologias de Indústria 4.0 em seus currículos de Engenharia de Produção para atender a essas demandas emergentes. Esta integração é crucial para preparar os futuros engenheiros para um mercado de trabalho cada vez mais tecnológico e automatizado.

Um exemplo significativo dessa integração é a disciplina de Automação Industrial e Sistemas de Manufatura. Esta disciplina tem como objetivo prover aos alunos uma compreensão sólida dos princípios da automação industrial e dos sistemas de manufatura modernos (UFAM, 2018). O conteúdo abrange desde o controle numérico até a robótica

industrial e sistemas de controle industrial. Os alunos aprendem a projetar e implementar sistemas automatizados que aumentam a eficiência e a qualidade dos processos produtivos, preparando-os para enfrentar desafios reais no ambiente industrial.

Outro componente importante é o Laboratório Indústria 4.0 (LAB 4.0), que proporciona um ambiente prático onde os alunos podem estudar e aplicar conceitos de customização em massa, flexibilidade, visibilidade de fábrica, tomada de decisão otimizada e sistemas físicos cibernéticos (CPS). Este laboratório é um espaço interdisciplinar que promove a colaboração entre estudantes de diferentes cursos de Engenharia de Produção. Esta integração de conhecimentos favorece uma visão holística das tecnologias industriais e suas aplicações práticas (UFAM, 2018; UNIR, 2023).

Além disso, a disciplina de Fundamentos de Automação Industrial ensina aos alunos sobre os componentes e sistemas de automação utilizados na indústria moderna. O conteúdo inclui atuadores pneumáticos, sistemas de controle industrial, sensores, e a integração de sistemas de manufatura flexível. Esta formação técnica é fundamental para o desenvolvimento de competências necessárias para projetar e gerenciar processos automatizados, essenciais na Indústria 4.0 (Pattanapairoj *et al.*, 2021).

A inclusão de conceitos de Inteligência Artificial (IA) e aprendizado de máquina nos currículos também merece destaque. Os alunos são introduzidos a redes neurais, algoritmos de aprendizado supervisionado e não supervisionado, e aprendem como essas tecnologias podem ser aplicadas para otimizar processos industriais. Este conhecimento é essencial para o desenvolvimento de soluções inovadoras que aumentem a eficiência e a eficácia dos sistemas produtivos (Kliment *et al.*, 2021).

4.2 Desafios Enfrentados

A implementação das tecnologias da Indústria 4.0 nos currículos de Engenharia de Produção apresenta vários desafios para as instituições de ensino. Identificar e abordar esses desafios é essencial para garantir uma integração bem-sucedida e eficaz dessas tecnologias. Um dos principais desafios é a necessidade de uma infraestrutura tecnológica adequada. Para que os alunos possam aprender e aplicar conceitos avançados de Indústria 4.0, é fundamental que as universidades disponham de laboratórios bem equipados, com acesso a tecnologias de ponta como sistemas de automação industrial, robótica, sensores IoT, e plataformas de big data (Weyer *et al.*, 2015). No entanto, a aquisição e manutenção desses equipamentos podem ser extremamente difíceis, especialmente para instituições localizadas em regiões menos

desenvolvidas, como a Amazônia Ocidental. Isso demanda um planejamento financeiro rigoroso e, muitas vezes, a busca por parcerias com a indústria e fontes de financiamento externas (Tortorella *et al.*, 2020).

O treinamento contínuo de professores é outro dos desafios que se enfrenta no cotidiano. As tecnologias da Indústria 4.0 estão em constante evolução, o que exige que os docentes se mantenham atualizados com as últimas tendências e desenvolvimentos na área (Sommer, 2015). Isso pode ser particularmente difícil devido à carga de trabalho já existente dos professores e às limitações de recursos para capacitação. Programas de formação contínua e acesso a cursos de atualização são essenciais para que os professores possam oferecer um ensino de qualidade que reflita as demandas atuais do mercado (Pattanapairoj *et al.*, 2021; Tortorella *et al.*, 2022).

Além de que, há o desafio de integrar essas novas tecnologias aos currículos de forma que complementam e enriquecem o aprendizado, sem sobrecarregar os alunos. É importante encontrar um equilíbrio entre a introdução de novos conteúdos e a manutenção dos fundamentos clássicos da Engenharia de Produção (Kang *et al.*, 2016). A criação de módulos específicos ou a adaptação de disciplinas existentes pode ajudar a facilitar essa integração (Tortorella *et al.*, 2021).

Por fim, a resistência à mudança tanto por parte dos docentes quanto dos alunos pode ser um obstáculo. A introdução de novas tecnologias e métodos de ensino pode encontrar resistência devido ao conforto com os métodos tradicionais. Para superar isso, é fundamental promover uma cultura de inovação e adaptação contínua dentro das instituições de ensino, destacando os benefícios das novas tecnologias e fornecendo suporte durante a transição (Moeuf *et al.*, 2018; Tortorella *et al.*, 2020; Grossi *et al.*, 2023).

4.3 Comparação com a Literatura

A comparação entre o que está no plano pedagógico dos cursos de Engenharia de Produção da Amazônia Ocidental e o que a literatura discute sobre a integração das tecnologias da Indústria 4.0 revela convergências e desafios. A literatura destaca a necessidade de atualizar os currículos de engenharia para incluir tecnologias emergentes, enquanto os planos pedagógicos locais demonstram esforços iniciais e significativos nessa direção.

No plano pedagógico da UFAM, a inclusão de disciplinas como Automação Industrial e Sistemas de Manufatura, e o estabelecimento de laboratórios como o LAB 4.0, mostram um

alinhamento com as práticas recomendadas na literatura. Tortorella *et al.* (2022) e Nguyen *et al.* (2023) enfatizam a importância de currículos que combinem conhecimento teórico com prática aplicada, algo que a UFAM busca implementar através de seus novos laboratórios e disciplinas focadas em tecnologias da Indústria 4.0. Essas iniciativas refletem a recomendação da literatura de promover uma educação baseada em projetos e em ambientes de aprendizagem que replicam condições industriais reais.

A UNIR também apresenta avanços notáveis, promovendo parcerias com a indústria local e investindo em infraestrutura tecnológica. Esses esforços estão em consonância com os achados de Silva *et al.* (2023), que destacam a eficácia de laboratórios colaborativos e projetos interdisciplinares na formação de engenheiros preparados para o mercado de trabalho moderno.

No entanto, a literatura também identifica desafios que são evidentes nos planos pedagógicos analisados. Sommer (2015) e Kang *et al.* (2016) discutem a necessidade de formação contínua dos docentes e a atualização constante das infraestruturas tecnológicas. Tanto a UFAM quanto a UNIR enfrentam dificuldades em manter seus equipamentos e garantir a capacitação regular dos professores devido a limitações de recursos, algo que é reiterado nos planos pedagógicos.

Além disso, a resistência à mudança é um tema recorrente tanto na literatura quanto nas práticas observadas. Moeuf *et al.* (2018) e Grossi *et al.* (2023) abordam a resistência de docentes e alunos à introdução de novas tecnologias e métodos de ensino. Nos planos pedagógicos da Amazônia Ocidental, essa resistência é mitigada através de iniciativas de workshops, seminários e programas de apoio à inovação, que buscam criar uma cultura de aceitação e adaptação contínua.

A literatura enfatiza ainda a importância de um equilíbrio entre os fundamentos clássicos da engenharia e as novas tecnologias. O plano pedagógico da UFAM, por exemplo, ao incluir disciplinas como Fundamentos de Automação Industrial e a integração de IA e aprendizado de máquina, busca seguir essa orientação, proporcionando aos alunos uma base sólida enquanto os prepara para as demandas tecnológicas atuais.

5. CONCLUSÃO

A integração das tecnologias da Indústria 4.0 nos currículos de Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental representa um avanço significativo na formação dos futuros engenheiros. Este estudo revelou que, embora haja esforços notáveis das universidades locais

em adaptar seus currículos para incluir disciplinas e laboratórios voltados para a automação, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA), big data e manufatura aditiva, ainda existem desafios consideráveis a serem enfrentados.

A Indústria 4.0 está transformando a educação em Engenharia de Produção ao demandar novas habilidades e conhecimentos dos profissionais. A necessidade de preparar os estudantes para um mercado de trabalho cada vez mais tecnológico e automatizado tem levado as universidades a incorporar essas tecnologias emergentes em seus programas educacionais. As universidades federais de Rondônia (UNIR) e Amazonas (UFAM) têm incorporado disciplinas e laboratórios que proporcionam uma formação prática e teórica robusta em tecnologias da Indústria 4.0.

A pesquisa ainda destaca desafios significativos, como a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada, a formação contínua de professores e a integração eficaz das novas tecnologias aos currículos sem sobrecarregar os alunos. A resistência à mudança tanto por parte dos docentes quanto dos alunos também foi identificada como um obstáculo. Já a comparação entre os currículos locais e a literatura revela convergências e desafios. As práticas locais estão alinhadas com as recomendações da literatura em termos de educação baseada em projetos e ambientes de aprendizagem que replicam condições industriais reais. No entanto, desafios como a formação contínua dos docentes e a atualização das infraestruturas tecnológicas persistem.

Em suma, conclui-se que a integração das tecnologias da quarta revolução industrial nos currículos de Engenharia de Produção na Amazônia Ocidental é um passo essencial para preparar os futuros engenheiros para os desafios do mercado de trabalho moderno. Embora existam desafios significativos, as iniciativas já implementadas mostram um caminho promissor. Continuar a investir em infraestrutura, formação contínua e promoção de uma cultura de inovação garantirá que a educação em Engenharia de Produção na região se alinhe com as demandas tecnológicas emergentes, contribuindo para o desenvolvimento da Amazônia Ocidental.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **Educação em Engenharia de Produção**. Disponível em: <https://www.abepro.org.br>. Acesso em: 9 jul. 2024.

ABIR, A. Z. M. N.. **Industry 4.0 Technologies for a Data-Driven, Secure, Green and Circular Manufacturing Economy**. In: 2024 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech). IEEE, 2024. p. 26-31.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Indústria 4.0: Segmentos ou Nichos com maior potencial para o desenvolvimento tecnológico**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022.

CARVALHO, M. M.; OLIVEIRA, O. P. **Avaliação da Qualidade dos Cursos de Engenharia de Produção no Brasil**. Revista Brasileira de Educação em Engenharia, v. 41, n. 1, p. 73-88, 2019.

COLARES, A. A. **História da educação na Amazônia - Questões de Natureza Teórico-metodológicas: críticas e proposições**. Revista Histedbr On-Line, [S.L.], v. 11, n. 43, p. 187-202, jul. 2012.

CUNHA, G. D. **Um panorama atual da Engenharia da Produção no Brasil**. Porto Alegre: [s.n.], 2002.

GONÇALVES, R. M.; CARVALHO, M. C. A. **Desafios da educação na/da/para a Amazônia**. Revista Teias, [S.L.], v. 21, n. 61, p. 3-6, maio, 2020.

GROSSI, M. G. R. *et al.* **Aplicação dos pilares da indústria 4.0 na educação**. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, v. 16, n. 47, p. 63 - 74, dez, 2021.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: 9 jul. 2024.

KANG, H. S. *et al.* **Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions**. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, v. 3, n. 1, p. 111-128, 2016.

KLIMENT, M. *et al.* **Application of TestBed 4.0 Technology within the Implementation of Industry 4.0 in Teaching Methods of Industrial Engineering as Well as Industrial Practice**. Sustainability, v. 13, n. 8, p. 963, 2021.

OLIVEIRA, V. F. *et al.* **Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil**. Revista de ensino de engenharia, v. 32, n. 3, p. 37-56, 2013.

MOEUF, A. *et al.* **The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0**. International Journal of Production Research, v. 56, n. 3, p. 1118-1136, 2018.

NGUYEN, T. *et al.* **Educational approach for integrating Industry 4.0 technologies in engineering curriculum**. Journal of Engineering Education, v. 112, n. 2, p. 259-273, 2023.

PATTANAPAIROJ, S. *et al.* **A gap study between employers' expectations and current competencies of master's degree students in industrial engineering under Industry 4.0**. Production Engineering Archives, v. 27, n. 1, p. 50-57, 2021.

PEIXOTO, A. L. A.; MATTA, L. G. **Desafios da indústria 4.0 para a educação em um mundo pós-pandemia.** Revista Produção e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, v. 9, e. 648, p. 1-15, 2023.

SILVA, R. *et al.* **Collaborative laboratories and interdisciplinary projects:** Key factors for engineering education in the modern job market. Engineering Education Journal, v. 20, n. 4, p. 305-318, 2023.

SOLANKI, S. M. **Industry 4.0 and Smart Manufacturing:** Exploring the integration of advanced technologies in manufacturing. Revista Review Index Journal of Multidisciplinary, v. 3, n. 2, p. 36-46, 2023.

SOMMER, L. **Industrial revolution - Industry 4.0:** Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution?. Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM), v. 8, n. 5, p. 1512-1532, 2015.

STEVAN JUNIOR, S. L.; LEME, M. O.; SANTOS, M. M. D. **Indústria 4.0:** Fundamentos, perspectivas e aplicações. Editora Érica, 2018.

TORTORELLA, G. *et al.* **Teaching and learning of Industry 4.0:** expectations, drivers, and barriers from a Knowledge Management perspective. **Preprint**, 2020.

TORTORELLA, G. L. *et al.* **Readiness of Brazilian Industrial Engineering postgraduate programs for Industry 4.0:** A knowledge dimensions assessment. Computer Applications in Engineering Education, v. 30, n. 3, p. 514-528, 2022.

Universidade Federal de Rondônia. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Produção.** Cacoal: UNIR, 2023. 233 p.

Universidade Federal do Amazonas. **Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção.** Manaus: UFAM, 2018. 239 p.

WAGHANNA, P. *et al.* **Effects of Adopting Industry 4.0 on a Manufacturing Plant.** In: **2024 11th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO).** IEEE, 2024. p. 1-6.

WEYER, S. *et al.* **Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems.** IFAC-PapersOnLine, v. 48, n. 3, p. 579-584, 2015.