

SUBSETOR DE DUAS RODAS E FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NO AMAZONAS: UMA ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE INDICADORES INDUSTRIAIS E EDUCACIONAIS (2020–2024)

TWO-WHEELER SUBSECTOR AND ENGINEERING EDUCATION IN AMAZONAS: AN ANALYSIS OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN INDUSTRIAL AND EDUCATIONAL INDICATORS (2020–2024)

SUBSECTOR DE DOS RUEDAS Y FORMACIÓN EN INGENIERÍA EN AMAZONAS: UN ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE INDICADORES INDUSTRIALES Y EDUCATIVOS (2020–2024)

Francisco Canindé de Paiva¹, Antonio Geraldo Harb²

DOI: 10.54899/dcs.v23i94.6810

Recibido: 27/08/2026 | Aceptado: 28/08/2026 | Publicación en línea: 09/09/2026.

RESUMO

O estudo analisou as relações entre os indicadores de crescimento do subsetor de Duas Rodas do Polo Industrial de Manaus (PIM) e o desempenho dos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia no estado do Amazonas, no período de 2020 a 2024. A pesquisa, de abordagem quantitativa e caráter descritivo, utilizou dados secundários da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) e dos Microdados do Censo da Educação Superior do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Foram considerados, como indicadores industriais, produção, faturamento e mão de obra e, como indicadores educacionais, matrículas, ingressantes e concluintes. As nove relações resultantes da combinação dessas variáveis foram analisadas por regressão linear simples e pelos coeficientes de correlação de Pearson e Spearman, adotando-se nível de significância de 5%. Os resultados evidenciaram crescimento dos indicadores industriais, enquanto matrículas e ingressantes apresentaram comportamento oscilatório e os concluintes, tendência geral de redução. Não foram identificadas associações estatisticamente significativas entre os indicadores industriais e matrículas ou ingressantes. Para os concluintes, observaram-se associações negativas de elevada magnitude: pelo coeficiente de Pearson, mão de obra e concluintes apresentaram relação estatisticamente significativa; pelo coeficiente de Spearman, as três relações envolvendo concluintes foram negativas, fortes e significativas. Conclui-se que não foi identificada relação estatisticamente significativa e uniforme entre a expansão do subsetor de Duas Rodas e o conjunto dos indicadores educacionais analisados, destacando-se uma associação inversa entre expansão industrial e número de concluintes. Os resultados possuem caráter exploratório, considerando o reduzido número de observações.

Palavras-chave: Educação em Engenharia. Polo Industrial de Manaus. Indústria de Duas Rodas.

¹ Mestre em Pesquisa Operacional, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
E-mail: fdpaiva10@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-4449-3082>

² Doutor em Gestão Estratégica, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.
E-mail: aharb@uea.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6122-3123>

Indicadores Educacionais. Desenvolvimento Industrial.

ABSTRACT

This study analyzed the relationships between the growth indicators of the Two-Wheeler subsector of the Manaus Free Trade Zone Industrial Hub (PIM) and the performance of educational indicators in Engineering programs in the state of Amazonas from 2020 to 2024. Conducting a quantitative and descriptive research approach, the study utilized secondary data from the Superintendency of the Manaus Free Trade Zone (SUFRAMA) and microdata from the Higher Education Census of the Anísio Teixeira National Institute for Educational Studies and Research (INEP). Industrial indicators included production, revenue, and workforce, while educational indicators comprised enrollments, new entrants, and graduates. The nine relationships resulting from combining these variables were analyzed using simple linear regression alongside Pearson and Spearman correlation coefficients, applying a 5% significance level. The results revealed growth across industrial indicators, whereas enrollments and new entrants exhibited oscillatory behavior, and graduates showed a general declining trend. No statistically significant associations were identified between industrial indicators and enrollments or new entrants. For graduates, strong negative associations were observed: according to the Pearson coefficient, workforce and graduates showed a statistically significant relationship; according to the Spearman coefficient, all three relationships involving graduates were negative, strong, and statistically significant. The study concludes that no statistically significant and uniform relationship was identified between the expansion of the Two-Wheeler subsector and the overall set of educational indicators analyzed, highlighting an inverse association between industrial expansion and the number of engineering graduates. Given the limited number of observations, these findings carry an exploratory character.

Keywords: Engineering Education. Manaus Industrial Pole. Two-Wheeler Industry. Educational Indicators. Industrial Development.

RESUMEN

El Polo Industrial de Manaus (PIM) constituye uno de los principales centros industriales de Brasil, destacándose el subsector de Dos Ruedas por su relevancia económica, tecnológica y en la generación de empleo. En este contexto, este estudio tuvo como objetivo analizar las relaciones entre los indicadores de crecimiento del subsector de Dos Ruedas y el desempeño de los indicadores educativos de los cursos de Ingeniería en el estado de Amazonas, durante el período 2020–2024. La investigación se caracteriza por un enfoque cuantitativo, descriptivo y exploratorio, utilizando datos secundarios procedentes de la Superintendencia de la Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) y del Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas Anísio Teixeira (INEP). Se analizaron nueve relaciones entre los indicadores industriales —producción, facturación y mano de obra— y los indicadores educativos —matrículas, estudiantes de nuevo ingreso y graduados— mediante regresión lineal simple y los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, con un nivel de significación del 5 %. Los resultados no mostraron asociaciones estadísticamente significativas para las matrículas y los estudiantes de nuevo ingreso. En cuanto a los graduados, la correlación de Pearson indicó significación únicamente en la relación con la mano de obra, mientras que la correlación de Spearman mostró asociaciones negativas y estadísticamente significativas con los tres indicadores industriales. Los hallazgos evidencian una relación inversa entre la expansión del subsector y la evolución del número de

graduados en Ingeniería, sin que ello implique causalidad.

Palabras clave: Educación en Ingeniería. Polo Industrial de Manaus. Industria de dos Ruedas. Indicadores Educativos. Desarrollo Industrial.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O Polo Industrial de Manaus (PIM) constitui importante componente da estrutura econômica e industrial do Estado do Amazonas, reunindo diferentes segmentos produtivos, entre os quais se destaca o subsetor de Duas Rodas. Além de sua contribuição para a geração de emprego e renda, o PIM está inserido em um ambiente de transformação tecnológica, marcado pela automação, digitalização dos processos e novas formas de organização da produção (SUFRAMA, 2023; CNI, 2022).

Esse processo amplia a importância da formação de capital humano qualificado para atuar em atividades relacionadas à produção, otimização de processos, inovação e adaptação tecnológica, conferindo às instituições de ensino superior papel relevante na formação de profissionais capazes de atender às demandas do setor produtivo. Nesse contexto, os cursos de Engenharia apresentam competências potencialmente relacionadas às necessidades operacionais, tecnológicas e gerenciais do PIM.

Entretanto, a expansão industrial não implica necessariamente crescimento proporcional ou contemporâneo dos indicadores de formação superior. Matrículas, ingressantes e concluintes representam etapas distintas do fluxo acadêmico e podem responder de maneira diferente às transformações econômicas e produtivas. Torna-se, portanto, relevante investigar se a expansão industrial observada no Amazonas encontra correspondência na evolução dos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia.

Nesse contexto, permanece pouco esclarecido em que medida a evolução da atividade industrial do subsetor de Duas Rodas encontra correspondência no comportamento dos indicadores de formação em Engenharia no Amazonas, especialmente quando consideradas as diferentes temporalidades dos processos produtivos e educacionais. Diante desse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa: **existe relação estatisticamente significativa entre**

os indicadores de crescimento do subsetor de Duas Rodas do Polo Industrial de Manaus e a evolução dos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia no estado do Amazonas?

O estudo tem como objetivo geral **identificar padrões e analisar as correlações estatísticas entre os indicadores de crescimento do subsetor de Duas Rodas e o desempenho dos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia no estado do Amazonas**. Especificamente, busca-se: (a) caracterizar aspectos do subsetor relacionados às demandas tecnológicas e à formação de capital humano; (b) mapear a evolução da produção, faturamento e mão de obra; (c) levantar os indicadores de matrículas, ingressantes e concluintes; e (d) analisar o grau de correlação e convergência entre a expansão do subsetor e a evolução desses indicadores educacionais.

Para tanto, adotou-se abordagem quantitativa e descritiva, com dados da SUFRAMA e dos Microdados do Censo da Educação Superior/INEP referentes ao período de 2020 a 2024. Foram analisadas a evolução temporal das variáveis, regressões lineares e medidas de correlação, buscando compreender as relações entre desempenho industrial e formação superior em Engenharia no contexto amazonense.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Papel da Educação Superior no Brasil: Desenvolvimento e Transformação Social

A trajetória da educação superior no Brasil acompanha as transformações econômicas, políticas e sociais do país. Inicialmente concentrado na formação profissional em carreiras tradicionais, o ensino superior passou gradativamente a assumir funções mais amplas relacionadas à produção do conhecimento, à qualificação profissional e ao desenvolvimento nacional (Cunha, 2007; Romanelli, 2014).

O processo de industrialização e modernização econômica ampliou a demanda por profissionais qualificados e por capacidade científica e tecnológica. Nesse contexto, as instituições de ensino superior passaram a desempenhar papel relevante não apenas na formação profissional, mas também na produção de conhecimento e na busca de soluções para problemas associados ao desenvolvimento econômico e social (Miceli, 2001; Teixeira, 2010).

Ao longo das décadas seguintes, mudanças institucionais e políticas de expansão contribuíram para ampliar e diversificar o acesso à educação superior brasileira. Apesar desse

processo, permanecem desafios relacionados às desigualdades regionais, à qualidade da formação e à articulação entre ensino, desenvolvimento tecnológico e setor produtivo (Sguissardi, 2008; Mccowan, 2007).

Nesse cenário, a educação superior assume importância estratégica para a formação de capital humano e para a capacidade de desenvolvimento científico e tecnológico das diferentes regiões brasileiras. Essa relação mostra-se particularmente relevante em áreas diretamente vinculadas à atividade industrial e à inovação, como a **Engenharia**, cuja formação precisa acompanhar as transformações tecnológicas e as demandas do setor produtivo (Teixeira, 2010; Sguissardi, 2008).

Educação em Engenharia e as Demandas do Mercado de Trabalho Contemporâneo

A formação em Engenharia desempenha papel relevante no desenvolvimento econômico, industrial e tecnológico. Historicamente estruturada com forte ênfase técnico-científica e na resolução de problemas, essa formação vem sendo pressionada pelas transformações do mundo do trabalho, que demandam maior integração entre conhecimentos acadêmicos, contexto socioeconômico e prática profissional. Nesse cenário, as instituições de ensino superior são desafiadas a adequar seus processos formativos às novas exigências profissionais e tecnológicas (Andrade; Siqueira; Prates, 2012).

Com o avanço da Indústria 4.0 e da digitalização dos processos produtivos, o domínio das competências técnicas permanece essencial, mas deixa de ser suficiente. O engenheiro passa a atuar em ambientes complexos, multidisciplinares e sujeitos a rápidas mudanças, tornando relevantes competências como comunicação, liderança, visão sistêmica e capacidade de tomada de decisão. Dessa forma, a formação acadêmica deve articular conhecimentos técnico-científicos e competências comportamentais requeridas pelo ambiente profissional contemporâneo (Bazzo, 2020; CNI, 2025).

No contexto brasileiro, a relação entre formação acadêmica e setor produtivo ainda apresenta desafios, especialmente quanto à correspondência entre as competências desenvolvidas nos cursos e aquelas demandadas pelas transformações tecnológicas da indústria. Estudos da Confederação Nacional da Indústria apontam dificuldades relacionadas à disponibilidade de profissionais com determinadas competências práticas e tecnológicas, reforçando a importância da aproximação entre instituições de ensino, centros de pesquisa e empresas (CNI, 2018). Nesse

processo, metodologias de aprendizagem orientadas a problemas e projetos podem aproximar os estudantes de situações profissionais e estimular pensamento crítico, criatividade e trabalho em equipe (Bacich, 2017; Moran, 2017).

Além das transformações tecnológicas, a formação contemporânea em Engenharia incorpora desafios relacionados à sustentabilidade, à transição energética e à responsabilidade socioambiental, ampliando o conjunto de competências necessárias à atuação profissional (Tonso, 2003). Assim, a articulação entre formação acadêmica e setor produtivo constitui elemento relevante para preparar profissionais capazes de responder às mudanças tecnológicas, econômicas e socioambientais que caracterizam os ambientes industriais contemporâneos (Bazzo, 2020; Bacich, 2017; Moran, 2017).

Expansão ou Retração nas Engenharias

Nas últimas décadas, a formação em Engenharia no Brasil foi influenciada por transformações econômicas, expansão do ensino superior, investimentos em infraestrutura e oscilações do mercado de trabalho. Essas mudanças afetaram tanto o contingente de estudantes e graduados quanto as possibilidades de inserção profissional dos engenheiros, evidenciando a sensibilidade da área às condições econômicas e produtivas do país (IPEA, 2014; CNI, 2018; INEP, 2023).

Dados do Censo da Educação Superior indicam expressivo volume de matrículas nos cursos de Engenharia, com participação relevante de áreas como Engenharia Civil, Engenharia de Produção e Engenharia Elétrica. Entretanto, o número de diplomados apresentou oscilações ao longo da última década, indicando que a expansão do acesso não se traduz necessariamente em crescimento contínuo das conclusões. Os registros profissionais do sistema CONFEA/CREA também apresentam variações, especialmente a partir de 2014, acompanhando um período de mudanças nas condições econômicas e no mercado de trabalho brasileiro (INEP, 2023; CONFEA, 2022).

A relação entre formação e exercício profissional também envolve uma dimensão temporal. Dados do CONFEA indicam que a evolução dos novos registros profissionais acompanha apenas parcialmente a trajetória dos diplomados, sugerindo que a conclusão do curso e o ingresso formal no exercício profissional não ocorrem necessariamente no mesmo período (CONFEA, 2024). Essa defasagem constitui aspecto relevante na análise das relações entre

formação em Engenharia e dinâmica do setor produtivo.

Nesse contexto, a evolução dos indicadores de formação em Engenharia deve ser analisada considerando não apenas a expansão das atividades econômicas, mas também fatores educacionais, institucionais e temporais que podem influenciar matrículas, ingresso, conclusão e inserção profissional. Essa perspectiva é particularmente importante em estudos que buscam relacionar indicadores educacionais às transformações contemporâneas da atividade industrial.

As Desigualdades Regionais da Engenharia

A análise espacial dos dados revela uma acentuada disparidade regional na distribuição de profissionais registrados, observando-se que a Região Sudeste concentra mais de 45% do total de registros ativos no sistema CONFEA/CREA, em contraposição à Região Norte, que responde por menos de 5% desse montante (CONFEA, 2024). Essa assimetria relaciona-se à distribuição desigual das instituições de ensino superior, da infraestrutura econômica e dos investimentos produtivos entre as regiões brasileiras, dinâmica também evidenciada pelos dados recentes sobre a distribuição regional do ensino superior no país (SEMESP, 2026).

Nesse contexto, a formação e a disponibilidade de profissionais de Engenharia assumem particular relevância em regiões nas quais o desenvolvimento econômico depende de atividades industriais e de capacidade tecnológica. A redução das desigualdades regionais requer, portanto, maior articulação entre formação superior e necessidades econômicas e sociais específicas de cada território.

Engenharia e Desenvolvimento Econômico e Industrial

A formação e a inserção profissional de engenheiros mantêm estreita relação com a dinâmica econômica e os investimentos produtivos. No Brasil, períodos de expansão dos investimentos em infraestrutura estiveram associados ao aumento da demanda por profissionais de Engenharia, enquanto períodos de retração econômica reduziram a capacidade de absorção desses profissionais pelo mercado de trabalho (IPEA, 2018; CONFEA, 2022). Essa dinâmica evidencia a sensibilidade da Engenharia às condições econômicas e às estratégias de desenvolvimento do país (Nassif; Feijó; Araújo, 2015).

Nesse contexto, a disponibilidade de profissionais qualificados constitui elemento

relevante para a capacidade de incorporação de tecnologias e para o desenvolvimento das atividades produtivas. Entretanto, a existência de diplomados não implica sua absorção imediata pelo mercado, uma vez que a relação entre formação acadêmica e atividade industrial é condicionada por fatores econômicos, tecnológicos e institucionais. Projeções recentes para o mercado de trabalho industrial brasileiro reforçam a importância da qualificação profissional diante da difusão de novas tecnologias e das mudanças organizacionais nas cadeias produtivas (CNI, 2024).

Assim, a articulação entre formação em Engenharia, desenvolvimento tecnológico e necessidades do setor produtivo assume importância estratégica para economias com forte presença industrial. Essa relação torna-se particularmente relevante no Amazonas, onde o Polo Industrial de Manaus representa importante componente da estrutura econômica regional e demanda profissionais capazes de atuar em ambientes produtivos sujeitos a contínuas transformações tecnológicas.

Polo Industrial de Manaus e Formação de Capital Humano no Amazonas

O Polo Industrial de Manaus (PIM) constitui importante componente da estrutura econômica e industrial do Estado do Amazonas, concentrando empresas de diferentes segmentos, entre os quais se destaca o subsetor de Duas Rodas (SUFRAMA, 2023). Além da geração de emprego e renda, o modelo desempenha papel relevante no desenvolvimento regional e na manutenção de uma alternativa econômica baseada na atividade industrial (Rivas; Mota; Machado, 2009).

A incorporação de automação, digitalização e tecnologias associadas à Indústria 4.0 amplia a necessidade de profissionais qualificados para atuar em processos produtivos cada vez mais complexos. Nesse ambiente, são requeridas competências relacionadas não apenas à operação e manutenção de sistemas, mas também à otimização de processos, inovação e adaptação tecnológica (CNI, 2022; Schwab, 2018; Almeida et al., 2026).

Nesse contexto, as instituições de ensino superior desempenham papel relevante na formação do capital humano demandado pelo ambiente produtivo regional (UFAM, 2021). Entre as diferentes áreas de formação, os cursos de Engenharia apresentam competências potencialmente relacionadas às necessidades operacionais, tecnológicas e gerenciais do PIM. Áreas como Engenharia de Produção, Elétrica, Eletrônica, Mecânica e Computação possuem

conhecimentos aplicáveis aos processos industriais, à inovação e à resolução de problemas complexos (CONFEA, 2022; Bazzo; Pereira, 2017).

A relação entre formação superior e atividade industrial, entretanto, não deve ser compreendida como automática ou contemporânea. A evolução dos indicadores educacionais pode ser condicionada por fatores acadêmicos, econômicos e institucionais e apresentar temporalidades distintas daquelas observadas nos indicadores industriais. Assim, o crescimento da atividade produtiva não implica necessariamente aumento proporcional e imediato de matrículas, ingressantes ou concluintes.

Diante dessa perspectiva, a análise conjunta da evolução dos indicadores do subsetor de Duas Rodas e dos cursos de Engenharia torna-se relevante para identificar possíveis aproximações ou assimetrias entre a dinâmica industrial e a formação de capital humano no Amazonas. Essa relação constitui o eixo empírico investigado neste estudo, considerando produção, faturamento e mão de obra, de um lado, e matrículas, ingressantes e concluintes, de outro.

METODOLOGIA

Caracterização da Pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como descritiva, de abordagem quantitativa e baseada em dados secundários, tendo como unidade de análise o Estado do Amazonas e como recorte temporal o período de 2020 a 2024. O estudo buscou identificar padrões e analisar as associações entre indicadores de desempenho do subsetor de Duas Rodas do Polo Industrial de Manaus (PIM) e indicadores educacionais dos cursos de Engenharia ofertados no estado.

A escolha da abordagem quantitativa decorreu da natureza das variáveis investigadas e do objetivo de examinar estatisticamente seus comportamentos ao longo do período. O caráter descritivo permitiu inicialmente identificar tendências e variações dos indicadores industriais e educacionais e, posteriormente, analisar as relações existentes entre eles.

Fontes e Coleta dos Dados

Foram utilizadas duas bases principais de dados secundários. Os indicadores referentes ao

subsetor de Duas Rodas foram obtidos em publicações e bases estatísticas da Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA). Para representar o desempenho industrial, foram selecionadas as variáveis *produção*, *faturamento* e *mão de obra*, observadas anualmente entre 2020 e 2024.

Os indicadores educacionais foram obtidos a partir dos Microdados do Censo da Educação Superior, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Foram considerados todos os cursos de Engenharia em funcionamento regular no Estado do Amazonas contemplados na base de dados, no período de 2020 a 2024. Para cada ano, os dados foram agregados para obtenção dos quantitativos totais de *matrículas*, *ingressantes* e *concluintes*, utilizados como indicadores educacionais da pesquisa.

Variáveis e Organização da Análise

As variáveis foram organizadas em dois grupos. O primeiro correspondeu aos indicadores industriais do subsetor de Duas Rodas: *produção (PROD)*, *faturamento (FAT)* e *mão de obra (MOB)*. O segundo reuniu os indicadores educacionais: *matrículas (MAT)*, *ingressantes (ING)* e *concluintes (CONC)*.

A combinação entre os dois grupos originou *nove relações de análise*:

PROD×MAT	PROD×ING	PROD×CONC
FAT×MAT	FAT×ING	FAT×CONC
MOB×MAT	MOB×ING	MOB×CONC.

Inicialmente, os dados foram organizados em séries anuais e submetidos à análise descritiva e gráfica, com a finalidade de identificar tendências, oscilações e possíveis padrões de comportamento entre os indicadores.

Procedimentos Estatísticos

Para cada uma das nove relações foi ajustado um *modelo de regressão linear simples*, representado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (1)$$

em que

Y representa o indicador educacional, X o indicador industrial, β_0 o intercepto, o β_1 coeficiente angular e o ε termo de erro.

Para cada ajuste foi calculado o coeficiente de determinação (R^2), utilizado para avaliar a proporção da variabilidade do indicador educacional associada ao ajuste linear com o respectivo indicador industrial.

As associações entre as variáveis também foram avaliadas pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), utilizado para mensurar a direção e a intensidade da associação linear. Como análise complementar, empregou-se o coeficiente de correlação de Spearman (ρ), de natureza não paramétrica, para avaliar a associação monotônica entre as variáveis e verificar a consistência dos padrões identificados pela análise linear.

Para os testes de correlação foi adotado nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). Assim, valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Os coeficientes foram interpretados considerando conjuntamente sua magnitude, direção e significância estatística.

O tratamento dos dados e os procedimentos estatísticos foram realizados em *ambiente computacional Python*, empregado na organização das bases, elaboração das representações gráficas, ajuste dos modelos de regressão linear, cálculo dos coeficientes de determinação (R^2) e obtenção dos coeficientes de correlação de Pearson e Spearman e respectivos níveis de significância.

Delimitação Analítica

O conjunto de dados compreendeu cinco observações anuais ($n = 5$) para cada variável. Em razão do reduzido tamanho da série temporal, as análises estatísticas foram conduzidas com finalidade predominantemente exploratória, sendo os resultados interpretados com cautela.

As associações identificadas não foram consideradas evidências de causalidade entre o desempenho do subsetor industrial e os indicadores educacionais. Além disso, reconheceu-se que os processos de ingresso, matrícula e conclusão no ensino superior apresentam temporalidades distintas e podem estar sujeitos a defasagens em relação às mudanças observadas na atividade industrial.

RESULTADOS

Organização e Apresentação da Base de Dados

A análise integrou os indicadores do subsetor de Duas Rodas do Polo Industrial de Manaus — produção, faturamento e mão de obra — aos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia em funcionamento regular no Estado do Amazonas — matrículas, ingressantes e concluintes — no período de 2020 a 2024.

A produção corresponde à categoria agregada de motocicletas, motonetas e ciclomotos adotada pela SUFRAMA; o faturamento foi considerado em valores nominais anuais e a mão de obra correspondeu ao contingente de trabalhadores do subsetor.

Tabela 1 – Indicadores Industriais e Educacionais Utilizados no Estudo, 2020–2024

Ano	Produção (unid.)	Faturamento (R\$)	Mão de Obra	Matrículas	Ingressantes	Concluintes
2020	966.624	14.653.164.745	16.381	11.165	3.647	1.788
2021	1.215.775	20.062.787.360	17.339	14.494	2.911	1.456
2022	1.431.237	26.122.553.110	18.362	13.018	2.808	1.690
2023	1.622.244	30.829.186.336	20.881	13.850	3.799	1.203
2024	1.831.600	36.477.846.579	23.286	12.209	3.340	1.086

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da SUFRAMA e nos Microdados do Censo da Educação Superior/INEP (2020–2024)

A Tabela 1 reúne a base consolidada utilizada nas análises subsequentes. Os indicadores industriais e educacionais apresentam comportamentos distintos ao longo do período, cuja evolução é examinada nas Subseções 4.2 e 4.3.

Evolução dos Indicadores do Subsetor de Duas Rodas

Os indicadores industriais evidenciam trajetória de expansão do subsetor de Duas Rodas entre 2020 e 2024. A produção passou de 966.624 unidades, em 2020, para 1.831.600 unidades, em 2024. No mesmo período, o faturamento aumentou de aproximadamente R\$ 14,65 bilhões para R\$ 36,48 bilhões, enquanto a mão de obra passou de 16.381 para 23.286 trabalhadores.

Em conjunto, os três indicadores caracterizam uma trajetória industrial predominantemente crescente no período analisado, abrangendo as dimensões produtiva, econômica e ocupacional do subsetor. Essa evolução constitui a base para a comparação com os indicadores educacionais e para a análise posterior das relações entre a dinâmica industrial e o

comportamento das matrículas, dos ingressantes e dos concluintes nos cursos de Engenharia.

Evolução dos Indicadores dos Cursos de Engenharia

Os indicadores educacionais dos cursos de Engenharia no Estado do Amazonas apresentaram comportamento distinto daquele observado no subsetor de Duas Rodas entre 2020 e 2024. Enquanto os indicadores industriais mostraram trajetória predominantemente crescente, matrículas, ingressantes e concluintes apresentaram comportamentos diferenciados ao longo do período.

As matrículas passaram de 11.165, em 2020, para 14.494, em 2021, maior valor da série, encerrando o período com 12.209 registros em 2024. Embora esse quantitativo tenha permanecido superior ao observado no início da série, a trajetória foi marcada por oscilações, sem crescimento contínuo. Os ingressantes apresentaram comportamento semelhante: passaram de 3.647, em 2020, para 2.808, em 2022, atingiram o maior valor da série em 2023, com 3.799 ingressantes, e recuaram para 3.340 em 2024.

Os concluintes apresentaram comportamento distinto. O número passou de 1.788, em 2020, para 1.456, em 2021, registrou recuperação para 1.690 em 2022 e, posteriormente, reduziu-se para 1.203 em 2023 e 1.086 em 2024, menor valor da série. Apesar da recuperação pontual observada em 2022, verificou-se tendência geral de redução, correspondente a aproximadamente **39,3% entre 2020 e 2024**.

Em síntese, matrículas e ingressantes apresentaram trajetórias oscilatórias, enquanto os concluintes exibiram tendência predominantemente decrescente. Essa diferenciação em relação à expansão dos indicadores industriais fundamenta o exame, nas subseções seguintes, das relações estatísticas entre os dois grupos de variáveis.

Análise das Relações entre os Indicadores Industriais e os Indicadores Educacionais

Foram analisadas nove relações resultantes da combinação entre os indicadores industriais, produção, faturamento e mão de obra; e os indicadores educacionais, matrículas, ingressantes e concluintes. Para cada relação foi ajustado um modelo de regressão linear simples, utilizando-se o coeficiente de determinação (R^2) como medida descritiva da aderência do ajuste linear. A significância estatística das associações é examinada na Subseção 4.5.

Quadro 1 - Relações Formadas pela Combinação das Três Variáveis Industriais com as Três Variáveis Educacionais

Relação	R^2	Pearson r	p Pearson	Spearman ρ	p Spearman
Produção x Matrículas	0,0435	0,2087	0,7363	0,1000	0,8729
Produção x Ingressantes	0,0033	0,0575	0,9268	0,1000	0,8729
Produção x Concluintes	0,7404	-0,8604	0,0613	-0,9000	0,0374
Faturamento x Matrículas	0,0286	0,1692	0,7856	0,1000	0,8729
Faturamento x Ingressantes	0,0058	0,0759	0,9034	0,1000	0,8729
Faturamento x Concluintes	0,7247	-0,8513	0,0673	-0,9000	0,0374
Mão de obra x Matrículas	0,0016	0,0397	0,9495	0,1000	0,8729
Mão de obra x Ingressantes	0,0557	0,2360	0,7024	0,1000	0,8729
Mão de obra x Concluintes	0,8141	-0,9023	0,0361	-0,9000	0,0374

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da SUFRAMA e nos Microdados do Censo da Educação Superior/INEP (2020 – 2024)

Produção e Indicadores Educacionais

As relações da produção com matrículas ($R^2 = 0,0435$) e ingressantes ($R^2 = 0,0033$) apresentaram reduzida aderência linear. Em contraste, a relação com concluintes apresentou $R^2 = 0,7404$ e coeficiente angular negativo, evidenciando comportamento inverso entre o crescimento da produção e a tendência de redução dos concluintes.

Faturamento e Indicadores Educacionais

O faturamento apresentou padrão semelhante: as relações com matrículas ($R^2 = 0,0286$) e ingressantes ($R^2 = 0,0058$) revelaram baixa aderência linear, enquanto a relação com concluintes apresentou $R^2 = 0,7247$ e coeficiente angular negativo, indicando comportamento inverso entre as variáveis.

Mão de Obra e Indicadores Educacionais

As relações da mão de obra com matrículas ($R^2 = 0,0016$) e ingressantes ($R^2 = 0,0557$) também apresentaram reduzida aderência linear. A relação com concluintes apresentou $R^2 = 0,8141$, o maior coeficiente de determinação entre as nove combinações, acompanhado de coeficiente angular negativo.

As nove regressões evidenciam, portanto, dois padrões: baixa aderência linear nas seis relações envolvendo matrículas e ingressantes e maior aderência nas três relações envolvendo concluintes, todas com inclinação negativa. A significância estatística dessas associações é examinada na subseção seguinte pelos coeficientes de Pearson e Spearman.

Análise das Correlações

Após a análise das regressões lineares, foram examinadas as nove relações por meio dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de Spearman (ρ), considerando conjuntamente magnitude, direção e significância estatística.

Correlação de Pearson

Os resultados obtidos pelo coeficiente de Pearson evidenciaram diferenças entre os indicadores educacionais. As relações envolvendo matrículas apresentaram coeficientes positivos de baixa magnitude: produção ($r = 0,2087$; $p = 0,7363$), faturamento ($r = 0,1692$; $p = 0,7856$) e mão de obra ($r = 0,0397$; $p = 0,9495$).

Comportamento semelhante foi observado para os ingressantes. As correlações com produção ($r = 0,0575$; $p = 0,9268$), faturamento ($r = 0,0759$; $p = 0,9034$) e mão de obra ($r = 0,2360$; $p = 0,7024$) apresentaram baixa magnitude e não foram estatisticamente significativas ao nível de 5%. Considerando conjuntamente os resultados referentes às matrículas e aos ingressantes, nenhuma das seis relações analisadas apresentou significância estatística ($p > 0,05$).

As relações envolvendo **concluintes**, entretanto, apresentaram comportamento distinto. Foram observadas correlações negativas de elevada magnitude com produção ($r = -0,8604$; $p = 0,0613$), faturamento ($r = -0,8513$; $p = 0,0673$) e mão de obra ($r = -0,9023$; $p = 0,0361$). Entre elas, apenas a relação mão de obra $\times$ concluintes atingiu significância estatística ao nível de 5%.

As relações com produção e faturamento, embora fortes e próximas do limite convencional de significância, apresentaram $p > 0,05$ e, portanto, não devem ser classificadas como estatisticamente significativas segundo o critério adotado.

Análise Complementar pelo Coeficiente de Spearman

Considerando o tamanho reduzido da série temporal e a possibilidade de associações monotônicas não adequadamente representadas pela linearidade, empregou-se complementarmente o coeficiente de *Spearman*. Para matrículas e ingressantes, as relações com produção, faturamento e mão de obra apresentaram $\rho = 0,1000$ e $p = 0,8729$, não indicando associações monotônicas estatisticamente significativas.

Para os **concluintes**, o resultado foi substancialmente diferente. As três relações produção $\times$ concluintes, faturamento $\times$ concluintes e mão de obra $\times$ concluintes apresentaram $\rho = -0,9000$ e $p = 0,0374$. Dessa forma, pelo coeficiente de *Spearman*, verificaram-se associações monotônicas negativas fortes e estatisticamente significativas entre os três indicadores industriais e o número de concluintes.

A convergência entre Pearson e Spearman quanto à direção das associações reforça o padrão inverso observado para os concluintes. Entretanto, a diferença quanto à significância de produção e faturamento evidencia a sensibilidade dos resultados ao método empregado, aspecto particularmente relevante diante do reduzido número de observações.

Síntese das Correlações

O conjunto das análises permite identificar dois padrões principais. O primeiro corresponde às **matrículas e aos ingressantes**, para os quais não foram encontradas evidências de associação estatisticamente significativa com produção, faturamento ou mão de obra, tanto pelo coeficiente de Pearson quanto pelo de Spearman.

O segundo padrão refere-se aos **concluintes**, que apresentaram associações negativas de elevada magnitude com os três indicadores industriais. Pelo coeficiente de Pearson, apenas mão de obra $\times$ concluintes apresentou significância estatística ao nível de 5%, enquanto, pelo coeficiente de Spearman, as três relações envolvendo concluintes foram fortes, negativas e estatisticamente significativas.

Assim, os resultados não evidenciam uma relação uniforme entre a expansão do subsetor de Duas Rodas e o conjunto dos indicadores educacionais. Ao contrário, indicam comportamentos diferenciados conforme a etapa do fluxo acadêmico considerada, destacando-se a associação inversa entre os indicadores de expansão industrial e o número de concluintes. Em razão do reduzido número de observações, esses achados devem ser interpretados como evidências exploratórias de associação, sem implicação causal.

Quadro 2 – Síntese das Correlações

Relação	Pearson r	p	Spearman ρ	p	Resultado
Produção x Matrículas	0,2087	0,7363	0,1000	0,8729	Não significativa
Produção x Ingressantes	0,0575	0,9268	0,1000	0,8729	Não significativa
Produção x Concluintes	-0,8604	0,0613	-0,9000	0,0374	Significativa em Spearman
Faturamento x Matrículas	0,1692	0,7856	0,1000	0,8729	Não significativa
Faturamento x Ingressantes	0,0759	0,9034	0,1000	0,8729	Não significativa
Faturamento x Concluintes	-0,8513	0,0673	-0,9000	0,0374	Significativa em Spearman
Mão de obra x Matrículas	0,0397	0,9495	0,1000	0,8729	Não significativa
Mão de obra x Ingressantes	0,2360	0,7024	0,1000	0,8729	Não significativa
Mão de obra x Concluintes	-0,9023	0,0361	-0,9000	0,0374	Significativa em ambos

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Síntese dos Resultados

A análise dos indicadores referentes ao período de 2020 a 2024 evidenciou comportamentos distintos entre a dinâmica do subsetor de Duas Rodas e a evolução dos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia no Estado do Amazonas. Os indicadores industriais, produção, faturamento e mão de obra, apresentaram trajetória predominantemente crescente, enquanto matrículas e ingressantes exibiram oscilações ao longo do período. Os

concluintes, por sua vez, apresentaram tendência geral de redução, apesar da recuperação pontual observada em 2022.

As regressões lineares evidenciaram baixa aderência entre os indicadores industriais e matrículas e ingressantes, com reduzidos valores de R^2 . Em contraste, as três relações envolvendo concluintes apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,71 e inclinação negativa, indicando comportamento inverso entre a expansão dos indicadores industriais e a evolução do número de concluintes.

As análises de correlação confirmaram essa diferenciação. Para matrículas e ingressantes, não foram identificadas associações estatisticamente significativas com produção, faturamento ou mão de obra. Para os concluintes, foram observadas associações negativas de elevada magnitude: pelo coeficiente de Pearson, a relação entre mão de obra e concluintes foi estatisticamente significativa ao nível de 5%; pelo coeficiente de Spearman, as três relações envolvendo concluintes foram negativas, fortes e estatisticamente significativas. Considerando o reduzido número de observações ($n = 5$), esses resultados devem ser compreendidos como evidências exploratórias de associação, sem implicação de causalidade.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Expansão do Polo de Duas Rodas e Dinâmica da Formação em Engenharia

Os resultados evidenciam que a expansão dos indicadores do subsetor de Duas Rodas, entre 2020 e 2024, não foi acompanhada de maneira uniforme pelos indicadores dos cursos de Engenharia analisados. Enquanto produção, faturamento e mão de obra apresentaram trajetória predominantemente crescente, matrículas e ingressantes oscilaram e o número de concluintes apresentou tendência de redução. Esse comportamento revela uma assimetria contemporânea entre a dinâmica industrial e a formação acadêmica, sem que isso implique relação causal entre as variáveis.

A literatura destaca a importância da formação de capital humano qualificado para ambientes industriais caracterizados por crescente complexidade tecnológica e atribui às instituições de ensino superior papel relevante na formação dos profissionais demandados pelo setor produtivo. No contexto do Polo Industrial de Manaus, estudos recentes também evidenciam a importância da formação profissional diante da incorporação de automação, digitalização e

tecnologias associadas à Indústria 4.0 (Almeida et al., 2026). No PIM, os cursos de Engenharia apresentam competências potencialmente relacionadas às demandas operacionais, tecnológicas e gerenciais da atividade industrial. Entretanto, os resultados encontrados sugerem que essa relação não se manifesta necessariamente de forma imediata ou proporcional nos indicadores educacionais.

Essa ausência de correspondência direta deve ser considerada também em função das diferentes temporalidades do processo educacional. Matrícula, ingresso e conclusão representam etapas distintas da trajetória acadêmica, e os concluintes de determinado ano iniciaram sua formação em períodos anteriores. Assim, possíveis relações entre dinâmica industrial e formação de engenheiros podem envolver defasagens temporais que não são captadas integralmente por uma análise contemporânea das séries anuais.

Matrículas e Ingressantes: Ausência de Associação Estatística

As análises de regressão e correlação não evidenciaram associação estatisticamente significativa entre os indicadores industriais e as matrículas ou os ingressantes nos cursos de Engenharia considerados. Os baixos coeficientes de determinação e de correlação indicam que, no período de 2020 a 2024, as variações da produção, do faturamento e da mão de obra do subsetor de Duas Rodas não foram acompanhadas por alterações sistemáticas nesses dois indicadores educacionais. Assim, embora o desempenho industrial tenha apresentado trajetória predominantemente crescente, matrículas e ingressantes exibiram comportamento oscilatório.

Esse resultado sugere que a expansão contemporânea da atividade industrial, isoladamente, não é suficiente para explicar o comportamento do ingresso e das matrículas nos cursos analisados. A literatura destaca que a relação entre formação em Engenharia e mercado de trabalho envolve múltiplos fatores, incluindo transformações tecnológicas, competências profissionais requeridas e articulação entre instituições de ensino e setor produtivo. Além disso, a aproximação entre formação acadêmica e atividade produtiva pode contribuir para preparar profissionais para ambientes industriais complexos, mas não implica necessariamente resposta imediata dos indicadores de acesso ao ensino superior.

Portanto, a ausência de significância estatística encontrada para matrículas e ingressantes *não demonstra inexistência de relação entre atividade industrial e formação em Engenharia*, mas indica que, no recorte temporal e nas variáveis analisadas, não foram identificadas evidências de

associação linear ou monotônica consistente. Considerando ainda o reduzido número de observações ($n = 5$), os resultados devem ser interpretados como exploratórios e sem implicação causal.

Essa ausência de associação significativa sugere que a procura e o ingresso nos cursos de Engenharia não respondem de forma imediata às variações da atividade industrial. Embora as projeções recentes para o mercado de trabalho indiquem que as demandas por qualificação profissional variam de acordo com as características econômicas e produtivas de cada estado (CNI, 2024), a decisão de ingresso no ensino superior é condicionada por um conjunto mais amplo de fatores educacionais, econômicos e institucionais.

Concluintes: a Assimetria Entre Expansão Industrial e Formação Acadêmica

Diferentemente do observado para matrículas e ingressantes, as relações entre os indicadores industriais e o número de concluintes apresentaram associações negativas de elevada magnitude. Esse resultado evidencia uma **assimetria entre a expansão do subsetor de Duas Rodas e a evolução dos concluintes em Engenharia** no período analisado: enquanto produção, faturamento e mão de obra apresentaram trajetória predominantemente crescente, o número de concluintes apresentou tendência de redução. A associação mais intensa ocorreu entre mão de obra e concluintes, única relação estatisticamente significativa pelo coeficiente de Pearson ao nível de 5%; pela análise complementar de Spearman, as três relações com concluintes foram negativas, fortes e estatisticamente significativas.

Esse comportamento deve ser analisado no contexto mais amplo da formação em Engenharia no Brasil.

Os dados discutidos no referencial teórico indicam que o número de diplomados em Engenharia apresentou oscilações ao longo da última década, demonstrando que a expansão do acesso ao ensino superior não se traduz necessariamente em crescimento contínuo das conclusões. Assim, a redução identificada no Amazonas entre 2020 e 2024 pode estar inserida em uma dinâmica educacional mais ampla, não sendo possível atribuí-la exclusivamente ao comportamento contemporâneo do subsetor de Duas Rodas.

Outro aspecto relevante refere-se à *defasagem temporal entre atividade industrial e formação acadêmica*. Os concluintes observados em determinado ano ingressaram no ensino superior em períodos anteriores, de modo que as condições econômicas e industriais vigentes no

momento da conclusão não correspondem necessariamente às existentes no início de sua formação. O próprio referencial identifica defasagens entre diplomação e ingresso formal no exercício profissional, reforçando a necessidade de considerar temporalidades distintas na relação entre formação e mercado de trabalho.

Dessa forma, as correlações negativas encontradas *não permitem concluir que a expansão industrial tenha provocado a redução dos concluintes*. Elas indicam que, no período estudado, crescimento industrial e redução das conclusões ocorreram simultaneamente, configurando uma associação inversa que merece atenção. Considerando o reduzido número de observações e a possível influência de fatores econômicos, educacionais e institucionais não contemplados no estudo, esse achado deve ser interpretado como *evidência exploratória* e como indicação da necessidade de investigações futuras com séries temporais mais extensas. Essa interpretação também encontra respaldo em evidências recentes de que a relação entre oferta formativa do ensino superior e estrutura produtiva pode apresentar diferentes graus de desalinhamento entre os contextos locais, inclusive em Manaus (Portella et al., 2026).

Síntese das Implicações e Limitações dos Resultados

Os resultados evidenciam que a relação entre a dinâmica do subsetor de Duas Rodas e a formação superior em Engenharia no Amazonas não ocorre de maneira uniforme. A ausência de associações estatisticamente significativas para matrículas e ingressantes, contraposta às associações negativas de elevada magnitude encontradas para concluintes, indica que as diferentes etapas do fluxo acadêmico apresentam comportamentos distintos diante da expansão industrial. Esse achado reforça a importância de analisar separadamente ingresso, matrícula e conclusão, evitando tratar a formação de capital humano como um processo homogêneo.

Sob a perspectiva regional, os resultados também destacam a relevância da articulação entre atividade industrial, instituições de ensino superior e formação profissional. O referencial teórico reconhece o papel das IES na qualificação do capital humano associado ao ambiente produtivo do PIM e aponta competências das Engenharias potencialmente relacionadas às suas demandas tecnológicas e gerenciais. Nesse sentido, a assimetria identificada entre expansão industrial e evolução dos indicadores educacionais sugere a pertinência de ampliar a compreensão sobre as relações entre formação acadêmica e dinâmica produtiva no contexto amazonense.

Entretanto, os achados devem ser considerados à luz das limitações da pesquisa. O

reduzido número de observações ($n = 5$), correspondente ao período de 2020 a 2024, restringe o poder estatístico das análises e recomenda cautela na generalização dos resultados. Além disso, possíveis defasagens temporais entre ingresso, conclusão e dinâmica industrial, bem como fatores econômicos, educacionais e institucionais não incorporados ao estudo, podem influenciar as relações observadas. Dessa forma, os resultados constituem **evidências exploratórias de associação e não permitem estabelecer relações causais**, abrindo espaço para estudos futuros com séries temporais mais extensas e incorporação de outras variáveis explicativas. Nesse sentido, a principal contribuição do estudo consiste em evidenciar empiricamente que a expansão da atividade industrial e a evolução da formação em Engenharia no Amazonas apresentam dinâmicas distintas, cuja compreensão requer considerar não apenas a intensidade das associações estatísticas, mas também as diferentes temporalidades dos processos produtivos e educacionais.

CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo identificar padrões e analisar as correlações estatísticas entre os indicadores de crescimento do subsetor de Duas Rodas do Polo Industrial de Manaus e o desempenho dos indicadores educacionais dos cursos de Engenharia no estado do Amazonas, no período de 2020 a 2024. Para tanto, foram examinadas as evoluções da produção, do faturamento e da mão de obra do subsetor, em conjunto com as matrículas, os ingressantes e os concluintes dos cursos considerados.

Os resultados evidenciaram trajetórias distintas entre os indicadores industriais e educacionais. Enquanto produção, faturamento e mão de obra apresentaram comportamento predominantemente crescente, matrículas e ingressantes oscilaram ao longo do período, sem apresentar associações estatisticamente significativas com os indicadores industriais. Os concluintes, por sua vez, apresentaram tendência de redução e associações negativas de elevada magnitude com produção, faturamento e mão de obra. Pelo coeficiente de Pearson, a relação entre mão de obra e concluintes foi estatisticamente significativa ao nível de 5%, enquanto, pela análise complementar de Spearman, as três relações envolvendo concluintes apresentaram associações negativas fortes e estatisticamente significativas.

Diante desses resultados, **o problema de pesquisa pode ser respondido no sentido de que não foi identificada uma relação estatisticamente significativa e uniforme entre o crescimento do subsetor de Duas Rodas e a evolução do conjunto dos indicadores**

educacionais analisados. A relação mostrou-se distinta conforme a dimensão do fluxo acadêmico considerada: matrículas e ingressantes não apresentaram evidências de associação significativa, enquanto os concluintes exibiram comportamento inverso e associações de maior intensidade. Assim, a expansão industrial observada no período não foi acompanhada de maneira proporcional pela evolução da formação superior em Engenharia.

O estudo também permitiu caracterizar aspectos do subsetor relacionados às demandas tecnológicas e à formação de capital humano, mapear a evolução dos indicadores industriais e educacionais e identificar uma **assimetria contemporânea entre expansão industrial e conclusão dos cursos de Engenharia**. Esse achado contribui para a compreensão da relação entre atividade produtiva e formação superior no contexto amazonense, indicando que matrícula, ingresso e conclusão representam dimensões distintas e não devem ser consideradas respostas equivalentes à dinâmica industrial. A literatura examinada reforça a relevância da formação de capital humano para um ambiente produtivo de crescente complexidade tecnológica e o papel das instituições de ensino superior nesse processo.

Entretanto, os resultados não permitem estabelecer relações causais. O reduzido número de observações ($n = 5$) limita o poder estatístico das análises, e as diferentes temporalidades entre ingresso, formação, conclusão e dinâmica industrial podem influenciar as associações encontradas. Além disso, a redução dos concluintes observada no Amazonas deve ser considerada diante das oscilações registradas no número de diplomados em Engenharia no contexto nacional.

Como continuidade da pesquisa, recomenda-se ampliar a série temporal, investigar possíveis **defasagens temporais (lags)** entre os indicadores industriais e educacionais e incorporar variáveis capazes de representar outros condicionantes da formação superior e da demanda por profissionais de Engenharia. Estudos futuros poderão ainda analisar individualmente os diferentes cursos e investigar a inserção profissional dos egressos, permitindo compreender com maior profundidade as relações entre desenvolvimento industrial e formação de capital humano no Amazonas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L. de; SOUZA, A. L. C. de; SANTIAGO JUNIOR, J. R. S.; CARDOSO, F.; PALMEIRA, B. L.; PEREIRA, E. **A fundamentação da Indústria 4.0 na Formação Profissional para o Polo Industrial de Manaus**. *Revista DCS*, v. 23, n. 89, e5354, 2026. DOI: 10.54899/dcs.v23i89.5354.

ANDRADE, Aldair Oliveira de; SIQUEIRA, Antônio Marcos de Oliveira; PRATES, Lucas Henrique Figueiredo. A formação do engenheiro e as demandas do mercado de trabalho: um

descompasso evidente. In: **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, 2012, Belém. Anais [...]. Brasília: ABENGE, 2012. Disponível em: <https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104229.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2026.

BACICH, Lilian.; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2017.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V. **Introdução à Engenharia**: conceitos, ferramentas e comportamentos. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2017.

BAZZO, Walter Antônio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica**. Revista Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia, v. 15 n.4 p. 1- 4, 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para a Formação de Engenheiros no Brasil**. Brasília: CNI, 2018. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Mapa do Trabalho Industrial 2025–2027: Brasil**. Brasília, DF: CNI, 2024. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/canais/observatorio-nacional-da-industria/produtos/mapa-do-trabalho-industrial-2025-2027/>. Acesso em: 25 ago. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Além da Técnica: as novas competências profissionais que movimentam a Indústria 4.0**. Brasília, DF: CNI, 29 maio 2025. Disponível em: <https://imprensa.portaldaindustria.com.br/posicionamentos/alem-da-tecnica-as-novas-competencias-profissionais-que-movimentam-a-industria-40/>. Acesso em: 25 ago. 2026.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Dados abertos do Sistema Confea/Crea: indicadores profissionais**. Brasília: CONFEA, 2024. Disponível em: <http://www.confea.org.br>. Acesso em: 14 ago. 2026.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Sistemas de Informação CONFEA/CREA**: dados estatísticos sobre profissionais e cursos de engenharia no Brasil. Brasília: CONFEA, 2022.

CUNHA, Luiz Antônio. **A Universidade Crítica: o ensino superior na República Populista**. São Paulo: 3ª ed. Editora UNESP, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Mercado de Trabalho e Formação de Engenheiros no Brasil**. Brasília: IPEA, 2014. (Texto para Discussão, n. 1952).

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Base de Dados Macroeconômicos e Regionais**. Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 19 ago. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo da Educação Superior 2022**: notas estatísticas. Brasília: INEP,

2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep>. Acesso em: 19 ago. 2026.

INSTITUTO SEMESP. **Mapa do Ensino Superior no Brasil 2026**. 16. ed. São Paulo: Instituto Semesp, 2026. Disponível em: <https://www.semesp.org.br/wp-content/uploads/2026/03/mapa-do-ensino-superior-no-brasil-2026.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2026.

MCCOWAN, Tristan. **Expansion Without Equity: an analysis of current higher education access policy in Brazil**. Higher Education, v. 53, p. 579-598, 2007.

MICELI, Sérgio. **Intelectuais à Brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

NASSIF, A.; FEIJÓ, C.; ARAÚJO, E. **Structural Change and Economic Development: is Brazil Catching up or Falling Behind?** Cambridge Journal of Economics, v. 39, n. 5, p. 1307-1332, 2015.

PORTELLA, Anderson Gonçalves; SOUZA, Robson Ferreira de; SANTOS, Alexandre Beraldi; SANTOS, Marcos dos. **Desalinhamento educacional, desemprego juvenil e rendimentos: evidências em painel para capitais brasileiras**. Revista DCS, v. 23, n. 91, e5731, 2026. DOI: 10.54899/dcs.v23i91.5731.

RIVAS, A.; MOTA, J. A.; MACHADO, J. A. D. C. **Instrumentos Econômicos para a Proteção da Amazônia: a experiência do Polo Industrial de Manaus**. Curitiba: CRV, 2009.

ROMANELLI, Otaíza de Oliveira. **História da Educação no Brasil (1930/1973)**. 40ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SGUISSARDI, Valdemar. **Modelo de Expansão da Educação Superior no Brasil: predomínio privado/mercantil e desafios para regulação e a formação universitária**. Educ. Soc., Campinas, vol. 29, n. 105, p. 991-1022, set./dez. 2008.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS (SUFRAMA). **Indicadores do Desempenho do Polo Industrial de Manaus**. Manaus: SUFRAMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/suframa>. Acesso em: 19 ago. 2026.

TEIXEIRA, Anísio. **Educação e Universidade**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010.

TONSO, S. **A Educação Ambiental na Formação de Engenheiros**. In: TALAMONI, A. C. B.; SAMPAIO, A. C. (Org.). **Educação Ambiental: da prática pedagógica à cidadania**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003. p. 111-124.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM). **Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2016-2025**. Manaus: UFAM, 2021. Disponível em: <https://proplan.ufam.edu.br>. Acesso em: 17 ago. 2026.