

## **Determinantes de Desempenho Discente no ENADE em Cursos de Engenharia de Produção**

**Autor: Thamys Bitello**

thamys.bitello@edu.pucrs.br, PUCRS, Brasil

**Orientador: Hélio Radke Bittencourt**

heliorb@pucrs.br, PUCRS, Brasil

**Resumo:** O estudo tem por objetivo identificar fatores associados ao desempenho de alunos de Engenharia de Produção nos anos de 2017 e 2019 no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) a partir de características institucionais, variáveis sociodemográficas e características socioeconômicas. Utilizou-se os microdados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira (INEP) nos anos destacados. Para análise, fez-se uso de estatística descritiva e análise de regressão linear múltipla. Verificou-se que a nota do Enade anterior, o fato de o curso ser oferecido por instituição pública e a renda mensal do estudante são variáveis diretamente relacionadas ao desempenho no Enade em ambos os anos. Além disso, o percentual de explicação dos modelos é alto, sendo de 73,9% no ano de 2017 e 79,7% em 2019.

**Palavras-chave:** Enade, ensino superior, desempenho escolar e Engenharia de Produção.

### **1. Introdução**

Tendo em vista a alta competitividade, globalização, demanda por produtos com maior qualidade e empresas mais enxutas, é visível a necessidade de recursos humanos que possam suprir tais demandas do mercado. Além disso, as mudanças que ocorrem na atualidade determinam que um dos capitais mais significativos seja o conhecimento, o qual influencia na obtenção de vantagem competitiva, qualidade de produtos e estratégia de gestão, áreas compreendidas pelos cursos de graduação em Engenharia de Produção. (OLIVEIRA, 2005; FAÉ; RIBEIRO, 2005).

Segundo Cunha (2002), o curso de Engenharia de Produção foi desenvolvido durante o século XX, atendendo as necessidades de desenvolvimento de métodos e técnicas de gestão dos meios produtivos que eram demandadas pela crescente evolução tecnológica e mercadológica. Os primeiros indícios da prática do curso de Engenharia de Produção são encontrados na Inglaterra na época da Revolução Industrial. Porém, o nascimento da Engenharia de Produção, é atribuído aos Estados Unidos, no período de 1882 a 1912 (FAÉ; RIBEIRO, 2005).

No âmbito nacional, o primeiro curso de Engenharia de Produção teve origem na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1958, como opção do curso de

Engenharia Mecânica (LEME<sup>1</sup>, 1983 *apud* OLIVEIRA, 2005). Aponta-se que no início da década de 1990, o Brasil possuía 15 cursos de Engenharia de Produção em funcionamento, considerando todas as ênfases. Este número passou para 287 em 2008, observando-se um aumento de 1820% no período (BITTENCOURT; VIALI; BELTRAME, 2010).

Segundo dados do Inep, em 2019, a área de Engenharia de Produção contava com 648 cursos no Brasil. Entende-se que a ampliação do número de cursos de Engenharia de Produção seja positiva, pois torna possível que mais alunos tenham acesso ao ensino superior e pós-graduação, qualificando mão de obra, produzindo conhecimento e gerando desenvolvimento para o país. Porém, é importante que haja avaliações que possam aferir a qualidade dos cursos, especialmente em um cenário de grande oferta de vagas. Nesse sentido, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) contribui com dados e indicadores referentes aos cursos de graduação em praticamente todas as áreas do conhecimento (BRASIL, 2004).

O SINAES é composto por três componentes: avaliação das instituições, dos cursos de graduação e do desempenho dos estudantes. O SINAES apresenta um diferencial quando comparado aos sistemas anteriormente implantados no Brasil, pois assume que o aluno é parte relevante do processo avaliativo e coleta informações mediante o questionário socioeconômico. A avaliação para examinar habilidades e competências é realizada por meio do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes – ENADE (POLIDORI *et al.*, 2006). Muitas variáveis podem afetar o desempenho acadêmico dos alunos, sejam elas de características inerentes aos estudantes ou externas aos mesmos.

Corbucci (2007) e Glewwe (2011) classificam tais variáveis como: variáveis relacionadas ao corpo docente, variáveis relacionadas à IES e variáveis relacionadas ao corpo discente. Assim, tendo delineado o contexto de expansão do número de cursos de Engenharia de Produção ofertados no Brasil, é relevante identificar fatores que possam influenciar no desempenho acadêmico aferido pelo Enade. Logo, este estudo apresenta o seguinte problema de pesquisa: é possível elencar um conjunto de variáveis associadas ao desempenho no ENADE dentre os estudantes de Engenharia de Produção? A questão problema pode ser respondida admitindo-se que o objetivo geral da pesquisa seja a identificação de variáveis significativas em um modelo de natureza estatística para a explicação dos resultados no Enade 2017 e 2019 na área de Engenharia de Produção.

---

<sup>1</sup> LEME, R. A. S. A história da engenharia de produção no Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1983.

Como objetivos específicos têm-se: (i) realizar uma análise descritiva exploratória dos resultados obtidos pelas IES brasileiras no âmbito dos cursos de Engenharia de Produção no Enade 2017 e 2019; e (ii) quantificar o poder de explicação do modelo e (iii) hierarquizar as variáveis explicativas de acordo com o efeito sobre o desempenho no Enade 2019.

Considerou-se o universo de todas as instituições brasileiras que ofertam o curso de Engenharia de Produção e que foram avaliadas nas edições do Enade de 2017 (496 cursos) e de 2019 (648 cursos). Como delimitação, foram analisados apenas os dados das duas edições mais recentes do Enade, 2017 e 2019, embora já tenham sido realizadas outras edições no passado desde 2004, ano de implantação do SINAES (BRASIL, 2004).

Soma-se a isso, o fato de que as variáveis consideradas na análise são todas extraídas dos instrumentos que compõem o Enade. Por fim, uma premissa muito importante para o estudo é a de que o desempenho no Enade está diretamente relacionado à qualidade do curso, sendo um indicador relevante para este fim. Este trabalho está estruturado nas seguintes seções: Introdução, Método, Aplicação Prática e Conclusões.

Na primeira seção são apresentados o tema, a justificativa, os objetivos e as delimitações do trabalho.

Em seguida, são apresentados o método de pesquisa e o método de trabalho.

Na terceira seção, é feita a apresentação do problema e variáveis de estudo, abordando o desenvolvimento e aplicação prática, além da interpretação e a análise dos resultados obtidos.

Na última seção são discriminadas as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

## **2. Método**

Esta seção está dividida em duas subseções: (i) método de pesquisa; e (ii) método de trabalho. Na primeira é apresentada a classificação da pesquisa em relação à natureza, o tempo, abordagem, objetivo e procedimentos da pesquisa. Na segunda são discriminadas as etapas desenvolvidas e ferramentas utilizadas para atingir o objetivo proposto.

### **2.1. Método de Pesquisa**

O presente estudo visa determinar quais as variáveis mais significativas no desempenho dos estudantes com base no Enade, gerando conhecimento e soluções que podem ser aplicados a situações futuras, capaz de proporcionar um maior embasamento em tomadas

de decisões. Sendo assim, trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que tem como objetivo obter explicações quanto à causa-efeito de um estudo de caso (GIL, 2002).

Hair *et al.* (2005) afirmam que o tipo de pesquisa pode ser definido em relação a seus fins e a seus meios. Assim, esse estudo trata-se de pesquisa descritiva explicativa, pois busca descrever como o fenômeno é ocorrido e explicativa, porque busca estabelecer as causas dos fatos, seus efeitos e o fenômeno estudado.

Pode-se caracterizar a pesquisa como quali-quantitativa. Quantitativa, pois baseia-se em uso de técnica estatística descritiva e multivariada. É estabelecido como variável dependente a nota geral no Enade obtida pelo aluno e procura-se identificar possíveis relações entre essa variável dependente e as variáveis independentes que foram adquiridas a partir do questionário socioeconômico. Quando os dados coletados e processados são traduzidos em informações, torna-se possível tomar decisões de acordo com os resultados gerados, através de análises descritivas e inferenciais (GRUS, 2019).

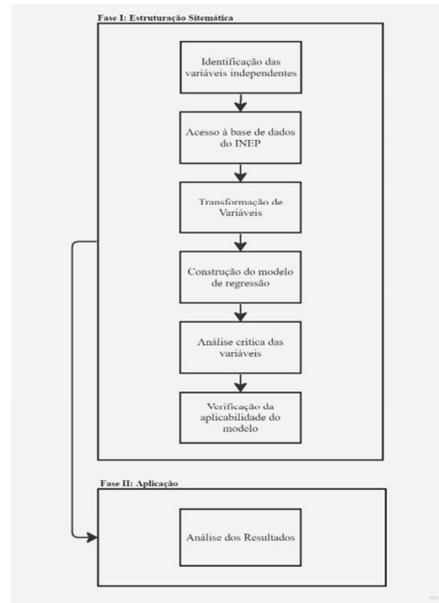
O estudo tem por objetivo identificar fatores associados ao desempenho no Enade a partir de variáveis relacionadas características institucionais, variáveis sociodemográficas e características socioeconômicas, partindo da ideia de que o resultado do Enade reflete o desempenho do estudante na educação superior. Sendo assim, pode ser caracterizado como uma pesquisa qualitativa, pois procura captar a aparência do fenômeno e suas essências, explicando sua origem, relações e mudanças, e intuindo sobre as consequências (TRIVINOS, 1987). Na perspectiva de tempo, o estudo é caracterizado como transversal, uma vez que os dados foram coletados em determinado espaço temporal (ZANELLA, 2009).

Quanto ao procedimento, caracteriza-se como um estudo de caso, visto que investiga de maneira profunda e detalhada os fatores associados ao desempenho no Enade (YIN, 2015).

## **2.2. Método de Trabalho**

O método de trabalho desenvolvido que descreve este estudo está subdividido em duas fases: (i) estruturação sistemática, composta por seis etapas; e (ii) aplicação que contempla uma etapa (GAZOLA, 2002). Na Figura 1, a seguir, apresenta-se o fluxo de atividades.

Figura 1 – Fluxograma do método de trabalho



Fonte: adaptado de Gazola (2002)

### 2.2.1. Identificação das Variáveis Independentes e base de dados

A fim de atingir o objetivo geral do trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a temática determinante do desempenho acadêmico, levantando aqueles mais citados na literatura como significativos na explicação do desempenho acadêmico na área. As variáveis que mais explicam o desempenho acadêmico dos estudantes, segundo Corbucci (2007) e Glewwe (2011) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo das variáveis

	<b>Variáveis levantadas na literatura</b>	<b>Variáveis contempladas na avaliação pelo SINAES</b>	<b>Variáveis não contempladas na avaliação pelo SINAES</b>
<b>Corpo discente</b>	Gênero, idade, status socioeconômico, etnia, escolaridade dos pais, estado civil, filhos, absenteísmo, desempenho acadêmico anterior, conhecimento prévio do conteúdo, atividade remunerada, horas de estudo, horas de sono, motivação, aptidão para área, nível de ansiedade, tipo de aprendizagem.	Gênero, idade, status socioeconômico, etnia, escolaridade dos pais, estado civil, filhos, desempenho acadêmico anterior, conhecimento prévio do conteúdo, atividade remunerada, horas de estudo, atividade de estudo por algum tempo no exterior; Leitura de livros lidos além da bibliografia	Horas de sono, absenteísmo, motivação, aptidão para área, nível de ansiedade, tipo de aprendizagem.
<b>Corpo docente</b>	Regime de trabalho, titulação, qualificação pedagógica, experiência profissional e credenciais profissionais	Regime de trabalho e titulação	Qualificação pedagógica, experiência profissional e credenciais profissionais

<b>Instituição</b>	Ambiente de estudo, tamanho da turma, projeto pedagógico, horário do curso (turno), forma de ingresso, monitoria	Ambiente de estudo, projeto pedagógico, horário do curso (turno), forma de ingresso, monitoria e nota no Enade anterior	Tamanho da turma
--------------------	--	---	------------------

Fonte: Elaborado pela autora

O presente trabalho utilizou como fonte de dados os microdados do Enade referentes aos estudantes concluintes do curso de Engenharia de Produção no ano de 2017 e 2019. A base de dados foi disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) e constitui uma fonte pública e gratuita das informações relativas aos exames de desempenho.

Para os objetivos propostos no estudo, foi utilizada a técnica de regressão linear múltipla, estabelecendo como variável dependente o desempenho do estudante nas provas de componente específico (CE) e formação geral (FG) do Enade de 2017 e 2019. Buscou-se relacionar o desempenho acadêmico, variável dependente, com as variáveis independentes selecionadas.

Quanto as variáveis independentes, elas foram organizadas em três grupos de fatores condicionantes: características sociodemográficas, socioeconômicas e institucionais. Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis independentes utilizadas no modelo, assim como as suas caracterizações. Muitas das características institucionais são encontradas na literatura sob o termo efeito-escola, enquanto as características socioeconômicas e até mesmo as sociodemográficas são associadas ao termo *background social* (BERTOLIN; AMARAL; ALMEIDA, 2019).

Tabela 2 – Descrição das variáveis independentes utilizadas no modelo e dimensão associada (Continua)

<b>Dimensão</b>	<b>Variável</b>	<b>Tipo</b>
<b>Características Institucionais</b>	Curso oferecido por instituição pública?	Dummy
	Nota para itens infraestrutura e instalações físicas	Ordinal 1-6
	Curso oferecido por universidade?	Dummy
	Proporção de professores com Mestrado	Proporção 0-100%
	Proporção de professores com Doutorado	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que escolheu o curso motivados pela inserção no Mercado de trabalho	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que escolheu o curso motivados pela valorização profissional	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que escolheu o curso motivados pelo Prestígio social	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que escolheu a instituição pela Qualidade	Proporção 0-100%

Tabela 2 – Descrição das variáveis independentes utilizadas no modelo e dimensão associada (Conclusão)

Variáveis	Proporção de alunos do sexo feminino	Proporção 0-100%
<b>Sociodemográficas</b>	Proporção de alunos solteiros	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos autodeclarados brancos	Proporção 0-100%
<b>Características Socioeconômicas</b>	Proporção de alunos cuja mãe tem escolaridade superior	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos com experiência de estudos no exterior	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos com ingresso via política afirmativa	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que estudou em escola pública	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que leu algum livro além dos indicados	Proporção 0-100%
	Proporção de alunos que dedicou ao menos 4h semanais aos estudos	Proporção 0-100%
	Renda domiciliar	Média estimada

Fonte: Adaptado de Bittencourt *et al.* (2022).

As variáveis que compõem esse estudo de caso são tanto quantitativas quanto qualitativas. As variáveis que indicam se o curso é oferecido por instituição pública ou por universidade são do tipo *dummy*. As variáveis *dummies* estabelecem uma forma de incluir as variáveis qualitativas nominais em técnicas estatísticas. Atribuem-se às variáveis binárias, valores 0 ou 1, onde 0 indica a ausência de um atributo e 1 indica a presença (ou posse) desse atributo (GUJURATI, 2000).

As questões ordinais do questionário do estudante que geram a nota para infraestrutura são ordinais de 6 pontos. No caso da renda domiciliar, foram estimadas as rendas médias para cada curso utilizando o ponto médio da faixa indicada.

### 2.2.2. Construção do Modelo de Regressão Linear

Segundo Gujarati (2011), o estudo de regressão trata da análise de uma variável (a variável dependente) em função de uma ou mais variáveis (as variáveis independentes), com o objetivo de determinar e/ou estimar a média populacional ou valor médio da variável dependente, empregando valores constatados por amostragem das variáveis independentes. Já Morcelli (2006) descreve que a análise de regressão é uma prática estatística para analisar a relação entre variáveis (dependente e independente) e que existem várias aplicabilidades desta técnica em quase todos os campos científicos. O modelo de regressão linear múltipla é definido como uma variável dependente em função de várias variáveis independentes. O modelo geral de regressão linear múltipla é apresentado na Equação (1).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde  $Y_i$  é a variável dependente,  $X_i$  são variáveis independentes,  $\beta_i$  são os parâmetros da população e  $\varepsilon_i$  são os erros aleatórios do modelo.

Em Gazola (2002), discute-se que na aprovação dos modelos de regressão é essencial o atendimento a algumas hipóteses básicas, com o propósito de alcançar avaliações não tendenciosas, apropriadas e sólidas. Tais hipóteses são descritas na NBR 14653 (ABNT, 2004). Para o atendimento das hipóteses básicas é fundamental que se execute um exame dos pressupostos. Esse exame é feito através da averiguação dos efeitos de linearidade, normalidade dos resíduos, homoscedasticidade, autocorrelação, colinearidade ou multicolinearidade e de pontos influenciadores (*outliers*).

Para a linearidade, mesmo aparentando um pressuposto restritivo matematicamente, toda função não-linear pode ser transformada numa função linear utilizando métodos logarítmicos, polinomiais e de relações recíprocas. Segundo Gazola (2002), a linearidade é dada quando os pontos permitirem um ajuste através de um hiperplano. Isto pode ser verificado através do coeficiente de correlação calculado entre a variável dependente e cada variável independente, e também observando os seguintes gráficos: (i) Variável dependente *versus* variável independente: quando existem muitas variáveis repressoras, recomenda-se utilizar um gráfico com cada uma delas, verificando-se se os pontos estão alinhados; e (ii) Resíduos *versus* variável independente: analisar se os pontos ordenam-se de forma aleatória, não existindo tendência, tendo também que ser elaborado para cada variável independente. No caso da normalidade dos resíduos, a constatação pode ser feita de diferentes formas. A NBR 14653 (ABNT, 2004) mostra quais são as formas de constatar tal fato.

A condição de homoscedasticidade é relevante na teoria das regressões, pois quando existe a condição de heterocedasticidade (variância não constante) os coeficientes de regressão são afetados pelos maiores valores das variáveis independentes (MENDONÇA, 1998). O que resulta em alterações nas estimativas da variável dependente. A NBR 14653 (ABNT, 2004), apresenta que essa situação é averiguada por meio da observação dos gráficos dos resíduos da regressão *versus* os valores estimados da variável dependente. Os pontos devem estar dispostos de forma aleatória, sem qualquer padrão definido, no gráfico apresentado.

Segundo Mendonça (1998, p. 58), “a autocorrelação decorre da influência sobre os resíduos de variáveis independentes importantes, não consideradas na equação. Um modelo sem perturbações deve apresentar resíduos independentes, distribuídos de forma aproximada à distribuição normal”. Isto pode ser observado graficamente, devendo-se fazer a análise da atuação dos resíduos em relação aos valores previstos. Quando inexistir autocorrelação os pontos devem apresentar-se ordenados de forma aleatória, sem nenhuma orientação determinada. Outro problema que pode afetar os resultados da Regressão é a presença de

colinearidade ou multicolinearidade (GAZOLA, 2002). Deve-se evitar a multicolinearidade, pois ela provoca problemas na fase de estimação dos parâmetros.

No que tange a pontos influenciantes (*outliers*), a NBR 14653 (ABNT, 2004) apresenta que *outliers* são pontos anormais em relação aos outros pontos analisados e sua existência causa distúrbios ao modelo. Assim, são classificados todos os pontos cujos erros do valor previsto em relação ao valor real sejam superiores ou inferiores a duas vezes o desvio padrão dos resíduos dos dados amostrais de pesquisa. Por meio da observação gráfica é possível constatar a presença destes pontos, plotando-se os resíduos *versus* cada variável independente, como também em relação aos valores ajustados.

De acordo com Montgomery *et al.* (2008), após a definição de um conjunto de variáveis independentes são experimentadas todas as equações de regressão possíveis para se descobrir o melhor modelo de regressão. Assim, com o objetivo de obter o melhor modelo de regressão, todas as equações são examinadas conforme alguns coeficientes, dentre os quais se destaca o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o  $R^2$  ajustado.

O coeficiente de determinação  $R^2$  é a razão entre a Soma de Quadrados de Regressão ( $SQ_R$ ) e a Soma de Quadrados Total ( $SQ_T$ ):

$$R^2 = \frac{SQ_R}{SQ_T} \quad (2)$$

Já o coeficiente  $R^2$  ajustado é uma modificação do  $R^2$  que considera o número de variáveis no modelo.

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{(n-1)}{(n-p)} = (1 - R_p^2) \quad (3)$$

Conforme explicam Charnet *et al.* (1999), o método de regressão por fase é o mais usado na escolha de variáveis de modelos de regressão, onde acrescentam-se ou excluem-se variáveis em cada fase. As três estratégias de regressão por fases na elaboração do modelo são: Passo Atrás (*Backward*), Passo a Frente (*Forward*) e Passo a Passo (*Stepwise*). Segundo Hair (2009), a estimação *stepwise* permite ao pesquisador examinar a contribuição de cada variável independente para o modelo de regressão. Antes do desenvolvimento da equação, cada variável é considerada para o desenvolvimento da equação. Em um primeiro momento, a variável independente com maior contribuição é acrescentada. Assim, variáveis independentes são selecionadas, sendo incluídas com base na sua contribuição incremental sobre as variáveis já presentes na equação. Já os procedimentos de adição *forward* e eliminação *backward* são processos de tentativa e erro usados para encontrar as melhores estimativas de regressão. O

modelo de adição *forward* é semelhante ao *stepwise*, construindo a equação de regressão começando com uma única variável independente, enquanto a eliminação *backward* começa incluindo todas as variáveis independentes e então elimina aquelas que não contribuem de maneira significativa.

### 2.2.3. Análise Crítica das Variáveis

Na etapa de Análise Crítica das Variáveis acontece a análise crítica do avaliador, no que diz respeito às variáveis envolvidas no modelo. As variáveis que estão contidas no modelo juntamente com as que ficaram fora do modelo de regressão, são verificadas. É feito um julgamento, por parte do avaliador, se as variáveis são relevantes na explicação da variável dependente ou, ainda, que se tenha interesse de alguma variável entrar no modelo de regressão. A inclusão de tais variáveis na equação pode não diminuir o poder de explicação do modelo, pelo contrário, pode melhorar o resultado da predição de novas observações. O contrário também é levado em consideração, variáveis que foram incluídas na equação do modelo, mas que são consideradas irrelevantes pelo avaliador, podem ser analisadas estatisticamente e se fornecerem indícios que sua exclusão não traz prejuízos, ela pode ser excluída. A cada inclusão ou exclusão de variáveis no modelo, os cálculos do  $R^2$  ajustado e o erro médio quadrático devem ser refeitos.

## 3. Resultados

### 3.1 Análise Descritiva

Neste tópico é apresentada a análise dos resultados levantados dos dados referentes ao Enade dos anos de 2017 e 2019, referente ao curso de Engenharia de Produção. A Tabela 3 demonstra os valores referentes aos números de cursos de Engenharia de Produção registrados no exame, bem como o número de alunos inscritos e participantes.

Tabela 3 – Total de instituições e de estudantes inscritos e participantes nas duas edições do Enade consideradas (2017 e 2019)

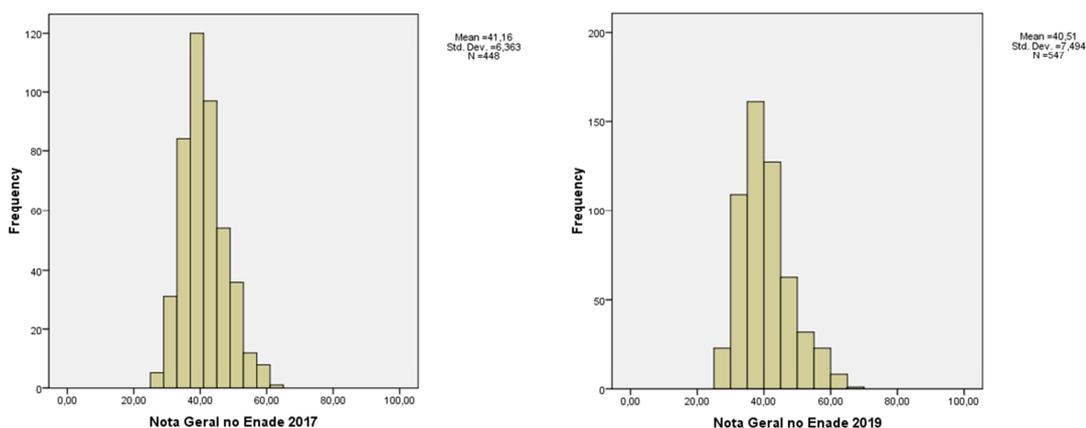
		Concluintes Inscritos			Concluintes Participantes		
		Nº de Instituições	%	Nº de Estudantes	Nº de Instituições	%	Nº de Estudantes
<b>2017</b>	Instituição Pública	95	19%	5876	94	19%	5293
	Instituição Privada	405	81%	19676	402	81%	17144
<b>2019</b>	Instituição Pública	113	17%	6431	113	17%	5615
	Instituição Privada	541	83%	21369	535	83%	18119

Fonte: Micro dados do Enade (2017; 2019).

Estavam inscritos no Exame de 2017, 500 cursos de Engenharia de Produção, sendo 95 de Instituições Públicas (19%) e 405 Instituições Privadas (81%). Já quanto ao número de estudantes inscritos, verifica-se um total de 5876 estudantes em Instituição Públicas e 19676 em Instituições Privadas, notando-se uma maior oferta de vagas nas Privadas. Observa-se uma abstenção de 12,19% de alunos na realização do Exame. Assim, participam do mesmo, 496 cursos e 22437 alunos. A fim de evitar resultados discrepantes, foram desconsiderados cursos com menos de 10 respondentes, restando 448 cursos e 21168 alunos.

No ano de 2019, foram inscritos 654 cursos de Engenharia de Produção, totalizando 27800 alunos. Com uma abstenção de 14,63% de concluintes, foram registrados 648 cursos e 23734 estudantes realizando o Exame. Mantendo o corte de Instituições participantes com menos de 10 alunos, o objeto de análise deste estudo, no ano de 2019, são 547 cursos e 23217 alunos. Em relação ao desempenho dos alunos no Enade de 2017 e 2019, a distribuição das notas pode ser bem descrita pelo modelo probabilístico Normal, apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Histograma das Notas Gerais dos estudantes de Engenharia de Produção em 2017 e 2019.



Fonte: Micro dados do Enade (2017; 2019).

A Nota Geral do Enade é uma combinação de FG e CE. Para cálculo do conceito Enade, as notas brutas da FG e do CE são separadamente padronizadas em escores Z. São eliminados os valores discrepantes e realizam-se transformações lineares para que os conceitos contínuos variem de 0 a 5. No entanto, este trabalho utilizou diretamente a Nota Geral na prova do Enade, aplicando-se o peso de 25 e 75%, respectivamente para a FG e o CE.

### 3.2 Resultados para os modelos de identificação dos fatores críticos de sucesso

O desempenho do curso dos anos de 2017 e 2019 foram relacionados ao conjunto de variáveis preditoras descrito na tabela 2, por meio de um modelo linear de regressão múltipla. São apresentados os resultados do ano de 2017 na Tabela 4.

Tabela 4 – Estimativas para os parâmetros e testes de significância do modelo de regressão múltipla com todas as variáveis independentes para explicação da Nota Geral do Enade de 2017

Variáveis	Beta	Std. Error	Std Beta 2017	Sig.	Ordem de importância
<b>Sexo Feminino</b>	-1,347	1,886	-0,028	0,476	15
<b>Solteira</b>	4,03	2,077	0,098	0,053	8
<b>Branca</b>	2,177	1,221	0,073	0,076	9
<b>Mãe com ensino superior</b>	-1,792	2,612	-0,049	0,493	13
<b>Número de pessoas na família</b>	-1,42	0,481	-0,108	0,003	6
<b>Renda Mensal</b>	0	0	0,163	0,017	3
<b>Participou de atividade no exterior</b>	5,025	2,893	0,105	0,083	7
<b>Política afirmativa</b>	1,538	2,022	0,028	0,447	15
<b>Ensino médio em Escola Pública</b>	-0,117	1,582	-0,004	0,941	21
<b>Não leu nenhum livro a mais</b>	-2,525	3,269	-0,027	0,441	17
<b>Não estudou nenhuma hora a mais do que a aula</b>	-1,894	4,877	-0,014	0,698	20
<b>Escolha do curso pelo mercado</b>	-2,084	2,266	-0,033	0,359	14
<b>Escolha do curso pela valorização</b>	-3,194	2,502	-0,055	0,203	12
<b>Escolha do curso pelo mercado</b>	-8,721	16,136	-0,017	0,589	18
<b>Escolha da Instituição pela qualidade</b>	3,024	1,196	0,115	0,012	5
<b>Enade2014</b>	2,113	0,298	0,324	0	1
<b>Nota Infraestrutura</b>	1,773	0,475	0,16	0	4
<b>Professores com Mestrado</b>	3,236	2,279	0,058	0,157	10
<b>Professores com Doutorado</b>	-1,563	1,344	-0,056	0,246	11
<b>Universidade</b>	-0,206	0,482	-0,016	0,67	19
<b>Instituição Pública</b>	4,602	0,844	0,306	0	2
<b>Constante</b>	23,362	4,303		0,000	

R<sup>2</sup> = 73,60%    R<sup>2</sup>adj = 71,7%    Erro-padrão=3,52

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos Microdados do Enade (2017).

O modelo de regressão linear baseado em variáveis preditoras, organizadas em quatro dimensões, teve um alto poder de explicação (73,6%), também tendo se mostrado significativo. As variáveis significativas foram Instituição Pública, Nota Infraestrutura, Enade 2014, escolha da Instituição pela qualidade e renda mensal do estudante. As variáveis foram ordenadas de acordo com a sua importância na predição, assim o conceito Enade da edição anterior, a graduação em Instituição Pública e a renda domiciliar foram as três variáveis mais importantes. Foi observado em um curso na área da saúde que o fator “cor/raça” não

apresentou influência, onde os desempenhos satisfatórios independiam deste fator (MOREIRA *et al.*, 2019). A variável Enade anterior, se mostrou altamente relacionada com o melhor desempenho do aluno, sendo a mais importante. Sobre a importância da renda mensal do desempenho do aluno, existem outros estudos onde está associação positiva também foi identificada (ROCHA; LELES; QUEIROZ, 2018; OLIVEIRA; SILVA, 2018; MEDEIROS FILHO *et al.*, 2019). Ressalta-se também que os próprios docentes da educação superior percebem a influência da renda no desempenho de seus alunos, indicando que aqueles com maior renda sofrem uma influência positiva em seus resultados (OLIVEIRA; CAGGY, 2013). Em outro estudo conduzido sobre o curso de Contabilidade (LEMOS; MIRANDA, 2015) também é destacado o maior rendimento acadêmico de estudantes que frequentam cursos em Instituições públicas, conclui-se que uma forma de ingresso por vestibular com maior concorrência tem influência sobre o viés positivo dessa variável.

Destaca-se que o número de integrantes da família tem um resultado negativo na avaliação. Além de que a escolha da Instituição pela qualidade tem forte ligação com o desempenho do aluno exame, diferente da escolha do curso pelo seu prestígio, pela inserção no mercado de trabalho ou valorização. Observamos também, que a não leitura além das oferecidas na bibliografia ou não estudo de horas além das de aula, tem um impacto negativo no desempenho do aluno.

A fim de verificar o conjunto de variáveis mais importantes para estimação da nota no Enade para o ano de 2017, aplicou-se o método de seleção de variáveis *stepwise*. Os dados gerados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativas para os parâmetros e testes de significância do modelo de regressão múltipla com seleção de variáveis pelo método *stepwise* para explicação da Nota Geral do Enade de 2017

Variáveis	Beta	Std. Error	Std Beta 2017	Sig.	Ordem de importância
<b>Enade 2014</b>	2,110	0,284	0,323	0,000	1
<b>Instituição Pública</b>	4,409	0,754	0,293	0,000	2
<b>Nota Infraestrutura</b>	1,955	0,443	0,176	0,000	3
<b>Renda mensal</b>	0,000	0,000	0,117	0,023	4
<b>Participou de atividade no exterior</b>	5,294	2,72	0,111	0,053	5
<b>Escolha da Instituição pela qualidade</b>	2,815	1,12	0,107	0,012	6
<b>Número de pessoas na família</b>	-1,376	0,463	-0,105	0,003	7
<b>Solteira</b>	3,891	1,581	0,095	0,014	8
<b>Branca</b>	2,294	1,04	0,077	0,028	9
<b>Constante</b>	22,189	2,863		0,000	
$R^2 = 72,9\%$ $R^2_{adj} = 72,1\%$ Erro-padrão=3,49					

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos Microdados do Enade 2017

Observou-se que, realizando o método stepwise, das 21 variáveis presentes no modelo completo, apenas nove foram selecionadas, mantendo praticamente o poder explicativo. O resultado do Enade anterior (2014) continua sendo a variável que melhor explica o resultado no Enade atual.

Para o ano de 2019, apresenta-se os resultados na Tabela 6.

Tabela 6 – Estimativas para os parâmetros e testes de significância do modelo de regressão múltipla com todas as variáveis independentes para explicação da Nota Geral do Enade de 2019

Variáveis	Beta	Std. Error	Std Beta 2019	Sig.	Ordem de importância
<b>Sexo Feminino</b>	-0,767	1,587	-0,013	0,629	18
<b>Solteira</b>	1,853	1,790	0,040	0,301	10
<b>Branca</b>	2,913	1,033	0,087	0,005	5
<b>Mãe com ensino superior</b>	1,233	2,237	0,029	0,582	13
<b>Número de pessoas na família</b>	0,570	0,446	0,038	0,202	12
<b>Renda Mensal</b>	0,000	0,000	0,143	0,009	3
<b>Participou de atividade no exterior</b>	0,480	3,643	0,006	0,895	20
<b>Política afirmativa</b>	5,194	1,59	0,089	0,001	4
<b>Ensino médio em Escola Pública</b>	-1,561	1,393	-0,049	0,263	9
<b>Não leu nenhum livro a mais</b>	0,096	2,428	0,001	0,969	21
<b>Não estudou nenhuma hora a mais do que a aula</b>	3,704	4,06	0,024	0,362	14
<b>Escolha do curso pelo mercado</b>	-1,432	1,867	-0,021	0,444	15
<b>Escolha do curso pela valorização</b>	0,623	2,454	0,008	0,8	19
<b>Escolha do curso pelo prestígio</b>	-7,214	11,528	-0,015	0,532	16
<b>Escolha da Instituição pela qualidade</b>	2,45	1,048	0,082	0,02	6
<b>Enade2017</b>	4,407	0,343	0,500	0,000	1
<b>Nota Infraestrutura</b>	0,857	0,449	0,061	0,057	8
<b>Professores com Mestrado</b>	-2,236	1,736	-0,039	0,199	11
<b>Professores com Doutorado</b>	1,998	0,948	0,067	0,036	7
<b>Universidade</b>	-0,228	0,431	-0,015	0,597	16
<b>Instituição Pública</b>	4,698	0,721	0,255	0,000	2
<b>Constante</b>	18,645	3,579		0,000	
R <sup>2</sup> = 79,7%    R <sup>2</sup> adj = 78,6%    Erro-padrão=3,54					

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos Microdados do Enade 2019

O modelo de regressão linear apresenta um alto poder de explicação (79,7%) e são significativas as variáveis Instituição Pública, professores com doutorado, nota relativa ao Enade de 2017, escolha da instituição pela qualidade, política afirmativa, renda mensal e cor ou raça. Ordenando as variáveis de acordo com sua importância na predição, temos a nota do Enade do ano anterior, a Instituição sendo pública e a renda mensal como as mais importantes. Apresentando resultados semelhantes à análise do ano de 2017.

Neste ano, indicamos a importância que a variável que denota o ingresso por políticas afirmativas tem um aumento na importância em comparação com o exame de 2017. Além de a escolha do aluno pela qualidade da Instituição ainda ser um bom preditor.

Com o intuito de verificar a possibilidade de simplificação do modelo, identificando um menor conjunto de variáveis com uma habilidade preditiva similar foi aplicado o método *stepwise* para o ano de 2019. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Estimativas para os parâmetros e testes de significância do modelo de regressão múltipla com seleção de variáveis pelo método *stepwise* para explicação da Nota Geral do Enade de 2019

Variáveis	Beta	Std. Error	Std Beta 2019	Sig.	Ordem de importância
<b>Enade 2017</b>	4,422	0,319	0,502	0,000	1
<b>Instituição Pública</b>	4,499	0,541	0,244	0,000	2
<b>Renda mensal</b>	0,001	0,000	0,196	0,000	3
<b>Escolha da Instituição pela qualidade</b>	3,716	0,847	0,124	0,000	4
<b>Política afirmativa</b>	5,426	1,507	0,093	0,000	5
<b>Branca</b>	2,606	0,897	0,078	0,004	6
<b>Constante</b>	22,214	0,78		0,000	
$R^2 = 78,9\%$		$R^2_{adj} = 78,5\%$		Erro-padrão=3,55	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos Microdados do Enade (2019).

Foi possível chegar a um modelo com alto poder explicativo a partir de apenas seis variáveis preditoras. Novamente para o ano de 2019 percebe-se que o Enade anterior é o melhor preditor do Enade atual. O ingresso por meio de políticas afirmativas, por exemplo, não havia sido selecionado no modelo de 2017 e, em 2019, mostrou-se uma variável diretamente relacionada ao desempenho do aluno

#### 4. Considerações finais

O estudo tem por objetivo identificar fatores associados ao desempenho no Enade a partir de variáveis relacionadas a características institucionais, variáveis sociodemográficas e características socioeconômicas dos estudantes de Engenharia de Produção no Brasil nos anos de 2017 e 2019.

Com base nos resultados encontrados, foi possível identificar um pequeno conjunto de variáveis diretamente relacionadas ao desempenho no Enade e com alto poder explicativo. As três principais variáveis identificadas foram: nota do Enade anterior, o fato de o curso ser oferecido por instituição pública e a renda mensal do estudante. No ano de 2017 a avaliação

da Infraestrutura oferecida pela instituição também ocupou uma importante posição no modelo.

Destaca-se a influência da nota do Enade anterior na explicação do desempenho do exame, podendo concluir-se que o desempenho dos cursos tende a estar diretamente relacionado à edição anterior, mesmo considerando que as provas são diferentes, assim como o conjunto de participantes.

Instituições públicas tendem a ter um melhor resultado, o que é mostrado na análise do Enade tanto do ano de 2017 e 2019. Essa característica é possivelmente explicada pela forma de ingresso nos estudantes, sendo que há maior concorrência e, conseqüentemente um maior preparo didático dos alunos em Instituições Públicas. O fato de o curso ser oferecido por instituição pública tem impacto estimado de aproximadamente 4,5 pontos na nota final do curso.

Observa-se também a importância da variável renda mensal no desempenho do estudante. Tal fator mostra-se relevante, pois um aluno com uma renda maior pode ter maior acesso à informação, tecnologia, cultura e horas disponíveis ao estudo, apresentando um resultado maior no Exame. Este resultado está de acordo com outros estudos relatados na seção anterior, sugerindo que alunos com melhores condições socioeconômicas, em média, apresentem melhor desempenho escolar.

Sugere-se para pesquisas futuras a análise dos fatores que diferenciam o desempenho no Enade das entidades públicas e privadas, e as diferenças por tipo de dependência administrativa, universidades versus faculdades. Outras possibilidades seriam investigar outras variáveis diagnosticadas pela literatura, mas não pesquisadas neste estudo.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 14.653-1**: Avaliação de bens parte 1: procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2001.

BERTOLIN, Julio; AMARAL, Alberto; ALMEIDA, Leandro. Os cursos de graduação podem compensar a falta de capital cultural e background de estudantes? **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 45, e185453, 2019.

BITTENCOURT, H. R.; SANTA MARIA, Dirlene Melo; BERTOLIN, Júlio. Fatores associados ao desempenho no Enade na área de Pedagogia. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, Santa Maria, v. 11, n. 20, e69963, p. 1-16, 2022.

BITTENCOURT, H. R.; VIALI, L.; BELTRAME, E. A Engenharia de Produção no Brasil: Um Panorama dos Cursos de Graduação e Pós - graduação. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 29, n. 1, 24 ago. 2010.

BRASIL. **Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004.** Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES e dá outras Providências. Brasília-DF, 2004.

CORBUCCI, P. R. **Desafios da educação superior e desenvolvimento no Brasil.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2007.

CUNHA, Gilberto Dias. **Um panorama da engenharia de produção.** [S.l.]: ABEPRO: [s.n.]. Disponível em: <http://www.abepro.org.br>. Acesso em: 19 set. 2022.

FAÉ, C. S.; RIBEIRO, J. L. D. Um retrato da Engenharia de Produção no Brasil. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 3, 1 jun. 2005.

GAZOLA, S. **Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 2002. 104 f.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2008.

GLEWWE, P. *et al.* **School Resources and Educational Outcomes in Developing Countries:** A Review of the Literature from 1990 to 2010. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w17554.pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.

GRUS, Joel. **Data Science do Zero:** Primeiras Regras com o Python. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. *Econometria básica.* Amgh Editora, 2000. *Ebook.*

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados.** Porto Alegre: Bookman editora, 2009.

HAIR, Joseph *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração.** Porto alegre: Bookman Companhia Ed, 2005.

INEP. ENADE 2019 - **Relatório Síntese Área de Engenharia de Produção.** Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br>. Acesso em: 10 set. 2022.

LEMONS, K. C. S.; MIRANDA, G. J. Alto e Baixo Desempenho no Enade: que variáveis explicam? **Revista Ambiente Contábil**-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, v. 7, n. 2, p. 101-118, 2015.

MENDONÇA, M. C., **Estatística aplicada à engenharia de avaliações e perícias.** Instituto Mineiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. Fundamentos de avaliações patrimoniais e perícias de engenharia: Curso básico do IMAPE. São Paulo: Pini, 1998.

OLIVEIRA, A. S. R.; SILVA, I. R. Indicadores educacionais no Ensino Superior Brasileiro. **Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 23, n. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1414-40772018000100009>.

OLIVEIRA, D. J. A.; CAGGY, R. C. S. S. Análise dos fatores influenciadores do desempenho acadêmico de estudantes de administração: um olhar do docente. **Revista Formadores: Vivências e Estudos**, v. 6, n. 1, p. 5-28, 2013. Disponível em: <http://www.seer-adventista.com.br/ojs/index.php/formadores/issue/download/34/1>. Acesso em: 01 jun. 2023.

OLIVEIRA, V. F. de. A Avaliação dos Cursos de Engenharia de Produção. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 3, 1 jun. 2005.

ROCHA, A. L. P.; LELES, C. R.; QUEIROZ, M. G. Fatores associados ao desempenho acadêmico de estudantes de Nutrição no Enade. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 99, n. 251, p. 74-94, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.99i251.3162>.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, p. 129-149, 2009.