



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



DESEMPENHO DE ALUNOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO NO ENADE: UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DIVERSIDADE ÉTNICO-RACIAL E DE GÊNERO

PERFORMANCE OF PRODUCTION ENGINEERING STUDENTS IN ENADE: A STATISTICAL ANALYSIS OF ETHNO-RACIAL AND GENDER DIVERSITY

DESEMPEÑO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN EN ENADE: UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DIVERSIDAD ÉTNICO-RACIAL Y DE GÉNERO

Alex Fernandes de Souza ^{1*}, Filipe Alves Neto Verri ², & Pedro Paulo Balestrassi ³

^{1,3}Universidade Federal de Itajubá, Campus Itajubá ²Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

¹alex_fernandes1989@live.com ²filipe.verri@gp.ita.br ³pedro@unifei.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 21.06.2024

Aprovado: 31.07.2024

Disponibilizado: 01.08.2024

PALAVRAS-CHAVE: Equidade Educacional; Desigualdade Racial; Análise Estatística.

KEYWORDS: Educational Equity; Racial Inequality; Statistical Analysis.

PALABRAS CLAVE: Equidad Educativa; Desigualdad Racial; Análisis Estadístico.

*Autor Correspondente: Souza, A. F., de.

RESUMO

A equidade educacional é crucial para o desenvolvimento social e econômico. Este estudo teve como objetivo realizar uma análise estatística étnico-racial e de gênero do desempenho dos alunos no ENADE para o curso de Engenharia de Produção, considerando dados dos anos de 2014, 2017 e 2019. A metodologia envolveu a coleta de dados do INEP, incluindo variáveis demográficas e acadêmicas. Após a limpeza e filtragem dos dados para incluir apenas alunos com presença confirmada no ENADE, foram calculadas estatísticas descritivas discriminadas por ano e categorias étnico-raciais e de gênero. Para investigar diferenças significativas no desempenho entre os grupos, foram utilizadas estatísticas descritivas e uma análise de variância (ANOVA). Adicionalmente, foi realizada uma regressão linear, dentro do recorte racial estabelecidos aqui, para prever o desempenho dos alunos com base em características demográficas e acadêmicas, avaliando a eficiência do modelo preditivo. Os resultados mostraram disparidades significativas no desempenho acadêmico entre diferentes raças e gêneros, sugerindo desigualdades no acesso a recursos educacionais e experiências de discriminação. Essas descobertas sublinham a necessidade de políticas educacionais mais inclusivas para promover a equidade no ensino superior

ABSTRACT

Educational equity is crucial for social and economic development. This study aimed to conduct an ethnic-racial and gender statistical analysis of student performance in the ENADE for the Production Engineering course, considering data from the years 2014, 2017, and 2019. The

methodology involved collecting data from INEP, including demographic and academic variables. After cleaning and filtering the data to include only students with confirmed attendance in ENADE, descriptive statistics were calculated by year and ethnic-racial and gender categories. To investigate significant differences in performance between groups, descriptive statistics and an analysis of variance (ANOVA) were used. Additionally, a linear regression was performed within the established racial framework to predict student performance based on demographic and academic characteristics, assessing the efficiency of the predictive model. The results showed significant disparities in academic performance between different races and genders, suggesting inequalities in access to educational resources and experiences of discrimination. These findings underscore the need for more inclusive educational policies to promote equity in higher education.

RESUMEN

La equidad educativa es crucial para el desarrollo social y económico. Este estudio tuvo como objetivo realizar un análisis estadístico étnico-racial y de género del rendimiento de los estudiantes en el ENADE para el curso de Ingeniería de Producción, considerando datos de los años 2014, 2017 y 2019. La metodología involucró la recolección de datos del INEP, incluyendo variables demográficas y académicas. Después de limpiar y filtrar los datos para incluir solo a los estudiantes con asistencia confirmada en el ENADE, se calcularon estadísticas descriptivas discriminadas por año y categorías étnico-raciales y de género. Para investigar diferencias significativas en el rendimiento entre los grupos, se utilizaron estadísticas descriptivas y un análisis de varianza (ANOVA). Adicionalmente, se realizó una regresión lineal, dentro del marco racial establecido aquí, para predecir el rendimiento de los estudiantes en base a características demográficas y académicas, evaluando la eficiencia del modelo predictivo. Los resultados mostraron disparidades significativas en el rendimiento académico entre diferentes razas y géneros, sugiriendo desigualdades en el acceso a recursos educativos y experiencias de discriminación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de políticas educativas más inclusivas para promover la equidad en la educación superior.

INTRODUÇÃO

O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) é uma avaliação aplicada pelo Ministério da Educação (MEC) com o objetivo de mensurar o rendimento dos alunos dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências (Ott & Costa, 2019). De acordo com Araujo *et al.* (2020), esta avaliação é essencial para garantir a qualidade dos cursos superiores no Brasil, fornecendo dados essenciais para a elaboração de políticas educacionais e a melhoria contínua do ensino. Além disso, o ENADE é um dos componentes do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), contribuindo para a avaliação das instituições de ensino superior (IES) e a qualificação dos cursos ofertados.

No entanto, ao considerar uma análise de fenômenos sociais, como raça ou gênero, é importante evidenciar os limites que o ENADE apresenta como instrumento avaliativo. Embora o ENADE forneça uma visão geral do desempenho acadêmico, sua metodologia padronizada, aplicada em âmbito nacional, pode não captar todas as nuances e contextos sociais que influenciam o desempenho dos alunos. Fatores como desigualdade de acesso a recursos educacionais, experiências de discriminação e diferenças culturais podem afetar os resultados de forma que o ENADE, em sua abordagem uniforme, não consegue refletir plenamente.

Nessa linha, Fernandes e Gomes (2022) destacam que a importância do ENADE se estende além da simples mensuração do desempenho acadêmico. Ele também serve como um indicador da eficácia das instituições de ensino em preparar seus alunos para os desafios do mercado de trabalho. Através dos resultados obtidos, é possível identificar áreas de excelência e pontos que necessitam de melhorias, proporcionando uma base sólida para a implementação de ações corretivas (Medeiros Filho *et al.*, 2019). Assim, o ENADE não só assegura a manutenção da qualidade do ensino, mas também promove a transparência e a responsabilidade das IES perante a sociedade.

O ensino superior no Brasil enfrenta inúmeros desafios, especialmente no que diz respeito à inclusão racial como descrevem Lima e Campos (2020). Estudantes negros, pardos e indígenas ainda encontram barreiras significativas para acessar e concluir cursos de graduação (Costa & Picanço, 2020). Essas barreiras incluem desde a falta de recursos financeiros até o preconceito e a discriminação racial, que muitas vezes resultam em um ambiente educacional hostil. A sub-representação dessas etnias em cursos de alta demanda, como a engenharia de produção, é um reflexo das desigualdades estruturais presentes na sociedade brasileira (Barbosa, 2019).

Ademais, a questão racial impacta diretamente o desempenho acadêmico dos estudantes. A falta de representatividade e a exclusão social podem levar à baixa autoestima e ao sentimento de não pertencimento, afetando negativamente a performance dos alunos (Cavalcanti *et al.*, 2019). Políticas afirmativas, como as cotas raciais, têm se mostrado eficazes em aumentar a inclusão, mas ainda há muito a ser feito para garantir que esses alunos não apenas ingressem, mas também tenham condições de se manterem e se formarem com sucesso (Basso-Poletto *et al.*, 2020).

O contexto de gênero no ensino superior, particularmente em cursos de engenharia, apresenta outro conjunto de desafios, como aponta Uamusse et al. (2020). As mulheres, historicamente sub-representadas nas áreas de exatas e tecnológicas, enfrentam preconceitos e estereótipos de gênero que dificultam sua trajetória acadêmica e profissional (Mendes et al., 2021). Além da pressão por provar suas capacidades em um ambiente predominantemente masculino, muitas vezes elas lidam com a falta de apoio institucional e de redes de mentoria. Esse cenário contribui para a evasão, menor presença feminina em posições de destaque na engenharia, bem como afeta o desempenho ao longo do curso (Saccaro et al., 2019).

A questão de gênero é ainda mais complexa em cursos de engenharia, que são majoritariamente compostos por homens cisgêneros heterossexuais. Outros gêneros, como pessoas não-binárias e transgêneros, são pouco representados ou frequentemente não identificados nas engenharias. Isso cria um ambiente onde a diversidade de gênero é limitada, exacerbando os desafios enfrentados por aqueles que não se encaixam no perfil predominante (Mendes et al., 2021). A presença minoritária de mulheres, homens trans, pessoas não-binárias e transgêneros na engenharia não só reflete a falta de inclusão, mas também evidencia a necessidade de políticas e práticas que promovam um ambiente mais acolhedor e equitativo para todos os gêneros.

Apesar dos avanços, a participação das mulheres na engenharia ainda é limitada. Iniciativas de promoção da igualdade de gênero, como programas de incentivo e bolsas específicas, são essenciais, mas precisam ser acompanhadas por uma mudança cultural nas instituições de ensino (Carvalhoes & Ribeiro, 2019). A criação de ambientes mais inclusivos e acolhedores é fundamental para que as mulheres possam desenvolver plenamente seu potencial e contribuir para a diversidade e inovação no campo da engenharia (Cintra et al., 2021).

Diante desses desafios, é de suma importância levantar dados que reflitam a diversidade étnico-racial e de gênero no desempenho acadêmico dos alunos de engenharia de produção. Uma abordagem estatística permite uma análise objetiva e detalhada dessas variáveis, possibilitando a identificação de padrões e tendências que podem orientar políticas públicas e ações afirmativas. Além disso, a transparência e a disponibilidade desses dados são cruciais para promover a equidade e a inclusão no ensino superior.

Compreender a influência das variáveis étnico-raciais e de gênero no desempenho acadêmico é fundamental para a construção de uma educação superior mais justa e inclusiva. Ao adotar uma abordagem estatística rigorosa, é possível desenvolver estratégias eficazes para combater a desigualdade e promover um ambiente educacional onde todos os alunos, independentemente de sua origem ou gênero, tenham as mesmas possibilidades de oportunidades.

Com base nesse cenário, este estudo teve como objetivo realizar uma análise estatística étnico-racial e de gênero do desempenho dos alunos no ENADE para o curso de Engenharia de Produção, considerando dados publicados nos anos de 2014, 2017 e 2019.

METODOLOGIA

Os dados foram coletados do portal do INEP, abrangendo os anos de 2014, 2017 e 2019, e incluíram variáveis como ano do ENADE, curso, idade, sexo, ano de conclusão do Ensino Médio, ano de início da graduação, notas gerais, renda familiar, ingresso por ação afirmativa, grau de dificuldade na parte do componente específico e presença confirmada. O processo de limpeza dos dados envolveu a filtragem para incluir somente os alunos do curso de Engenharia de Produção nos anos selecionados, além da exclusão de registros com dados incompletos, restringindo a amostra analisado à alunos onde todos os dados foram preenchidos pelos mesmos. Apenas alunos com presença confirmada no ENADE foram considerados, assegurando a integridade dos dados analisados.

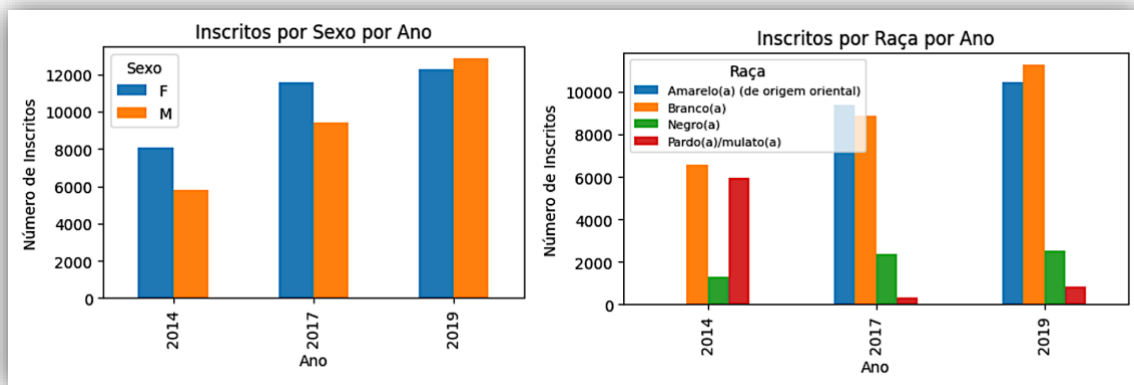
Na fase de análise descritiva, foram calculadas estatísticas como média, mediana, desvio padrão, valores mínimos e máximos das notas, discriminadas por ano de exame e categorias étnico-raciais e de gênero. Isso permitiu uma visão detalhada do desempenho acadêmico dos alunos e das possíveis disparidades entre os grupos analisados. Para investigar diferenças significativas no desempenho entre os grupos étnico-raciais e de gênero, foram utilizadas estatísticas descritivas e uma análise de variância (ANOVA).

Além disso, foi realizada uma regressão linear para prever o desempenho dos alunos com base em características demográficas e acadêmicas. Esta abordagem visou avaliar a eficiência de um modelo preditivo e verificar se ele corrobora os dados obtidos, permitindo a adoção de decisões mais assertivas para promover a equidade entre os alunos de Engenharia de Produção. As variáveis independentes incluíram raça, idade, sexo, categoria administrativa da instituição e organização acadêmica, enquanto a variável dependente foi a nota geral do ENADE.

Na discussão dos resultados, foram interpretados os padrões emergentes das análises, refletindo sobre fatores que poderiam contribuir para as disparidades observadas, como o acesso a recursos educacionais e experiências de discriminação, com base em estudos que abordam o tema em questão. É importante destacar que a amostra analisada pode não representar o fenômeno em sua totalidade, mas fornece uma tendência dentro dessa população, exigindo atenção especial na interpretação dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro passo foi verificar o número de inscritos por sexo e por raça em cada ano, permitindo observar variações na amostra de participantes no ENADE do curso de Engenharia de Produção.

Figura 1. Número de inscritos presentes por sexo e por raça entre 2014 e 2019

Analisando a Figura 1, pode-se observar que o número de participantes no ENADE de Engenharia de Produção aumenta ao longo dos anos, tanto em termos de sexo quanto de raça.

No gráfico à esquerda, que apresenta o número de inscritos por sexo, nota-se que a participação feminina (F) e masculina (M) têm diferenças consideráveis. Em 2014 e 2017, o número de inscritas foi maior em comparação aos inscritos do sexo masculino. Entretanto, no ano de 2019, observa-se um aumento no número de participantes do sexo masculino, superando o número de participantes do sexo feminino.

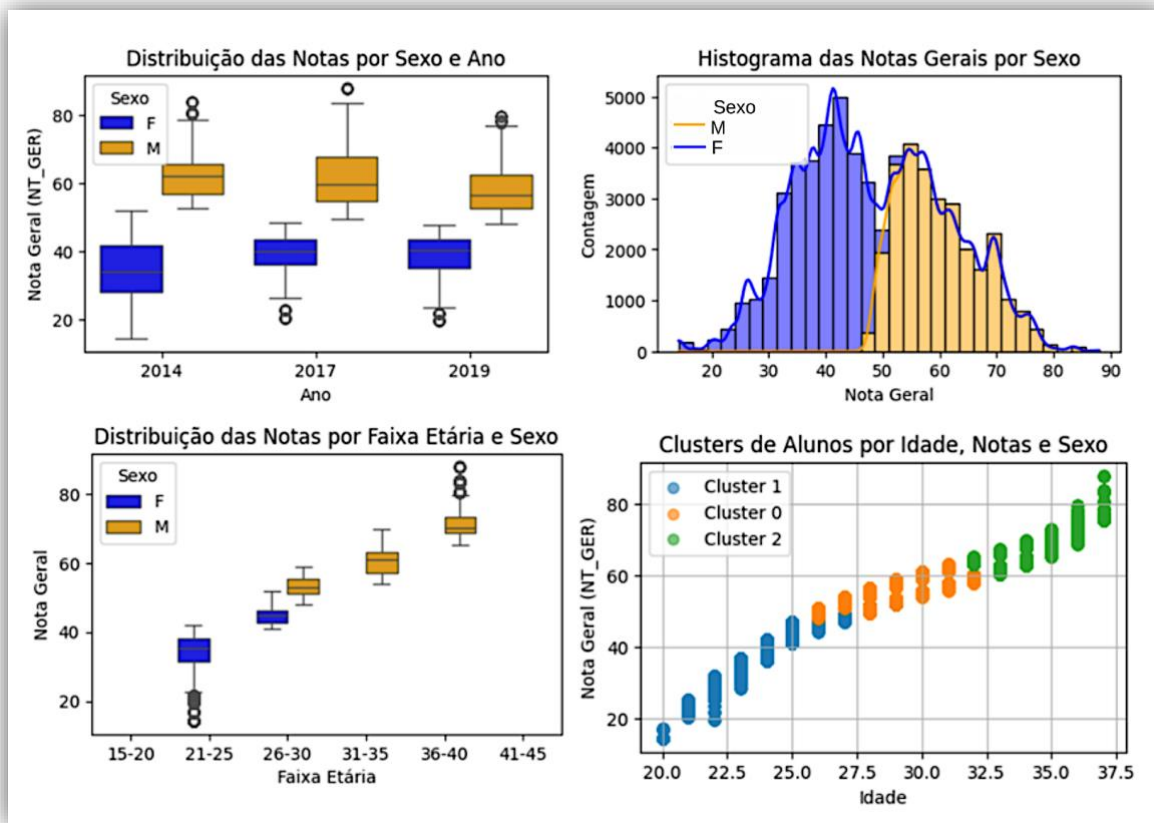
Contudo, na engenharia de produção, a amostra do Enade mostrou uma proporção similar de gêneros, contrariando a hipótese de haver mais homens do que mulheres. Isso pode ser um efeito da seleção dos alunos, onde busca-se uma mesma proporção de gênero, ou ainda que a engenharia de produção se distancie de outras engenharias com uma maior presença do gênero feminino, sugerindo que esta pode ser uma área de pesquisa mais aprofundada em outro estudo.

No gráfico que apresenta o número de inscritos por raça, verifica-se uma predominância de inscritos que se identificam como "Branco(a)" em todos os anos analisados. Em 2014, a distribuição racial é mais equilibrada, com uma quantidade significativa de inscritos "Pardo(a)/mulato(a)" similar aos "Branco(a)", mas com um número relativamente baixo de participantes autodeclarados "Negro(a)". Um ponto importante é que no conjunto de dados de 2014 a raça Amarela aparece na lista de alunos geral, mas a partir dos filtros usados no recorte dado, essa população não aparece no ano de 2014.

Continuando com a análise, em 2017 e 2019, há um aumento expressivo na participação de inscritos "Amarelo(a)" (de origem oriental), equiparando-se à quantidade de inscritos autodeclarados brancos. Isso resulta em uma diminuição ainda maior do número de pessoas pardas e negras, mostrando que nos ENADEs de 2017 e 2019, esses grupos raciais são minoritários de forma expressiva.

Essa variação em sexo e raça permitirá compreender com maior clareza o desempenho por sexo e raça em cada grupo e como essas dinâmicas influenciam os resultados acadêmicos no curso de Engenharia de Produção.

Figura 2. Desempenho por sexo no ENADEs 2014, 2017 e 2019



Analisando a Figura 2, nota-se que, em geral, as mulheres (azul) têm notas inferiores aos homens (laranja) em todos os anos analisados (2014, 2017 e 2019). Em 2014, além de uma média de notas mais baixa, as mulheres mostraram maior variabilidade no desempenho, indicada pela maior amplitude das caixas e pelos outliers. Em 2017 e 2019, essa variabilidade diminuiu, mas a diferença de desempenho entre os gêneros persiste, com os homens apresentando notas médias consistentemente mais altas. Esse fenômeno também é descrito no estudo de Brandt et al. (2020).

No gráfico de Histograma das Notas Gerais por Sexo (à direita) na Figura 2, observa-se a distribuição das notas gerais por sexo para todos os anos combinados. É possível ver que as notas das mulheres se concentram majoritariamente na faixa entre 30 e 50, enquanto as notas dos homens tendem a se concentrar em uma faixa ligeiramente mais alta, entre 40 e 60. Além disso, a curva de densidade das notas masculinas apresenta um pico mais pronunciado, sugerindo que há uma maior consistência no desempenho dos homens em relação ao das mulheres. Vale apontar que as faixas etárias foram geradas para este estudo, sendo que no ENADE essa informação é apresentada pelo ano de nascimento do aluno em questão.

Essa análise indica que, embora as mulheres tenham uma variabilidade de desempenho significativa, especialmente em 2014, os homens tendem a ter um desempenho mais alto e consistente ao longo dos anos.

Na Figura 2, o gráfico à esquerda mostra que as notas gerais (NT_GER) variam conforme a faixa etária. Na faixa de 15-20 anos, as mulheres (azul) têm notas mais baixas e alta

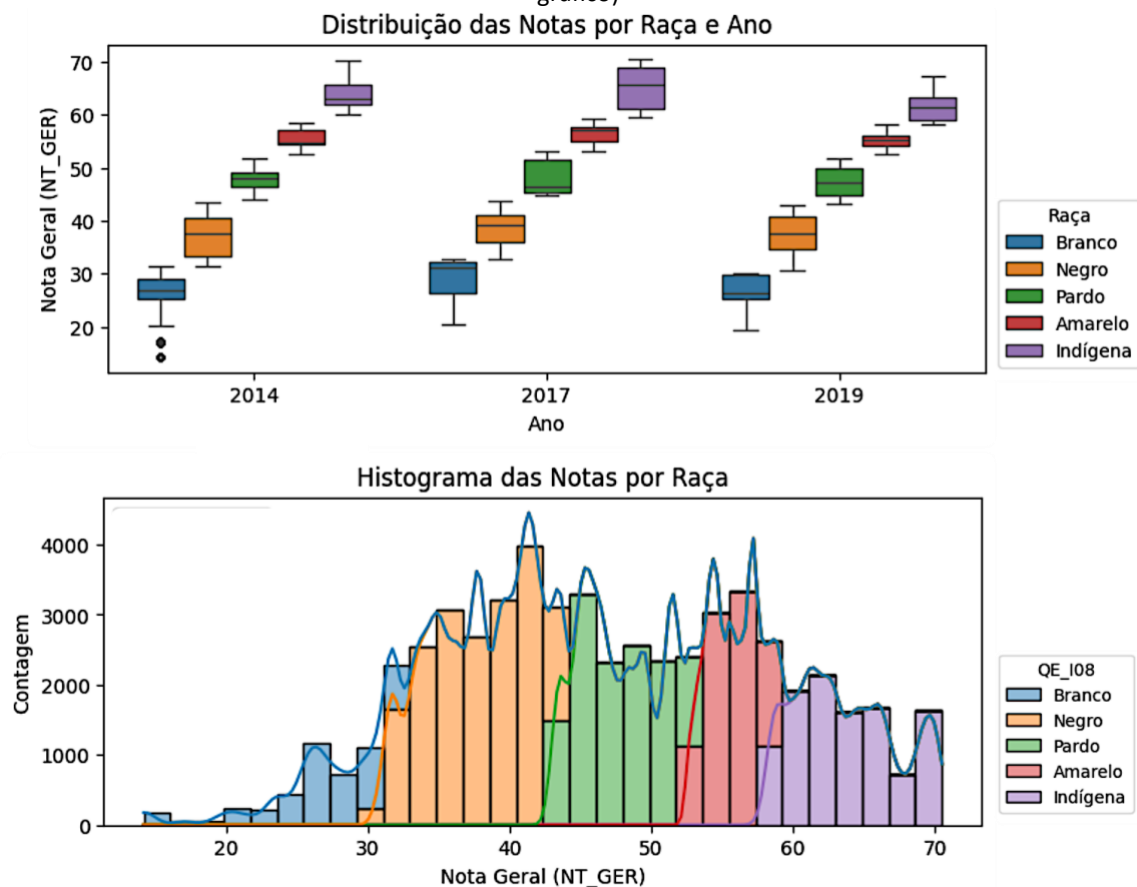
variabilidade, enquanto os homens (laranja) têm uma distribuição de notas ligeiramente melhor. Com o aumento da idade, há uma melhora gradual nas notas para ambos os sexos, sendo mais altas nas faixas de 36-40 e 41-45 anos, refletindo maior maturidade e experiência acadêmica ou profissional. De Carvalho Ramos Silva e Fernandes de Carvalho (2020) explicam isso em seu estudo, indicando que pessoas mais velhas tendem a ter uma maior regulação dos estudos, gerando melhores resultados em comparação com pessoas mais jovens.

No gráfico à direita, "Clusters de Alunos por Idade, Notas e Sexo", os alunos foram agrupados em três clusters: Cluster 1 (azul) com alunos mais jovens e notas baixas, Cluster 0 (laranja) com alunos de idade intermediária e notas variáveis, e Cluster 2 (verde) com alunos mais velhos e notas altas. A presença de diferentes clusters sugere padrões distintos de desempenho influenciados por idade, além do gênero.

Esses dados são fundamentais para entender como idade e gênero influenciam o desempenho acadêmico. Eles podem ajudar na formulação de políticas e intervenções direcionadas a melhorar o desempenho de grupos específicos, garantindo um ambiente educacional mais equitativo e inclusivo.

Em seguida, os dados foram analisados levando em consideração a raça dos participantes dos ENADEs avaliados. Alguns resultados iniciais podem ser observados na Figura 3.

Figura 3. Desempenho por raça no ENADE nos anos de 2014, 2017 e 2019 (Nomenclatura ajustada para o gráfico)



Analisando o gráfico superior da Figura 3, que apresenta a distribuição das notas por raça e ano, nota-se que há uma variabilidade significativa nas notas dos alunos de Engenharia de Produção no ENADE. Em 2014, as medianas das notas variam entre as diferentes raças, com "Amarelo(a) (de origem oriental)" apresentando notas superiores. Os alunos autodeclarados "Branco(a)" têm medianas mais baixas, enquanto os "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)" exibem medianas superiores aos "Branco(a)", contrariando a expectativa inicial. Essa distribuição desigual sugere que, desde o início do período analisado, há uma discrepância no desempenho acadêmico entre as diferentes raças.

No ano de 2017, essa disparidade continua evidente. As medianas das notas dos alunos "Amarelo(a) (de origem oriental)" permanecem superiores, enquanto as dos "Branco(a)" continuam mais baixas. A diferença entre os grupos não só persiste como parece ter se acentuado, indicando uma manutenção ou até um agravamento das desigualdades ao longo do tempo. Os "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)" mantêm notas medianas superiores aos "Branco(a)", sugerindo uma melhoria relativa no desempenho desses grupos.

Em 2019, observa-se uma latência geral nas notas para todas as raças, de modo que a hierarquia das notas permanece a mesma: "Amarelo(a) (de origem oriental)" continua com notas medianas mais altas, seguidos por "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)", com "Branco(a)" apresentando as medianas mais baixas. A variabilidade nas notas dos "Amarelo(a) (de origem oriental)" ainda é significativa, refletindo a diversidade de experiências e possivelmente de desafios enfrentados por esses alunos.

O gráfico inferior da Figura 3, que mostra um histograma das notas por raça, permite uma visualização detalhada das distribuições ao longo dos anos de 2014, 2017 e 2019. As linhas de densidade coloridas destacam as sobreposições e diferenças entre os grupos raciais. Os alunos "Branco(a)" apresentam uma distribuição relativamente estável e consistente, com a maioria das notas concentradas entre 40 e 60. Já os alunos "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)" têm suas distribuições concentradas em faixas mais baixas, principalmente entre 30 e 50, evidenciando um desempenho acadêmico inferior em comparação com os "Amarelo(a) (de origem oriental)".

Os alunos "Amarelo(a) (de origem oriental)" destacam-se com uma distribuição que indica um desempenho superior, com um pico de densidade concentrado entre 40 e 60, sugerindo que muitos alunos dessa raça atingem notas mais altas. Por outro lado, os alunos "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)" mostram uma distribuição mais dispersa e variada, refletindo a maior dispersão observada nas notas também no gráfico de distribuição por ano. Essas observações sugerem que "Amarelo(a) (de origem oriental)" apresentam notas superiores, enquanto "Branco(a)" têm desempenho inferior, e "Negro(a)" apresentam um desempenho superior aos "Branco(a)" em média, destacando a complexidade das desigualdades educacionais que necessitam de investigação adicional.

Para aprofundar a análise, foram calculadas as estatísticas detalhadas por ano para cada raça, incluindo o número de alunos autodeclarados em cada categoria racial. A Tabela 1 apresenta

esses dados, fornecendo uma visão detalhada do desempenho dos estudantes por raça nos anos de 2014, 2017 e 2019. Essa tabela é fundamental para entender as diferenças de desempenho acadêmico entre os diversos grupos raciais ao longo do tempo. As estatísticas incluem a média das notas, o desvio padrão, os valores mínimos e máximos, além da mediana, oferecendo uma análise abrangente e comparativa entre os diferentes grupos.

Tabela 1. Desempenho detalhado dos estudantes por raça no ENADE de 2014, 2017 e 2019

Ano	Raça	Nº de alunos	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
2014	Branca	6595	32,37	7,13	14,2	31,6	46,4
	Parda	5940	61,95	6,81	51,4	61,9	83,9
	Negro	1286	48,08	1,06	46,4	48,0	50,3
2017	Amarela	9376	61,14	7,51	49,5	59,7	88,0
	Branca	8871	37,64	4,26	20,4	38,9	43,8
	Parda	322	48,39	0,05	48,3	48,4	48,5
2019	Negro	2370	45,53	0,60	44,7	45,4	46,9
	Amarela	10442	59,94	6,45	51,3	58,6	79,7
	Branca	11253	38,71	5,08	19,4	39,1	46,4
	Parda	832	50,90	0,27	50,3	51,0	51,3
	Negro	2542	48,38	1,10	46,6	48,5	50,1

Em 2014, alunos autodeclarados "Branco(s)" (6595) tiveram uma média de 32,37 e um desvio padrão de 7,13, indicando variabilidade moderada. Alunos "Pardo(s)" (5940) destacaram-se com uma média de 61,95 e desvio padrão de 6,81, enquanto "Negro(s)" (1286) tiveram uma média de 48,08 com baixa variabilidade (desvio padrão de 1,06). Em 2017, "Amarelo(s)" (9376) apresentaram uma média elevada de 61,14 e desvio padrão de 7,51. "Branco(s)" (8871) tiveram uma média de 37,64, mostrando leve melhora. "Pardo(s)" (322) mantiveram média de 48,39, e "Negro(s)" (2370) tiveram média de 45,53 com baixa variabilidade, refletindo tendência anterior.

Em 2019, a performance dos "Amarelo(s)" (10442) permaneceu alta, com média de 59,94 e desvio padrão de 6,45. "Branco(s)" (11253) mostraram uma melhoria contínua, com média de 38,71 e desvio padrão de 5,08. "Pardo(s)" (832) apresentaram média de 50,90 com baixa variabilidade (desvio padrão de 0,27), enquanto "Negro(s)" (2542) tiveram média de 48,38 com desvio padrão de 1,10, indicando uma leve melhora.

Para verificar se há diferenças estatísticas entre as raças, foi realizada uma análise de variância (ANOVA). Os resultados dessa análise estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos Testes ANOVA para os anos de 2014, 2017 e 2019

Ano	F-statistic	p-value
2014	64397.251	0.000
2017	65219.148	0.000
2019	61130.488	0.000

Os valores elevados de *F-statistic* e os *p*-valores de 0.000 indicam diferenças estatisticamente significativas no desempenho acadêmico entre as diferentes raças nos ENADEs de 2014, 2017 e 2019. Esses resultados confirmam variações substanciais no desempenho entre os grupos raciais analisados. Ao longo dos anos, alunos "Amarelo(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)" frequentemente apresentam melhores resultados em comparação com alunos "Branco(a)" e "Negro(a)", que têm desempenhos inferiores.

É importante notar que os números de alunos "Pardo(a)/mulato(a)" e "Negro(a)" são menores, especialmente os "Pardo(a)/mulato(a)" em 2017 e 2019, o que pode afetar a representatividade estatística dessas médias.

Dada a clara diferença entre os grupos raciais, foi realizada uma análise adicional para prever o desempenho dos alunos com base em características demográficas e acadêmicas. Essa abordagem avalia a eficiência de um modelo preditivo e verifica se ele corrobora os dados obtidos. A aplicação desse modelo pode ajudar a adotar decisões mais assertivas para promover a equidade entre os alunos de Engenharia de Produção, fornecendo uma base sólida para intervenções educacionais mais direcionadas e eficazes.

No entanto, é importante salientar que essa previsão é apenas uma investigação paralela e que, na prática, inúmeros fatores podem afetar o desempenho acadêmico, além dos dados analisados. Fatores como contexto socioeconômico, apoio familiar, motivação pessoal, qualidade do ensino recebido e experiências de vida são extremamente subjetivos e variam de indivíduo para indivíduo. Portanto, as conclusões tiradas a partir dessa análise devem ser vistas com cautela e como parte de um quadro mais amplo que considera a complexidade e a individualidade de cada aluno.

Neste estudo, foi adotado um modelo de regressão linear para prever o desempenho dos alunos no ENADE. A regressão linear é um método estatístico que modela a relação entre uma variável dependente contínua e uma ou mais variáveis independentes. Neste caso, a variável dependente é a nota geral do ENADE (NT_GER), enquanto as variáveis independentes incluem características demográficas e acadêmicas dos alunos: raça (QE_I02), idade (NU_IDADE), sexo (TP_SEXO), categoria administrativa da instituição (CO_CATEGAD) e organização acadêmica da instituição (CO_ORGACAD). Para preparar os dados, foram tratados os valores ausentes e transformamos as variáveis categóricas em variáveis *dummy*, utilizando codificação *one-hot*. Em seguida, dividimos o conjunto de dados em subconjuntos de treinamento, validação e teste para avaliar a capacidade preditiva do modelo. O desempenho do modelo foi avaliado usando métricas como o erro absoluto médio (MAE), o erro quadrático médio (MSE) e o coeficiente de determinação (R^2), proporcionando uma compreensão abrangente da precisão e da generalização do modelo. Os resultados podem ser verificados na Tabela 3.

Tabela 3. Métricas de Avaliação do Modelo de Regressão Linear.

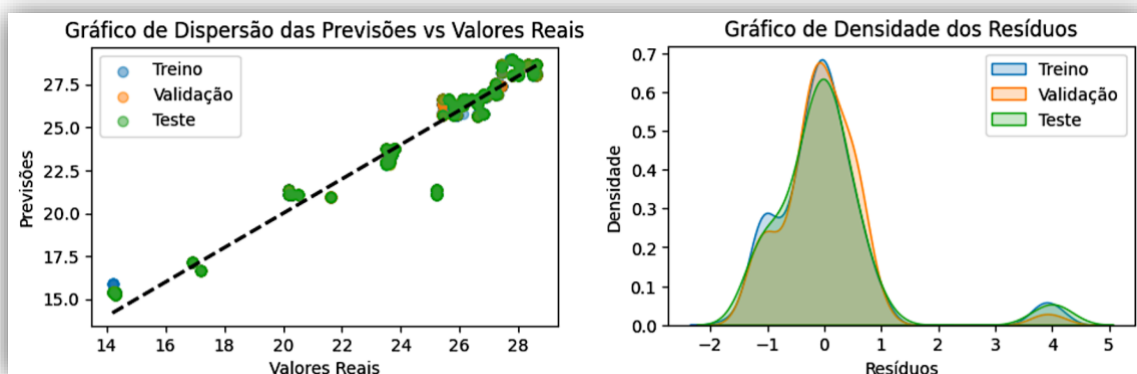
Métrica	Treino	Validação	Teste
MAE	0,60	0,52	0,60
MSE	0,97	0,63	1,07
R^2	0,93	0,95	0,93

Os resultados do modelo de regressão linear indicam uma forte capacidade preditiva para o desempenho dos alunos no ENADE, com coeficientes de determinação (R^2) de 0.93 para os conjuntos de treino e teste, e 0.95 para o conjunto de validação. Essas métricas sugerem que o modelo explica bem a variabilidade das notas dos alunos com base nas características selecionadas, incluindo idade, raça, gênero, categoria administrativa e organização acadêmica.

O erro absoluto médio (MAE) e o erro quadrático médio (MSE) são baixos, reforçando a precisão das previsões. A inclusão de variáveis demográficas e acadêmicas, como raça e gênero, parece contribuir significativamente para a capacidade do modelo de prever o desempenho dos alunos. Isso sugere que há um padrão subjacente que pode ser identificado e utilizado para futuras avaliações do ENADE, permitindo intervenções educacionais mais direcionadas e eficazes para promover a equidade entre os alunos de diferentes grupos.

Para o modelo de regressão linear utilizado, também avaliamos seu desempenho por meio de gráficos de dispersão das previsões versus os valores reais e de densidade dos resíduos, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Desempenho do Modelo de Regressão Linear



O gráfico de dispersão das previsões versus os valores reais (à esquerda) demonstra a precisão do modelo, com pontos próximos à linha tracejada, indicando boas previsões. O gráfico de densidade dos resíduos (à direita) mostra que os erros de previsão estão distribuídos de forma semelhante entre os conjuntos de treinamento, validação e teste, reforçando a consistência do modelo.

A concentração dos resíduos próximos a zero sugere alta eficiência do modelo. Esses resultados, junto com as métricas de avaliação (MAE, MSE e R^2), indicam que o modelo de regressão linear prevê eficientemente o desempenho dos alunos no ENADE com base em características como raça e gênero. A identificação de um padrão consistente sugere que o modelo pode ser útil em futuras avaliações do ENADE, ajudando na tomada de decisões mais assertivas e promovendo a equidade entre os alunos de Engenharia de Produção.

Logo, associando os resultados obtidos aqui a outros estudos, destaca-se que a presença de desigualdades raciais e de gênero na educação não é um fenômeno isolado. Estudos como os de Cavalcanti et al. (2019) e Costa & Picanço (2020), mostram que a falta de equidade educacional impacta diretamente o desempenho acadêmico e a trajetória profissional dos estudantes. Nesse sentido, Araujo et al. (2020) destacam como alunos de Negros(as) enfrentam barreiras adicionais que influenciam negativamente seu desempenho acadêmico, enquanto Fernandes & Gomes (2022) enfatizam a importância de políticas públicas que garantam igualdade de oportunidades, especialmente em cursos de alta demanda como Engenharia de Produção.

Esses achados são corroborados pelos dados coletados neste estudo. As disparidades observadas nas notas e na representatividade dos alunos de diferentes raças e gêneros refletem um problema sistêmico que requer atenção emergente. Programas de inclusão e apoio psicossocial, como sugerido por Medeiros Filho et al. (2019), Milagres et al. (2022) e Ribeiro e Guzzo (2022), podem ser eficazes para mitigar essas desigualdades. Implementar políticas que promovam igualdade de oportunidades para todos os alunos, independentemente de sua raça ou gênero, é essencial para garantir um ambiente educacional mais justo e inclusivo.

A análise preditiva realizada neste estudo demonstra que é possível identificar padrões de desempenho com base em características demográficas e acadêmicas. Isso permite intervenções educativas mais direcionadas e eficazes. A consistência dos resultados preditivos reforça a necessidade de ações concretas para promover a equidade educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo revelou desigualdades raciais e de gênero no desempenho acadêmico dos alunos de Engenharia de Produção no ENADE. Observou-se que, ao longo dos anos analisados (2014, 2017 e 2019), alunos "Amarelo(a) (de origem oriental)" tiveram desempenhos superiores em comparação aos alunos "Branco(a)", "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)". Notou-se que alunos "Negro(a)" e "Pardo(a)/mulato(a)" tiveram desempenhos superiores aos alunos "Branco(a)", contrariando expectativas iniciais.

Além disso, a proporção de gêneros na amostra do ENADE revelou-se equilibrada, contrariando a hipótese de predominância masculina na Engenharia de Produção. No entanto, é importante considerar que essa distribuição pode ser influenciada pela seleção de alunos, buscando uma mesma proporção de gênero ou refletindo uma particularidade da Engenharia de Produção em comparação com outras engenharias. Portanto, esses achados sugerem a necessidade de investigações mais aprofundadas para entender melhor os fatores que influenciam o desempenho acadêmico e as desigualdades observadas.

A análise dos dados sugere que essas desigualdades refletem um problema sistêmico relacionado ao acesso desigual a recursos educacionais, oportunidades e suporte. A literatura indica que, apesar do desempenho superior de alunos "Negro(a)" e "Indígena", essa parcela ocupa o ensino superior frequentemente por meio de políticas afirmativas, tanto no ensino privado quanto público. Os modelos de regressão linear utilizados mostraram-se eficazes em prever o desempenho dos alunos com base em características demográficas e acadêmicas, reforçando a importância dessas variáveis no desenvolvimento de políticas educacionais.

Os resultados sublinham a necessidade urgente de intervenções que promovam a equidade educacional. Políticas públicas e programas de apoio direcionados podem mitigar as barreiras enfrentadas por alunos de minorias raciais e de gênero, garantindo acesso igualitário ao sucesso acadêmico. A implementação de ações afirmativas, programas de mentoria e suporte psicossocial são essenciais para criar um ambiente mais inclusivo e justo. Recomenda-se um estudo longitudinal futuro para acompanhar o progresso dos alunos ao longo de suas trajetórias acadêmicas e profissionais, além de incluir variáveis adicionais, como o impacto de políticas afirmativas e diferenças regionais no desempenho acadêmico, para uma compreensão mais abrangente das desigualdades educacionais no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- Araujo, A. A., Benevides, A. de A., Mariano, F. Z., & Barbosa, R. B. (2020). Diferencial de desempenho dos estudantes cotistas no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes: evidências sobre as instituições de ensino superior federais. *Revista Brasileira de Educação*, 25. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782020250064>
- Barbosa, M. L. O. (2019). Democratização ou massificação do Ensino Superior no Brasil? | Higher Education in Brazil: democratization or massification? *Revista de Educação PUC-Campinas*, 24(2), 240. <https://doi.org/10.24220/2318-0870v24n2a4324>
- Basso-Poletto, D., Efrom, C., & Rodrigues, M. B. (2020). Ações AfirSouzamativas no Ensino Superior: revisão quantitativa e qualitativa de literatura. *Revista Electrónica Educare*, 24(1), 1-24. <https://doi.org/10.15359/ree.24-1.16>
- Brandt, J. Z., Tejado-Romero, F., & Araujo, J. F. F. E. (2020). Fatores influenciadores do desempenho acadêmico na graduação em administração pública. *Educação e Pesquisa*, 46. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634202046202500>
- Carvalho, F. & Ribeiro, C. A. C. (2019). Estratificação horizontal da educação superior no Brasil: desigualdades de classe, gênero e raça em um contexto de expansão educacional. *Tempo Social*, 31(1), 195-233. <https://doi.org/10.11606/0103-2070.ts.2019.135035>
- Cavalcanti, I. T. do N., Andrade, C. S. M., Tiryaki, G. F., & Costa, L. C. C. (2019). Desempenho acadêmico e o sistema de cotas no ensino superior: evidência empírica com dados da Universidade Federal da Bahia. *Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas)*, 24(1), 305-327. <https://doi.org/10.1590/s1414-407720190001000016>
- Cintra, N. L., Prates, M. B., Nascimento, M. do C., De Jesus, B. C. B., Araujo, I. P. da C., Andrade, R. A., & Martinez, L. (2021). Grupo de pesquisa em empoderamento feminino: uma iniciativa do programa de educação tutorial de engenharia elétrica da Universidade Federal Da Bahia / Women's empowerment research group: an initiative of the electrical engineering tutorial education program of the Federal University of Bahia. *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 36534-36545. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-220>
- Costa, A. L. da & Picanço, F. (2020). Para além do acesso e da inclusão: impactos da raça sobre a evasão e a conclusão no ensino superior. *Novos Estudos - CEBRAP*, 39(2), 281-306. <https://doi.org/10.25091/s01013300202000020003>
- De Carvalho, R. S. J. & Fernandes, de C. C. (2020). Autorregulação de aprendizagens e o desempenho acadêmico no ensino superior. *Linhas Críticas*, 26, 1-21. <https://doi.org/10.26512/lc.v26.2020.32073>
- Fernandes, A. de O., & Gomes, S. dos S. (2022). Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade): Tendências da produção científica brasileira (2004-2018). *Education Policy Analysis Archives*, 30. <https://doi.org/10.14507/epaa.30.6547>
- Lima, M. & Campos, L. A. (2020). Apresentação: Inclusão racial no ensino superior: impactos, consequências e desafios. *Novos Estudos - CEBRAP*, 39(2), 245-254. <https://doi.org/10.25091/s01013300202000020001>
- Medeiros Filho, A. E. C. de, Silva, L. S., & Pontes Junior, J. A. de F. (2019). Características da família dos estudantes associadas ao desempenho acadêmico no exame nacional de desempenho dos estudantes (ENADE). *Revista Educação, Psicologia e Interfaces*, 3(3), 7-18. <https://doi.org/10.37444/issn-2594-5343.v3i3.163>
- Mendes, T., Houzel, L., Milanski, B., Medeiros, C., Rocha, F. E., Elgaly, P., Almeida, V. de, & Carvalhaes, F. (2021). Azul Ou Rosa? A Segregação de Gênero no Ensino Superior Brasileiro, 2002-2016. *Cadernos de Pesquisa*, 51. <https://doi.org/10.1590/198053147830>
- Milagres, V. M. F., Reis, L. P. C., & Domingues, S. (2022). O apoio psicossocial e as vivências acadêmicas dos estudantes universitários. *Revista Internacional de Educação Superior*, 10, e024002. <https://doi.org/10.20396/riesup.v10i00.8666009>
- Ott, J. N. & Costa, B. E. P. da. (2019). Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. *Revista Docência Do Ensino Superior*, 9, 1-15. <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2019.2506>
- Ribeiro, F. de M., & Guzzo, R. S. L. (2022). Preconceito e proumistas. *Psicologia Da Educação*, 53, 13-24. <https://doi.org/10.23925/2175-3520.2021i53p13-24>
- Saccaro, A., França, M. T. A., & Jacinto, P. de A. (2019). Fatores Associados à Evasão no Ensino Superior Brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e de Engenharia, Produção e Construção em instituições públicas e privadas. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 49(2), 337-373. <https://doi.org/10.1590/0101-41614925amp>
- Uamusse, A. A., Cossa, E. F. R., & Kouleshova, T. (2020). A mulher em cursos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática no ensino superior moçambicano. *Revista Estudos Feministas*, 28(1). <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2020v28n168325>