

Avaliação do Desempenho de Estudantes com Deficiência Visual no Enem 2022 durante a Pandemia de Covid-19


Evaluation of the Performance of Visually Impaired Students in the 2022 Enem during the Covid-19 Pandemic

Evaluación Del Desempeño de Estudiantes con Discapacidad Visual en el Enem 2022 durante la Pandemia de Covid-19

Claudio Henrique Medaber Jambo 

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

claudiojambo@gmail.com

Regina Serrão Lanzillotti 

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

reginalanzillotti@ime.uerj.br

Recebido em 26 de março de 2025

Aprovado em 28 de agosto de 2025

Publicado em 05 de setembro de 2025

RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar as variáveis que possam influenciar nas notas dos candidatos com deficiência visual no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) do ano de 2022, com ênfase no desempenho na prova de redação, para propiciar intervenções mais eficazes e inclusivas por parte das autoridades competentes e políticas públicas. O trabalho identificou os padrões e as tendências relacionadas a variáveis socioeconômicas, como acesso à tecnologia, renda familiar, infraestrutura escolar e características regionais. A metodologia utilizou a padronização das notas em unidades do Desvio Padrão, a Análise de Correspondência Múltipla (MCA), o agrupamento via método *K-Means* e a Análise Discriminante Linear (LDA). Os resultados obtidos pelos métodos estatísticos destacaram variações significativas nas notas de redação, relacionadas a fatores geográficos, socioeconômicos e às desigualdades no acesso à educação remota. O isolamento social, enfrentado no período da pandemia mundial, também impactou diretamente o desempenho desses estudantes. O estudo sugere à implantação de políticas públicas direcionadas a esse grupo específico com perda total ou parcial da capacidade visual para minimizar as desigualdades e promover um maior equilíbrio no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Enem 2022; Deficiência visual; Análise estatística multivariada; Desigualdade no processo de aprendizagem.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify the variables that may influence the scores of visually impaired candidates in the 2022 edition of the Brazilian National High School Exam (Enem), with an emphasis on performance in the writing section, in order to support more effective and inclusive interventions by public authorities and policymakers. The study identified patterns and trends related to socioeconomic variables such as access to technology, family income, school infrastructure, and regional characteristics. The methodology applied score standardization in standard deviation units, Multiple Correspondence Analysis (MCA), clustering using the K-Means method, and Linear Discriminant Analysis (LDA). The statistical methods revealed significant variations in essay scores, which were associated with geographical and socioeconomic factors, as well as inequalities in access to remote education. Social isolation during the global pandemic also directly impacted the performance of these students. The study suggests the implementation of public policies aimed at this specific group with total or partial loss of visual capacity to minimize inequalities and promote greater balance in the learning process.

Keywords: Enem 2022; Visual impairment; Multivariate statistical analysis; Inequality in the learning process.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar las variables que pueden influir en las calificaciones de los candidatos con discapacidad visual en el Examen Nacional de Educación Media (Enem) del año 2022, con énfasis en el desempeño en la prueba de redacción, con el fin de propiciar intervenciones más eficaces e inclusivas por parte de las autoridades competentes y de las políticas públicas. El trabajo identifica los patrones y tendencias relacionadas con variables socioeconómicas, como el acceso a la tecnología, los ingresos familiares, la infraestructura escolar y las características regionales. La metodología emplea la estandarización de las calificaciones en unidades de Desviación Estándar, el Análisis de Correspondencia Múltiple (MCA), la agrupación mediante el método K-Means y el Análisis Discriminante Lineal (LDA). Los resultados obtenidos a partir de los métodos estadísticos destacaron variaciones significativas en las calificaciones de redacción, relacionadas con factores geográficos, socioeconómicos y las desigualdades en el acceso a la educación remota. El aislamiento social, experimentado durante la pandemia mundial, también impactó directamente el desempeño de estos estudiantes. El estudio sugiere la implementación de políticas públicas dirigidas a este grupo específico con pérdida total o parcial de la capacidad visual, con el objetivo de minimizar las desigualdades y promover un mayor equilibrio en el proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Enem 2022; Discapacidad visual; Análisis estadístico multivariante; Desigualdad en el proceso de aprendizaje.

Introdução

A deficiência visual caracteriza-se pela perda total (cegueira) ou parcial (baixa visão) da capacidade visual, afetando um ou ambos os olhos. Essa condição pode causar limitações significativas na execução das atividades diárias, impactando diretamente a qualidade de vida e a autonomia das pessoas com essa condição. De acordo com a Classificação Estatística Internacional de Doenças (CID-11), elaborada pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2025), a deficiência visual é categorizada como cegueira quando a acuidade visual é inferior a 0,05 ou quando o campo visual é inferior a 10 graus. Ainda de acordo com a classificação da OMS, a baixa visão ou visão subnormal, ocorre quando o valor da acuidade visual corrigida no melhor olho for menor do que 0,3 e maior ou igual a 0,05 ou seu campo visual é menor do que 20° no melhor olho com a melhor correção óptica. Essa classificação permite uma padronização no diagnóstico e facilita o desenvolvimento de políticas de saúde específicas. A Portaria nº 3.128 de 2008 (Brasil, 2008) define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual.

A avaliação do desempenho acadêmico dos estudantes com deficiência visual no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) de 2022, realizado durante a pandemia de Covid-19, constitui uma importante oportunidade para aprofundar o conhecimento sobre os fatores que podem influenciar no aprendizado deste grupo específico, além de fornecer dados relativos às questões socioeconômicas e regionais. O período pandêmico, marcado pelo isolamento social e pela necessidade do ensino remoto emergencial, introduziu desafios adicionais para esse grupo específico de estudantes, como a adaptação às ferramentas digitais e o acesso limitado a recursos pedagógicos especializados. Este trabalho objetiva, portanto, identificar as variáveis que possam vir a influenciar significativamente as notas dos candidatos com deficiência visual, com destaque especial para o desempenho na prova de redação, propiciando o planejamento de intervenções mais eficazes e inclusivas por parte das autoridades competentes e políticas públicas. Para atingir esse objetivo, serão empregadas metodologias estatísticas avançadas, por meio de abordagem inferencial estatística segundo a Análise de Correspondência Múltipla (MCA) e a Análise Discriminante Linear (LDA), pois discriminam as variáveis determinantes para o desempenho do grupo caracterizado pela deficiência visual durante a pandemia de Covid-19, segundo dados oficiais fornecidos nas Edições do Enem.

Espera-se que os resultados obtidos possibilitem identificar padrões que possam subsidiar o desenvolvimento de intervenções educacionais mais eficazes e políticas públicas mais inclusivas, adaptadas especificamente às necessidades das pessoas com deficiência visual. Essas intervenções poderão proporcionar melhores condições de aprendizado e inclusão, principalmente em contextos de maior adversidade, como em períodos enfrentados durante a pandemia de Covid-19.

Trabalhos relacionados

Leriaet *al.* (2022) analisaram a participação e o desempenho de estudantes com deficiência visual no Enem nas edições de 2017 e 2018, para avaliar as características socioeconômicas e demográficas. Os resultados do trabalho indicaram uma baixa participação desses candidatos no exame, especialmente para os que possuíam deficiências mais severas. O estudo sugere a necessidade de revisão nas estratégias de inclusão no acesso ao nível superior.

Leriaet *al.* (2023) investigam as barreiras enfrentadas pelos candidatos com deficiência visual no exame do Enem ao realizar pesquisa qualitativa com 29 participantes de 10 estados brasileiros, destacando as limitações no suporte oferecido e recomendando ações para melhoria da qualidade do exame.

No escopo de busca por trabalhos relacionados, cita-se Silva e Fumes (2023) que analisaram a experiência vivenciada por universitários com deficiência visual durante a pandemia da Covid-19. O trabalho discorre sobre a exclusão digital como um dos principais fatores de barreira ao aprendizado, decorrente da inacessibilidade a plataformas tecnológicas, ausência de apoio pedagógico institucional e de práticas docentes pouco inclusivas. Os autores argumentam que o ensino remoto não apenas ampliou desigualdades, mas também reproduziu um modelo meritocrático e capacitista, causando significativos retrocessos no processo de inclusão educacional. Silva e Fumes (2023) destacam a precarização do trabalho docente e os cortes orçamentários nas universidades públicas, fatores que reforçam o abandono escolar dos que têm deficiência visual. No mesmo ano, Silva e Fumes (2023) exploraram as barreiras e os desafios enfrentados na prática docente voltada à inclusão de universitários com deficiência visual durante o ensino remoto emergencial. A pesquisa revelou que a ausência de formação específica dos docentes, aliada à falta de familiaridade com as

tecnologias digitais e à sobrecarga de trabalho, gerou práticas pedagógicas consideradas excludentes. O artigo ressalta que, apesar de alguns docentes buscarem suporte em núcleos de acessibilidade e ajustarem suas práticas de forma pontual, a maior parte das ações inclusivas ainda ocorre de maneira fragmentada e ineficaz.

No trabalho de Junior e Lupetina (2021), é apresentada uma reflexão teórica sobre os impactos da pandemia da Covid-19 na educação privadas da visão. No contexto brasileiro, especificamente no estado do Rio de Janeiro, os autores identificam a exclusão digital e a ausência de acessibilidade como principais elementos no aprofundamento das desigualdades educacionais. Os desafios impostos pelo ensino remoto também são discutidos e apontam a desconsideração das necessidades específicas dos estudantes com deficiência como resultado de políticas educacionais marcadamente neoliberais. Junior e Lupetina (2021) apresentam recomendações para a construção de protocolos escolares inclusivos com ênfase na importância da formação docente diferenciada, da atuação das famílias e da diversificação de estratégias de acessibilidade. Os autores afirmam que a falta de planejamento inclusivo e investimentos em formação e tecnologia contribuíram para consolidar retrocessos históricos no campo da educação especial na pandemia.

Camizão, Conde e Victor (2021) analisaram a implementação do ensino remoto durante a pandemia de Covid-19 a partir da perspectiva da educação especial nos municípios de Cariacica e Vila Velha (ES), com foco no Atendimento Educacional Especializado (AEE). O estudo evidenciou que, embora as ações municipais tenham buscado garantir algum vínculo pedagógico, a efetivação de uma prática verdadeiramente inclusiva permaneceu comprometida. Os autores afirmam que o trabalho docente especializado foi precarizado, marcado por cortes de carga horária, vínculos instáveis e falta de orientações claras, destacando que a pandemia intensificou os entraves históricos da inclusão escolar intensificados na pandemia.

Costa, Picharillo e Elias (2021) fizeram uma revisão integrativa com o objetivo de investigar os impactos da pandemia da Covid-19 no cotidiano de pessoas com deficiência visual, com foco especial nas dimensões da educação e da saúde. A partir da análise de publicações internacionais indexadas em bases especializadas, os autores identificaram que as medidas de isolamento social para conter a disseminação do vírus afetaram significativamente a saúde mental ao propiciar sentimentos de solidão, insegurança, estresse e discriminação. No campo educacional foi destacado os desafios discriminados pela

ausência de acessibilidade em plataformas digitais, dificuldades de adaptação ao ensino remoto e a escassez de equipamentos adequados, veio a comprometer a continuidade da aprendizagem. O estudo também ressaltou a desigualdade digital como fator crítico, especialmente nos contextos de baixa renda, e sugeriu que a pandemia acentuou vulnerabilidades históricas da população com deficiência visual. Os autores apontam a necessidade urgente de pesquisas nacionais sobre o tema em função da heterogeneidade das condições socioeconômicas brasileiras e os riscos de agravamento das desigualdades educacionais e sociais no pós-pandemia.

A busca por trabalhos relacionados às pessoas com deficiência visual integrante do Enem retornou quantidade muito reduzida de artigos. Essa escassez pode ser atribuída a fatores como a sub-representação de estudantes com deficiência visual no exame, o que poderia limitar as estimativas de parâmetros robustos.

Metodologia

Este estudo utilizou os microdados do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) do ano de 2022, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, órgão federal responsável pelas evidências educacionais e que atua nas avaliações e exames educacionais, pesquisas estatísticas, indicadores educacionais e gestão do conhecimento e estudos (Inep, 2022). A seleção dessa edição específica do exame decorreu do interesse em investigar como os estudantes administraram suas rotinas acadêmicas durante a pandemia de Covid-19 em seu segundo ano, assim como possíveis relações com o desempenho acadêmico.

A pesquisa conduzida pelo Inep compreendeu um questionário extenso, composto por questões de múltipla escolha, que visou complementar os dados já obtidos pelo Instituto no ano em questão. Esse questionário adicional forneceu informações detalhadas e qualitativas sobre aspectos relacionados à situação de matrícula regular, a percepção sobre o estudo durante a pandemia, gestão do tempo, acesso a recursos computacionais e questões socioeconômicas ao longo desse período de pandemia de Covid-19.

Fontes dos dados

Os arquivos utilizados como fonte de dados foram os seguintes:

- “MICRODADOS_ENEM_2022.csv” – Base de dados contendo todas as amostras;
- “QUEST_HAB_ESTUDO.csv” – Base de dados relacionada à pesquisa sobre os hábitos de estudo durante a pandemia de Covid-19;
- “Dicionário_Microdados_Enem_2022.xlsx” – Dicionário dos dados contidos nas bases originais, contendo informações a respeito do tipo e significado de cada variável.

Critérios de seleção da amostra

Foram selecionados, a partir da base original dos microdados/2022, os candidatos com deficiência visual, independentemente do grau de severidade, que responderam aos itens do questionário aplicado pelo Inep sobre o período da pandemia. Apesar da OMS distinguir a cegueira e a baixa visão, cabe indicar que no Enem 2022 o contingente de candidatos foi de 502 e 5570, respectivamente (Inep, 2022). A seleção correspondeu ao tipo de prova utilizado pelo candidato, no caso, as provas de cor “Laranja” que foram destinadas aos candidatos que possuem dificuldades de leitura ou deficiência visual.

Critérios de exclusão

Foram excluídos da amostra os candidatos que não responderam ao questionário sobre o período de estudos durante a pandemia.

Técnicas estatísticas inferenciais

A base de dados fornecida pelo Inep é constituída por variáveis contínuas dimensionadas na escala de razão e categóricas, na escala ordinal. As notas dos candidatos foram tratadas segundo a escala de razão e foram padronizadas em unidades do desvio padrão, *Z-score* (Bussab; Morettin,2021), utilizando-se a biblioteca *scikit-learn* do *software* Python pelo método *StandardScaler*.

As variáveis categóricas foram codificadas utilizando o método *One-Hot Encoding* através da biblioteca *pandas* do Python. Este método é caracterizado pela binarização de variáveis categóricas, transformando cada valor em uma variável binária distinta e não possuem uma hierarquia intrínseca (Okada;Ohzeki; Taguchi, 2019). A escolha do *One-hot*

Encoding foi motivada pela necessidade de se preservar a independência de cada categoria, evitando a criação de relações ordinais artificiais.

O teste de Shapiro-Wilk que indica a hipótese nula, foi empregado através da biblioteca Python *scipy.stats*, especificamente por meio da função *shapiro()*, para avaliar se a distribuição das notas dos candidatos do Enem 2022 segue a Distribuição de Probabilidade Normal. Se o p-valor resultante do teste for menor que 0.05, não rejeitamos a hipótese nula. Razali e Yap (2011) afirmam que este teste se destaca em relação ao Kolmogorov-Smirnov.

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, foi aplicado por meio da função *kruskal()* do módulo *scipy.stats*, biblioteca Python, cuja hipótese nula indica que as amostras independentes de k grupos têm a mesma distribuição ou, equivalentemente, que as medianas dos grupos são todas iguais, ou seja, a hipótese nula assume que não há diferenças significativas entre as distribuições das populações de onde as amostras foram retiradas, alternativa à Anova quando não é atendida a suposição de normalidade (Ruxton; Beauchamp, 2008).

Análise de Correspondência Múltipla (MCA)

A Análise de Correspondência Múltipla (MCA – *MultipleCorrespondenceAnalysis*) é uma técnica estatística multivariada utilizada na exploração de relações entre variáveis categóricas em uma amostra disposta segundo uma Tabela de Contingência, sendo uma extensão da Análise de Correspondência Simples (CA – *CorrespondenceAnalysis*). A MCA permite que sejam identificados os padrões e as associações entre categorias, além da redução de dimensionalidade da amostra (Blasius, 2014), tratada segundo a Distância Qui-quadrado. A visualização gráfica indica as relações significativas do grande conjunto de variáveis categóricas. Foi utilizada a biblioteca *prince* do Python para a aplicação da MCA.

Método K-Means

O método *K-Means* é um dos algoritmos de agrupamento mais utilizados devido a sua simplicidade e eficiência na separação dos dados em “k” *clusters* (Ikotunet *al.*, 2023). O método se baseia na minimização da Função Objetivo referente a distância euclidiana dos

valores em relação ao centroide. Ikotunet *al.* (2023) indicaram que este método possui um desempenho satisfatório para amostras robustas.

O objetivo principal do método é reconhecer padrões nos dados em análise, principalmente no caso de variáveis normalizadas, permitindo o agrupamento por características semelhantes (Chong, 2021).

Análise Discriminante Linear (LDA)

A Análise Discriminante Linear (LDA -*Linear Discriminant Analysis*) classifica dados em diferentes categorias, especialmente quando há várias variáveis independentes. Funciona encontrando uma combinação linear dessas variáveis que melhor separa as classes e projeta os dados em um espaço de menor dimensão. A LDA é frequentemente usada em aprendizado de máquina supervisionado para classificação e redução de dimensionalidade. (Anowar; Sadaoui; Selim, 2021). Neste estudo, foi utilizada a biblioteca Python *scikit-learn*, por meio da classe *LinearDiscriminantAnalysis*.

Resultados obtidos

A amostra foi constituída pelas notas padronizadas em unidades do desvio padrão de 60 candidatos que possuíam deficiência visual no concurso do Enem de 2022, sendo obtidos os histogramas para as variáveis padronizadas dos resultados: Ciências da Natureza; Ciências Humanas; Linguagens e Códigos; Matemática; Redação, constantes na Figura 1.

A etapa seguinte correspondeu à aplicação do teste de Shapiro-Wilk, cuja Hipótese Nula corresponde à “população normalmente distribuída”. O resultado em relação a cada disciplina é apresentado na Tabela 1. A análise do valor significativo de 5% (p-valor) indica a rejeição da hipótese nula para as disciplinas Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Linguagem e Código, porém, as notas de Redação e de Matemática tendem à Distribuição Normal, estando os histogramas na Figura 1.

Tabela 1 – Resultados do Teste de Shapiro-Wilk

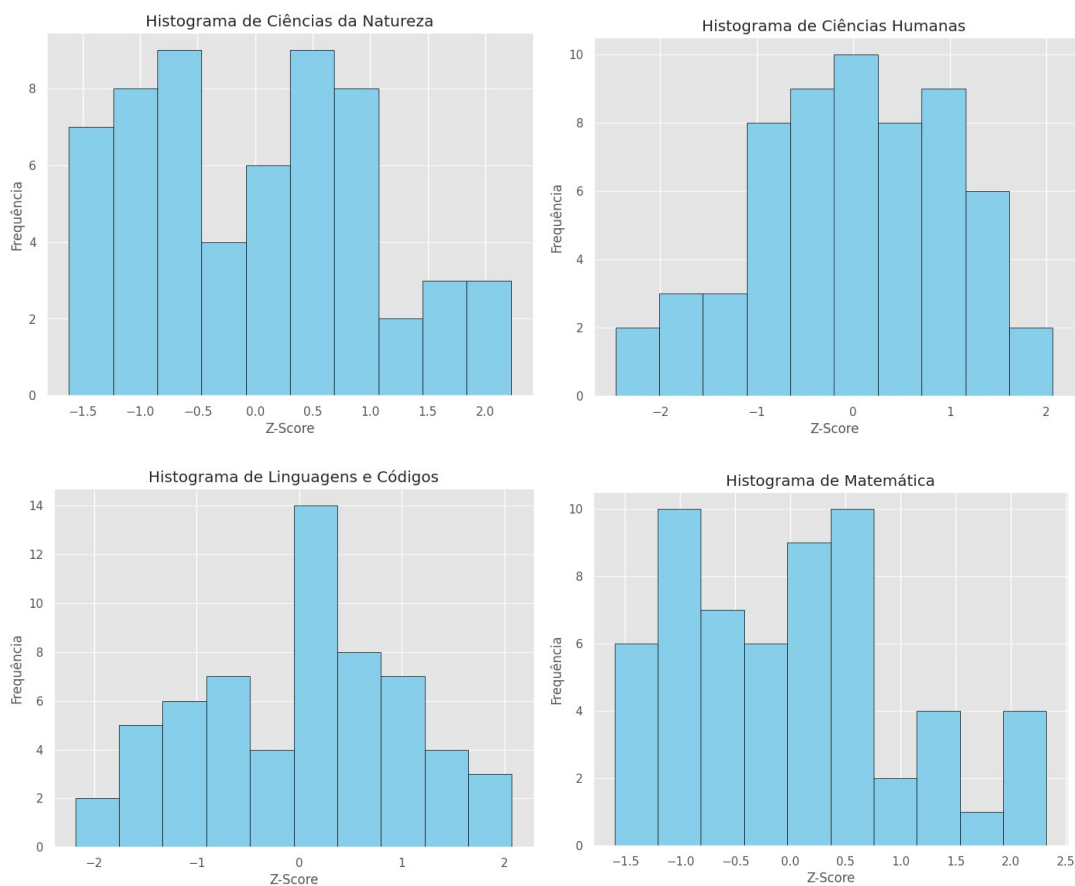
| Variável | Estatística | p-valor |
|----------------------|-------------|----------|
| Ciências da Natureza | 0.960266 | 0.051634 |
| Ciências Humanas | 0.985772 | 0.710171 |

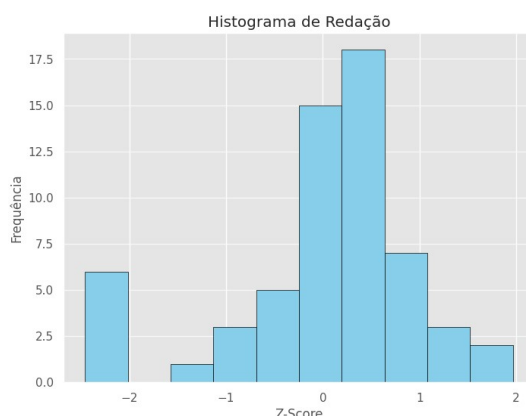
ISSN: 1984-686X | <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X91333>

| | | |
|--------------------|----------|----------|
| Linguagem e Código | 0.986556 | 0.750470 |
| Matemática | 0.951746 | 0.020302 |
| Redação | 0.858829 | 0.000006 |

Fonte: Os autores, 2025

Figura 1: Histogramas das Notas: Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Linguagem e Código, Matemática e Redação

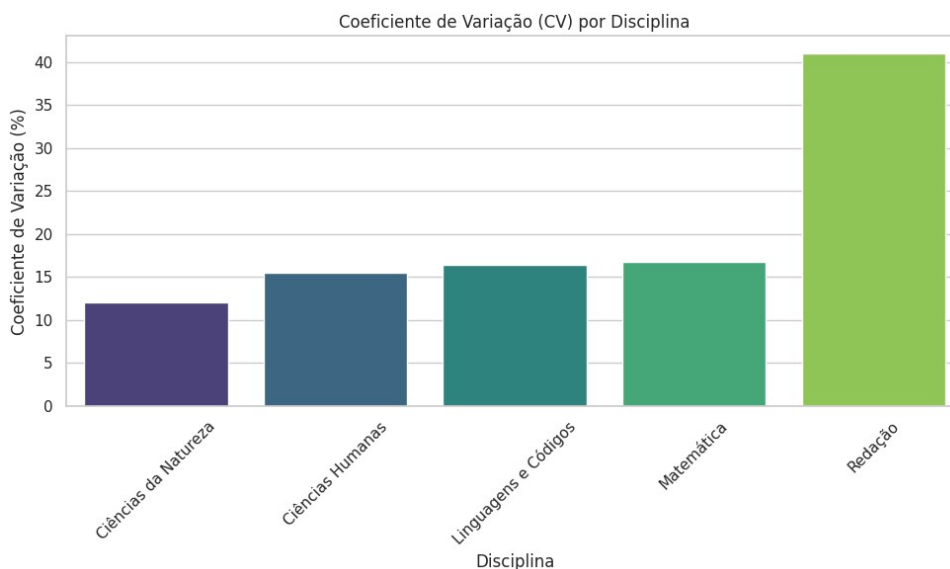




Fonte: Os autores, 2025

Na etapa seguinte obteve-se o Coeficiente de Variação (CV) para os resultados obtidos por disciplina, uma vez que corresponde a uma medida relativa de dispersão, pois determina a variabilidade relativa de um conjunto de dados em relação à sua média. O CV é bastante útil na comparação entre dispersões de diferentes conjuntos de dados (Jalilibalet *al.*, 2021) e neste trabalho o CV é relevante na análise da variabilidade das notas para as disciplinas do Enem. Os coeficientes de variação foram calculados segundo a biblioteca *scipy.stats* do Python e estão discriminados na Figura 2 para cada disciplina.

Figura 2 – Coeficientes de variação por disciplina

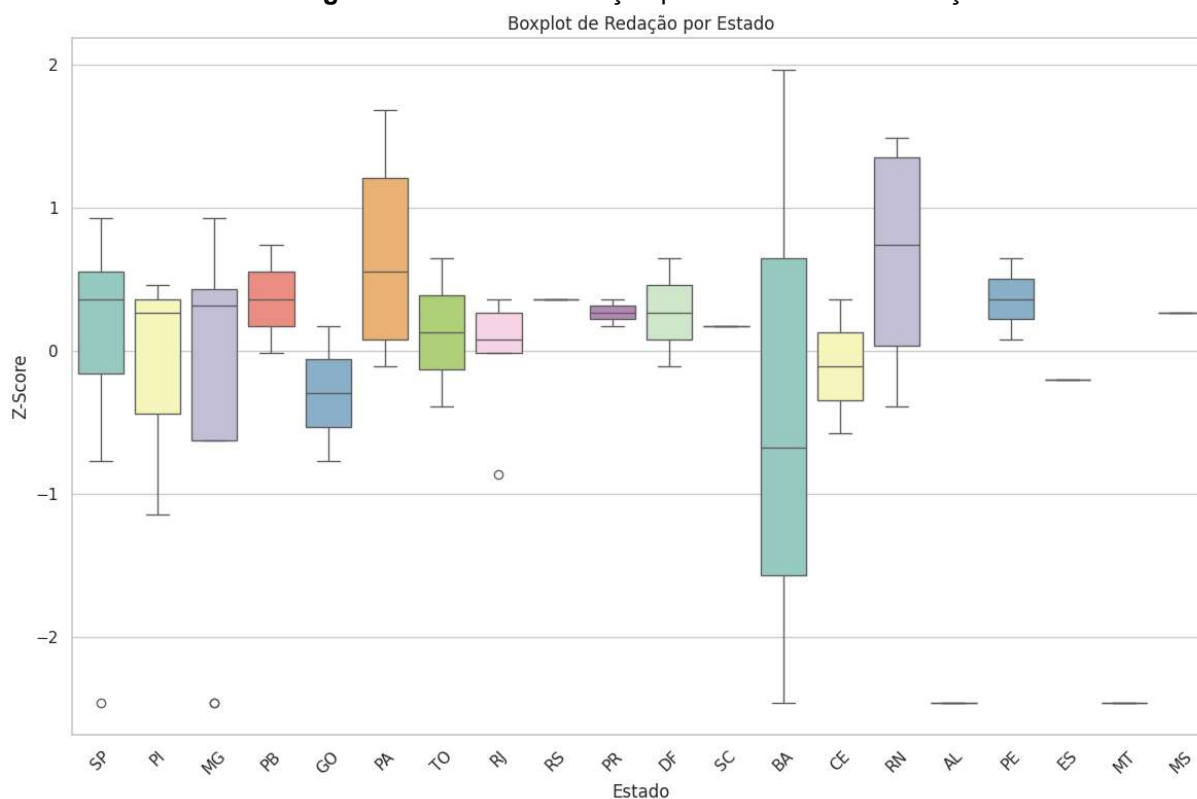


Fonte: Os autores, 2025

Os resultados mostraram que o Coeficiente de Variação mais elevado foi da Nota de Redação, quatro vezes acima em comparação com as demais, que apresentaram variabilidades entre 10% e 15%. O Gráfico de Caixa (*boxplot*) para cada Unidade da Federação (Figura 3), tendo as avaliações expressas em unidades do desvio padrão, mostrou a discrepância dos resultados das notas de Redação. A Bahia apresentou os piores resultados com muitos alunos com rendimentos abaixo do valor médio entre as demais unidades da Federação. Nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro foi observada a presença de *outliers* com valores bem abaixo dos valores médios, o que indicou candidatos com desempenho muito inferior. Distribuições com menor número de *outliers* podem sugerir uma tendência de homogeneidade no desempenho dos candidatos. Este cenário estimulou a continuação da análise somente para esta disciplina de Redação.

Em contraste, estados como Rio de Janeiro (RJ) e Pernambuco (PE) apresentaram distribuições mais compactas, sugerindo menor variabilidade nas notas. Os estados do Pará (PA) e Rio Grande do Norte (RN) apresentaram valores da mediana acima da média nacional, indicando um desempenho relativamente superior dos candidatos nesses locais.

Figura 3 – Notas de Redação por Unidades da Federação



Fonte: Os autores, 2025

A variação do desempenho dos candidatos entre os estados pode estar associada a fatores estruturais, como qualidade do ensino, acesso a materiais adaptados, suporte educacional, políticas públicas regionais e desigualdades socioeconômicas. Neste sentido, o teste de Kruskal-Wallis é um método não paramétrico utilizado para comparar três ou mais populações, sendo usado para testar a hipótese nula de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes. Se o valor-p $\leq 0,05$, então a hipótese nula pode ser rejeitada. A tabela 2 apresenta os resultados do teste de Kruskal-Wallis com as variáveis mais significativas em relação à nota de redação.

Tabela 2 – Teste de Kruskal-Wallis segundo alternativas dos fatores estruturais

| Fatores Estruturais | Prevalência | Teste de Kruskal-Wallis | |
|--|-------------|-------------------------|---------|
| | (%) | Estatística H | p-valor |
| R001: Até que série seu pai, ou o homem responsável por você, estudou? | | | |
| A Nunca estudou | 5 | 15,72 | 0,03 |
| B. Não completou a 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental. | 20 | | |
| C. Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental. | 22 | | |
| D. Completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, mas não completou o Ensino Médio. | 10 | | |
| E. Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade. | - | | |
| F. Completou a Faculdade, mas não completou a Pós-graduação. | - | | |
| G. Completou a Pós-graduação. | - | | |
| H. Não sei. | - | | |
| Q028F: Assinale a alternativa que complementa a oração: “Em 2021, eu não consegui me dedicar aos estudos ou manter-me informado(a) porque”: tive episódios de insônia | | | |
| A. Sim. | 13 | 4,81 | 0,03 |
| B. Não. | 55 | | |
| Q026A: Qual ou quais tipo(s) de acesso remoto você MAIS utilizou para estudar ou para manter-se informado(a)? Audioaula/podcast avulsos. | | | |
| A. Sim. | 18 | 4,56 | 0,03 |

| | | | |
|---|----|------|------|
| B. Não. | 80 | | |
| Q018: Queremos saber quantas vezes você realizou determinadas atividades de estudo para preparar-se para o Enem, mesmo que você não tenha se matriculado regularmente em 2021. Considerando a frequência de atividades de estudo no segundo ano da pandemia: Participei de fóruns de discussão por matéria para tirar dúvidas. | | | |
| A. Nenhuma vez. | 8 | 8,53 | 0,04 |
| B. Poucas vezes. | 35 | | |
| C. Muitas vezes. | 38 | | |
| D. Em todas as vezes. | 17 | | |
| Q002: Considerando a continuidade do vínculo escolar na pandemia, qual dessas situações está de acordo com sua realidade? | | | |
| A. Eu continuei os estudos sem interromper o ano letivo. | 58 | 4,26 | 0,04 |
| B. Eu decidi interromper os estudos no primeiro ano da pandemia, mas me rematriculei em 2021. | 5 | | |
| C. Eu fui levado a interromper os estudos no primeiro ano da pandemia por não ter recebido suporte da escola, mas me rematriculei em 2021. | 37 | | |

Fonte: Os autores, 2025

Os percentuais de prevalência representativos dos valores ausentes (não informados) foram omitidos.

Todos os resultados do teste Kruskal-Wallis, referentes aos fatores estruturais, apresentaram valores críticos inferiores a 5%, o que conduz à rejeição da hipótese nula de que as populações possuem a mesma função de distribuição. Isso sugere que os fatores estruturais podem estar associados ao desempenho dos candidatos na prova de redação.

A análise das prevalências obtidas forneceu importantes informações. A escolaridade do pai ou responsável pelo candidato, segundo os resultados obtidos, pode desempenhar um papel significativo no desempenho do candidato com deficiência visual. Os dados indicam que uma parcela relevante dos pais dos candidatos possui baixa escolaridade, pois 5% nunca estudaram, enquanto 20% não completaram a 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental. Além disso, 22% completaram a 4ª série/5º ano, mas não finalizaram o Ensino Fundamental. Isso sugere um padrão de baixa escolarização que pode impactar negativamente a formação acadêmica dos candidatos. A ausência de alfabetização pode limitar o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita dos candidatos, tornando-se um fator de desvantagem em avaliações como no caso da prova de redação do Enem.

A incidência de insônia entre os candidatos também se apresenta como um fator de interesse na análise. Um total de 13% dos candidatos relatou dificuldades nos estudos ocasionados por episódios recorrentes de insônia, o que pode comprometer a capacidade cognitiva e o desempenho acadêmico. Entretanto, a maioria dos candidatos (55%) respondeu não ter sofrido esse impacto. Cabe destacar ainda que a elevada proporção de respostas ausentes (32%) dificulta uma análise mais precisa sobre a extensão real desse problema.

O uso de recursos digitais, como áudio aulas e podcasts, foi reportado por apenas 18% dos candidatos, enquanto a maioria expressiva (80%) declarou não ter utilizado tais ferramentas. Essa baixa adoção pode estar associada a diversos fatores, como a dificuldade de acesso a dispositivos eletrônicos, computadores e conexão com a internet, elementos essenciais para o estudo remoto.

A participação em fóruns de discussão como estratégia de aprendizagem também se mostrou relevante. Enquanto 8% dos candidatos nunca participaram desses espaços virtuais, 38% relataram frequência elevada de interação em fóruns, e 16% afirmaram ter participado em todas as oportunidades. Isso indica uma considerável influência dos fóruns de discussão no processo de aprendizagem dos candidatos. A interação em fóruns de discussão pode ser um fator de estímulo para o aprendizado de forma coletiva.

A continuidade dos estudos durante a pandemia também foi avaliada, e os resultados demonstram que 58% dos candidatos conseguiram manter suas atividades acadêmicas sem interrupção. Um total de 42% interrompeu os estudos no primeiro ano da pandemia, porém, retornaram no ano de 2021, sendo que desse total, 37% afirmaram não ter recebido suporte da escola. Prosseguindo na análise dos fatores mais expressivos, foi aplicada a Análise de Correspondência Múltipla (MCA), também conhecida como análise da homogeneidade. A MCA plota os objetos que são próximos na mesma categoria e em diferentes categorias os mais afastados, objetivando reduzir a dimensionalidade do conjunto de observações. A figura 4 representa a disposição das variáveis categóricas no espaço reduzido gerado pela MCA.

A presença de categorias distantes sugere que essas variáveis podem estar fortemente associadas dentro de um grupo de dados. A categoria R024_E, por exemplo, apresenta um afastamento considerável das demais, o que pode indicar um subconjunto de participantes com respostas significativamente distintas das demais observações. Essa categoria se refere especificamente a candidatos que possuem quatro ou mais computadores em sua residência, sugerindo uma influência relevante dessa variável no desempenho desses candidatos na redação.

A análise dessas categorias pode fornecer informações importantes sobre padrões específicos dentro do grupo de estudantes com deficiência visual. A Figura 4 revela um aglomerado denso de categorias na região central, o que sugere que muitas variáveis apresentam padrões de resposta semelhantes. Esse fenômeno indica que essas categorias têm baixa variabilidade explicada pelas dimensões principais da MCA e, portanto, não desempenham um papel significativo na diferenciação dos grupos analisados. Essa distribuição pode ser um reflexo da homogeneidade das respostas em algumas variáveis ou da ausência de um impacto relevante dessas categorias sobre o desempenho dos estudantes.

De maneira geral, a interpretação da disposição das categorias no gráfico permite concluir que as categorias próximas entre si compartilham características comuns, enquanto as categorias mais afastadas apresentam comportamentos distintos dentro do conjunto de dados. A identificação dessas diferenças pode contribuir para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam o desempenho nas notas de redação do ENEM entre estudantes com deficiência visual.

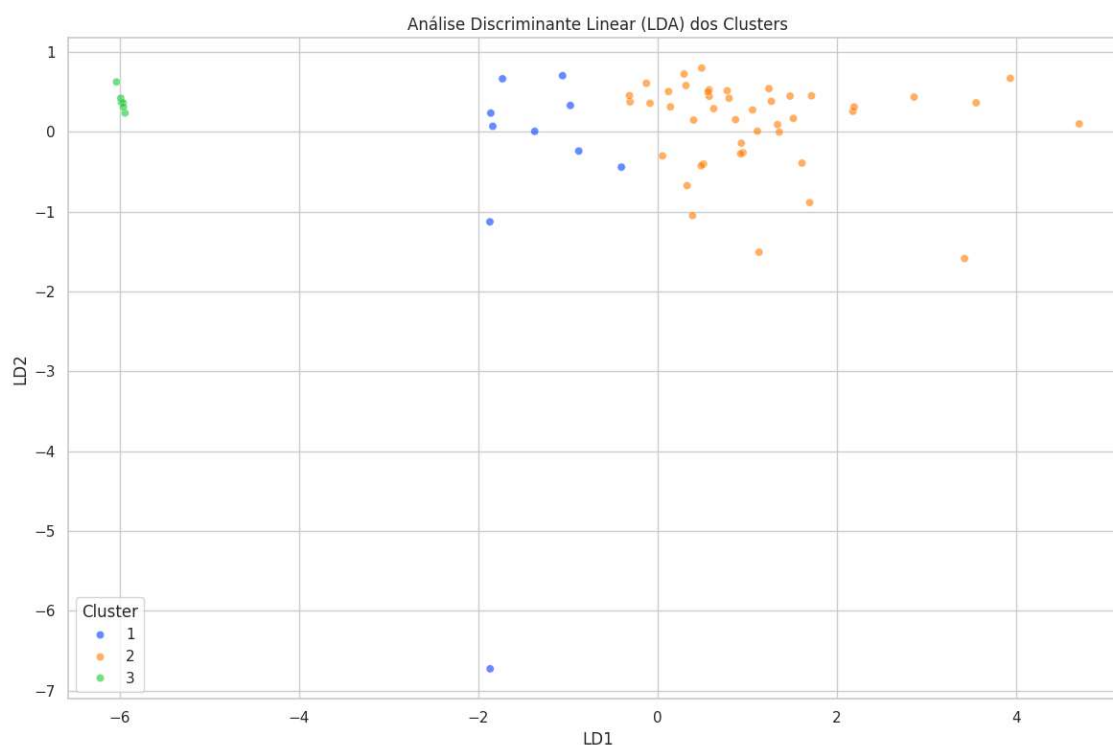
Para aprofundar a análise das variáveis associadas às categorias mais distantes, foi aplicado o método *K-Means* com o objetivo de validar a opção de grupos distintos. Na sequência, segue a Análise Linear Discriminante (LDA) para classificação multiclasse. A Figura 5 apresenta o gráfico da LDA com a separação dos *clusters* em relação às componentes LD1 e LD2, que indica a adoção de três agrupamentos, Tabela 3, onde estão as variáveis: “Precisão” que indica a proporção de verdadeiros positivos entre todas as previsões positivas para cada classe; *Recall* que avalia a proporção de verdadeiros positivos identificados entre as observações pertencentes à classe; Pontuação F1 (*F1-Score*) que corresponde à Média Harmônica entre Precisão e *Recall*, proporcionando um equilíbrio entre os dois e, “Acurácia”, proporção total de previsões corretas sobre o total de observações.

Tabela 3 – Relatório de classificação do LDA

| Grupo | Precisão | Recall | Pontuação F1 |
|----------|----------|--------|--------------|
| 1 | 1,00 | 0,90 | 0,95 |
| 2 | 0,98 | 1,00 | 0,99 |
| 3 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Acurácia | - | - | 0,98 |

Fonte: Os autores, 2025

Figura 5 – Análise Discriminante Linear dos *clusters*



Fonte: Os autores, 2025

Os resultados obtidos apontam uma elevada acurácia para o modelo (0,98), o que significa que 98% das previsões do modelo estão corretas. Dessa forma, o modelo pode prever a qual grupo pertence um determinado candidato baseado nas variáveis mais influentes.

Para quantificar a influência de cada variável original na separação dos *clusters*, a bibliotecas *scikit-learn* do Python extrai os coeficientes (*loadings*) que quantificam o peso de

cada componente na separação dos *clusters*. Os resultados da MCA foram ponderados com os coeficientes obtidos pela LDA, resultando na avaliação da importância de cada variável no processo de clusterização, sendo que as três principais variáveis foram: R006 - Renda familiar, R024 – “Na sua residência tem computador?” e R004 - Ocupação da mãe.

A avaliação de cada *cluster* resultou nas seguintes características predominantes:

Cluster 1: Contexto socioeconômico mais equilibrado, com notas de redação mais próximas da média, com destaque para o estado de Minas Gerais (33%), sugerindo uma distribuição mais uniforme em termos de acesso a recursos.

Cluster 2: Contexto socioeconômico mais favorável, com notas de redação acima da média, com destaque para o estado de São Paulo (19%), refletindo estados com melhores indicadores educacionais.

Cluster 3: Contexto socioeconômico menos favorável, com notas de redação significativamente abaixo da média, indicando regiões com maiores carências educacionais.

Discussão dos resultados

Os resultados deste estudo sugerem a existência de expressivas disparidades em relação ao desempenho dos candidatos com deficiência visual no Enem de 2022 ao serem comparadas as notas de Redação com as notas das demais disciplinas. Tais diferenças podem ser atribuídas a fatores como acesso desigual a recursos educacionais, suporte pedagógico deficiente e o impacto negativo da pandemia de Covid-19 sobre o processo de estudo dos candidatos. A distribuição geográfica dos candidatos também exerce influência no desempenho dos candidatos do Enem com deficiência ou restrição visual, sugerindo que políticas regionais de ensino desempenham um importante papel na formação dos estudantes desse grupo.

A Análise de Correspondência Múltipla revelou alguns padrões de associação entre as variáveis socioeconômicas e o desempenho dos candidatos, indicando que fatores como a escolaridade dos pais e o acesso a dispositivos tecnológicos foram fatores de impacto nas notas de redação dos candidatos.

A aplicação do teste de Kruskal-Wallis permitiu a identificação de variáveis que impactaram significativamente nas notas de Redação, demonstrando o impacto emocional,

social e pedagógico causado pela pandemia de Covid-19. Estes resultados reforçam a hipótese de que aspectos estruturais influenciam diretamente o desempenho desses estudantes.

A clusterização pelo método *K-Means* permitiu a segmentação dos candidatos em grupos distintos, demonstrando a heterogeneidade do público avaliado. A segmentação em grupos distintos sugere que candidatos em contextos socioeconômicos mais favoráveis apresentaram desempenho superior, enquanto aqueles inseridos em ambientes com restrições de acesso à tecnologia e menor renda familiar enfrentaram maiores dificuldades. A Análise Discriminante Linear confirmou a separabilidade entre os *clusters*, corroborando a importância dos fatores socioeconômicos na determinação do desempenho acadêmico.

Em relação aos estados BA, RN e PA citados anteriormente, a análise das notas de Redação da Figura 3 e os resultados da clusterização, principalmente em relação às categorias R024_E, R004_F e F006_Q, levaram à seguinte avaliação:

A Bahia (BA) apresentou uma considerável heterogeneidade no desempenho dos candidatos com deficiência visual na redação do Enem 2022, estando presente tanto no *Cluster 1* quanto no *Cluster 3*. No gráfico *boxplot* da nota normalizada, observou-se uma mediana negativa e alta dispersão. A alocação no *Cluster 1* representa um contingente com desempenho mediano, enquanto a inclusão no *Cluster 3* revela a existência de um perfil de candidatos com desempenho muito abaixo da média nacional. Tal cenário pode refletir desigualdades intraestaduais de acesso à educação inclusiva, insuficiência de políticas adaptadas ou variações estruturais na rede de ensino.

O estado do Rio Grande do Norte (RN) demonstrou um desempenho satisfatório na prova de redação, com mediana acima da média e baixa dispersão. A participação nos *Clusters 1* e *2* confirma esse resultado. Enquanto a maior parte dos candidatos se concentra no *Cluster 2*, associado aos melhores desempenhos, uma minoria integra o *Cluster 1*, sugerindo níveis intermediários. A predominância no *Cluster 2* indica a presença de práticas educacionais mais eficazes ou suporte institucional mais robusto voltado à inclusão de pessoas com deficiência visual, refletindo em resultados mais homogêneos e positivos entre os candidatos.

O estado do Pará (PA) figura exclusivamente no *Cluster 2*, o que indica um desempenho globalmente elevado dos seus candidatos. A análise do *boxplot* confirma esse resultado,

apresentando uma mediana acima de zero e baixa dispersão, o que sugere a coexistência de candidatos com desempenho alto e muito alto. A ausência do estado nos *Clusters* 1 e 3 reforça o caráter qualitativamente positivo de sua distribuição, possivelmente revelando a eficácia de estratégias pedagógicas específicas, políticas públicas de apoio à inclusão ou uma rede educacional mais preparada para atender às demandas de acessibilidade desses estudantes.

Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que, especificamente no caso de pessoas com deficiência visual, os fatores socioeconômicos e regionais têm um impacto significativo no desempenho dos candidatos no Enem, particularmente na prova de redação. A análise estatística aplicada permitiu a identificação de padrões que reforçam a necessidade de ações que ampliem a acessibilidade e promovam maior suporte pedagógico para esses estudantes.

Os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas que considerem não apenas adaptações tecnológicas, mas também o suporte educacional contínuo para estudantes com deficiência visual. Medidas como a ampliação de materiais acessíveis e a distribuição equitativa de recursos tecnológicos para alunos de baixa renda podem reduzir significativamente as desigualdades identificadas.

A pandemia de Covid-19 evidenciou fragilidades estruturais do sistema educacional, ressaltando a importância de projetos emergenciais voltados para a educação inclusiva em momentos de crise. A criação de plataformas acessíveis para ensino remoto e a disponibilização de suporte especializado são estratégias que podem minimizar os impactos negativos em eventos similares sobre a aprendizagem desse grupo específico.

Por fim, este estudo contribui para o entendimento das dificuldades enfrentadas por candidatos com deficiência visual no Exame Nacional do Ensino Médio, especificamente durante o ano de 2022, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas educacionais mais inclusivas, para estratégias de suporte mais eficazes e que possam promover alterações estruturais na participação desta parcela de candidatos do Enem em igualdade de condições.

Referências

ANOWAR, Farzana; SADAQUI, Samira; SELIM, Bassant. Conceptual and empirical comparison of dimensionality reduction algorithms (PCA, KPCA, LDA, MDS, SVD, LLE, ISOMAP, LE, ICA, t-SNE). **Computer Science Review**, v. 40, p. 100378, 1 maio 2021.

BLASIUS, Jorg. **Visualization and Verbalization of Data**. 1st ed ed. Philadelphia, PA: CRC Press LLC, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 3.128, DE 24 DE DEZEMBRO DE 2008**. 2008. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html. Acesso em: 31 out. 2025.

BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A. **Estatística Básica**. 6. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 1 out. 2021.

CAMIZÃO, Amanda Costa; CONDE, Patricia Santos; VICTOR, Sonia Lopes. A implementação do ensino remoto na pandemia: qual o lugar da educação especial? **Educação e Pesquisa**, v. 47, p. e245165, 6 dez. 2021.

CHONG. K-meansclusteringalgorithm: a brief review. **Academic Journal of Computing & Information Science**, v. 4, n. 5, 2021.

COSTA, Ailton Barcelos da; PICHARILLO, Alessandra Daniele Messali; ELIAS, NassimChamel. O impacto da pandemia do COVID-19 no cotidiano de pessoas com deficiência visual. **BenjaminConstant**, v. 27, n. 63, p. 1- 16 e276301, 2021.

IKOTUN, Abiodun. M. et al. K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data. **InformationSciences**, v. 622, p. 178–210, 2023.

INEP. **Enem**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>. Acessoem: 17 jan. 2025.

JALILIBAL, Zahra. et al. Monitoring the coefficient of variation: A literature review. **Computers& Industrial Engineering**, v. 161, p. 107600, 1 nov. 2021.

JUNIOR, Arlindo Fernando Paiva de Carvalho; LUPETINA, Raffaella de Menezes. A educação de pessoas com deficiência visual em tempos de Covid-19. **Benjamin Constant**, v. 27, n. 62, p. 1- 15 e276201, 30 abr. 2021.

LERIA, Lucinda de Almeida. et al. O ACESSO DO ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL À EDUCAÇÃO SUPERIOR: ANÁLISE DOS MICRODADOS DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM). **Educação em Revista**, v. 38, p. e63857, 10 out. 2022.

LERIA, Lucinda de Almeida et al. Perspectivas de pessoas com deficiência visual sobre a acessibilidade no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). **Revista Educação Especial**, v. 36, n. 1, p. e57/1-31, 16 nov. 2023.

OKADA, Shuntaro; OHZEKI, Masayuki; TAGUCHI, Shinichiro. Efficient partition of integer optimization problems with one-hot encoding. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 13036, 10 set. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Classificação Internacional de Doenças (CID-11)**. Genebra: OMS, 2025. Disponível em: <https://icd.who.int/en/>. Acesso em: 8 jul. 2025.

RAZALI, NornadiahMohd; YAP, Bee. Power Comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling Tests. **J. Stat. Model. Analytics**, v. 2, 1 jan. 2011.

RUXTON, Graeme D.; BEAUCHAMP, Guy. Some suggestions about appropriate use of the Kruskal–Wallis test. **Animal Behaviour**, v. 76, n. 3, p. 1083–1087, 1 set. 2008.

SILVA, Maria Quitéria da; FUMES, Neiza de Lourdes Frederico. O ENSINO NA PANDEMIA DA COVID-19: a realidade de universitários com deficiência visual numa universidade do nordeste brasileiro. **Momento - Diálogos em Educação**, v. 32, n. 02, p. 406–425, 22 set. 2023a.

SILVA, Maria Quitéria da; FUMES, Neiza de Lourdes Frederico. Precarização do ensino na pandemia da Covid-19: impactos na inclusão do universitário com deficiência visual. **RevistaEducação&Formação**, v. 8, p. e8658–e8658, 24 abr. 2023b.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)