

CLUSTERIZAÇÃO DE RESULTADOS DO ENEM: COMPARAÇÃO DE RESULTADOS PRÉ E PÓS-PANDEMIA

Tiago da Silva Lima ¹

Helder Gomes Costa ²

RESUMO

O presente estudo investiga as discrepâncias nos desempenhos dos estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) entre as edições de 2019 (pré-pandemia) e 2022 (pós-pandemia). Foi desenvolvido com o objetivo de identificar variações nas médias das notas por unidade federativa e avaliar padrões regionais de desempenho educacional. Considerando a relevância do ENEM como indicador de qualidade educacional, a análise busca compreender os impactos da pandemia na aprendizagem dos estudantes brasileiros. Foram coletados dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) referentes às médias das notas do ENEM de 2019 e 2022. Utilizou-se a metodologia de clusterização K-means, introduzida por James MacQueen (1967), que particiona um conjunto de dados em K grupos distintos, onde K é um parâmetro definido pelo usuário. Inicialmente, aplicou-se o método com três agrupamentos e, posteriormente, com cinco, para identificar padrões de variação nos desempenhos estaduais. A pesquisa revelou que estados como Ceará e Pará apresentaram quedas expressivas nas médias, enquanto Roraima demonstrou melhora significativa. Apenas Roraima, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Distrito Federal obtiveram resultados positivos em todas as áreas, enquanto os demais estados registraram queda em Linguagens e Códigos. A análise também demonstrou a persistência de desigualdades regionais, com estados do Norte e Nordeste concentrando-se nos clusters de menor desempenho. Conclui-se que a pandemia intensificou as disparidades educacionais entre os estados brasileiros, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas à mitigação desses impactos, com foco no aprimoramento da qualidade do ensino, na formação docente e na equidade no acesso a recursos educacionais.

Palavras-chave: ENEM, *K-means*, Clusterização, Pandemia.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2024), a necessidade de se obter um índice de qualidade para a educação no Brasil tornou necessária a criação de um processo de avaliação externa capaz de gerar parâmetros oficiais do que se atribui como qualidade da educação prestada aos estudantes. Os resultados dessa avaliação representam evidências da qualidade da educação brasileira e, portanto, parâmetros norteadores para a elaboração, monitoramento e aprimoramento de novas políticas públicas, baseados em evidências concretas.

¹ Doutorando do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense - UFF, tiagosl@id.uff.br;

² Professor orientador: Doutor, Universidade Federal Fluminense - UFF, heldergc@id.uff.br.



Segundo Coelho (2008, p. 231), “[...] a avaliação se firma cada vez mais como elemento da regulação e da administração gerencial e competitiva do ‘Estado-avaliador’ no Brasil”. Tal afirmação reafirma a importância dos índices de referência da educação brasileira na construção de políticas públicas, bem como no controle dos avanços e retrocessos apresentados. Esse sistema vai além do controle sobre a educação nacional, gerando dados relevantes para pesquisas e investigações em busca de possíveis soluções para os problemas enfrentados pelo Estado brasileiro e pelo ambiente educacional como um todo.

Atualmente, os efeitos da pandemia da COVID-19 sobre a qualidade da educação brasileira têm gerado preocupação nos profissionais da Educação Básica. Nesse contexto, um problema existente é a falta de conhecimento sobre as discrepâncias nos resultados de desempenho dos estudantes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre as edições de 2019 (pré-pandemia) e 2022 (pós-pandemia).

Assim, este trabalho tem por objetivo responder à seguinte questão que norteou a pesquisa: quais as discrepâncias entre os resultados alcançados nas edições de 2019 (última pré-pandemia da COVID-19) e 2022 do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), considerando as médias dos resultados dos estudantes vinculados a cada unidade que compõe a República Federativa do Brasil (RFB)?

Após a busca nas bases de dados Scopus e Web of Science, não foram encontrados trabalhos que abordem especificamente a análise das notas do ENEM no período pré e pós-pandemia. Para a análise e comparação das médias dos resultados do ENEM de 2019 e 2022, foi utilizado o método *k-means* para a clusterização das unidades federativas da RFB. Inicialmente, foram definidos três clusters para a categorização dos dados. Em seguida, a análise foi repetida com cinco clusters, a fim de avaliar a consistência dos resultados e identificar possíveis variações nos agrupamentos.

Esse procedimento possibilitou uma compreensão detalhada das mudanças ocorridas nos resultados do ENEM pré e pós-pandemia, utilizando a clusterização para revelar padrões significativos nos dados.

O estudo revelou disparidades nos desempenhos dos alunos do ENEM entre 2019 e 2022, identificando estados com queda expressiva nas médias, como Ceará e Pará, e outros que permaneceram com baixo desempenho, como Acre, Amazonas, Amapá e Maranhão. Por outro lado, destacou melhorias significativas, como no caso de Roraima, além de padrões relevantes de agrupamento. Além disso, ao analisar a diferença entre 2022 e 2019, apenas os estados de Roraima, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e



Distrito Federal apresentaram resultados positivos em todas as áreas, enquanto os demais estados obtiveram desempenho negativo apenas em Linguagens e Códigos (NOTA LC). Portanto, faz-se necessário investigar os fatores que contribuíram para o baixo desempenho nessa área na maioria dos estados.

A análise dos dados do ENEM pode contribuir para nortear o desenvolvimento de políticas públicas, a fim de criar estratégias factíveis de implementação, tais como: melhoria nos processos de investimento em educação, bem como em ações relacionadas ao ensino-aprendizagem e à formação de professores.

Breve descrição sobre o ENEM

No ano de 1998, o governo federal criou o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), com a finalidade de avaliar o desempenho dos estudantes ao final da Educação Básica. Além disso, o ENEM fornece dados que subsidiam estudos, pesquisas e avaliações sobre o sistema educacional, por meio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Desde sua criação até 2008, o exame foi utilizado exclusivamente para avaliar os estudantes ao término do Ensino Médio, não possuindo ainda a função de servir como mecanismo de seleção para o Ensino Superior. Nesse período, cada universidade mantinha certa autonomia e elaborava seus próprios exames para a seleção de novos discentes.

De acordo com o INEP (2024), a partir de 2009 houve um aperfeiçoamento do exame e de suas metodologias, de forma que passou a ser utilizado como forma de ingresso nas instituições de Ensino Superior. O Sistema de Seleção Unificada (Sisu) passou a aceitar as notas do ENEM, assim como o Programa Universidade para Todos (ProUni). Dessa forma, o exame consolidou-se como mecanismo formal de ingresso às Instituições de Ensino Superior (IES). A análise dos resultados do ENEM favorece, ainda, o aprimoramento de estudos e indicadores educacionais.

É importante ressaltar que, atualmente, qualquer pessoa pode se inscrever para realizar o ENEM e ter acesso ao Ensino Superior, desde que tenha concluído ou esteja concluindo o Ensino Médio.

Um dos pontos relevantes de um exame nacional e de um sistema como o Sisu é a possibilidade de os estudantes acessarem instituições de Ensino Superior em diferentes regiões do país, o que contribui para que pessoas oriundas de áreas menos desenvolvidas



possam migrar para regiões mais desenvolvidas. Esse movimento favorece a criação de ambientes multiculturais nas diversas regiões e universidades do Brasil.

Neste estudo, foram analisadas as médias das notas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) dos anos de 2019 e 2022, nas seguintes áreas de conhecimento: Ciências da Natureza (NOTA CN), Ciências Humanas (NOTA CH), Linguagens e Códigos (NOTA LC), Matemática (NOTA MT) e Redação (NOTA REDACAO), considerando cada estado brasileiro.

As áreas mencionadas são avaliadas no ENEM da seguinte forma:

- Ciências da Natureza (NOTA CN): abrange conhecimentos de Biologia, Física e Química.
- Ciências Humanas (NOTA CH): inclui disciplinas como História, Geografia, Filosofia e Sociologia.
- Linguagens e Códigos (NOTA LC): envolve conhecimentos de Língua Portuguesa, Literatura, Artes, Educação Física e uma língua estrangeira (inglês ou espanhol).
- Matemática (NOTA MT): avalia as habilidades dos estudantes na resolução de problemas matemáticos.
- Redação (NOTA REDACAO): mede a capacidade dos estudantes de elaborar um texto dissertativo-argumentativo sobre um tema específico, considerando critérios como coerência, coesão, adequação ao tema, estrutura textual e domínio da norma-padrão da língua portuguesa.

METODOLOGIA

A pesquisa envolveu as seguintes etapas:

1. Coleta de Dados: os dados referentes aos resultados do ENEM dos anos de 2019 e 2022 foram coletados no site do INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2024).
2. Cálculo das Diferenças: foram calculadas as diferenças entre as médias dos resultados de 2022 e 2019.
3. Clusterização: (a) Aplicação do método *k-means* aos valores médios das unidades federativas: o método *k-means* foi aplicado aos dados de 2019 e 2022, inicialmente com três clusters e, posteriormente, com cinco clusters, a fim de identificar padrões de agrupamento nas médias dos resultados. (b) Aplicação do método *k-means* às

diferenças: o método *k-means* foi então aplicado aos dados resultantes das diferenças entre 2022 e 2019, novamente utilizando três e cinco clusters.

4. Análise dos Resultados: os resultados obtidos foram analisados para identificar tendências e variações nos agrupamentos das médias do ENEM entre os dois anos.

A seguir, descreve-se a aplicação de cada um dos passos.

3.1. Coleta de dados

Os dados referentes aos resultados do ENEM dos anos de 2019 e 2022 foram coletados no site do INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2024) e apresentados a seguir na Figura 1.

MÉDIAS DAS NOTAS DO ENEM 2019						MÉDIAS DAS NOTAS DO ENEM 2022					
UF	NOTA_CN	NOTA_CH	NOTA_LC	NOTA_MT	NOTA REDACAO	UF	NOTA_CN	NOTA_CH	NOTA_LC	NOTA_MT	NOTA REDACAO
Rondônia	459,22	487,22	503,70	494,72	551,99	Rondônia	480,85	508,07	497,63	514,96	625,78
Acre	451,29	481,00	499,99	482,30	553,59	Acre	476,79	504,74	497,03	504,38	616,34
Amazonas	450,88	481,35	499,32	481,23	539,87	Amazonas	473,89	497,23	488,13	496,06	591,18
Roraima	467,31	494,99	507,89	498,36	548,65	Roraima	492,15	518,46	508,82	523,05	623,23
Pará	457,21	485,58	498,20	485,00	580,54	Pará	474,87	503,63	487,96	499,55	629,20
Amapá	450,27	482,03	495,66	473,53	558,12	Amapá	474,12	504,23	490,73	494,94	610,85
Tocantins	458,53	481,54	500,68	494,93	571,62	Tocantins	481,70	505,48	494,00	516,75	634,99
Maranhão	450,88	477,67	494,85	483,69	561,96	Maranhão	475,16	497,15	484,70	502,88	629,48
Piauí	459,25	485,00	500,28	499,21	590,22	Piauí	481,11	506,83	493,34	519,43	651,68
Ceará	468,26	497,72	511,83	517,53	598,53	Ceará	486,67	512,68	501,37	530,16	652,35
R. G. do Norte	475,58	502,95	517,29	518,51	600,74	R. G. do Norte	495,66	523,50	514,47	534,42	652,24
Paraíba	467,78	495,91	510,05	509,81	597,46	Paraíba	488,39	515,81	505,15	525,82	658,24
Pernambuco	470,56	498,55	514,10	517,58	591,12	Pernambuco	491,03	517,72	509,79	536,94	652,19
Alagoas	458,55	485,50	502,81	499,68	582,81	Alagoas	485,12	511,53	501,10	523,60	643,38
Sergipe	468,78	496,01	510,09	507,90	609,98	Sergipe	487,38	516,01	503,41	521,08	664,11
Bahia	464,75	493,38	508,96	500,65	579,32	Bahia	485,31	515,14	504,82	519,41	640,72
Minas Gerais	492,33	520,84	531,22	546,80	614,50	Minas Gerais	510,50	545,30	533,31	573,41	682,03
Espírito Santo	488,97	517,65	527,20	541,76	607,39	Espírito Santo	504,85	538,16	525,41	559,61	669,24
Rio de Janeiro	491,89	523,36	535,90	539,56	617,07	Rio de Janeiro	504,70	542,20	533,66	556,71	665,79
São Paulo	497,00	527,79	539,90	551,56	602,08	São Paulo	510,84	547,36	542,45	573,30	661,38
Paraná	492,35	523,55	533,00	541,40	581,18	Paraná	507,14	538,58	529,46	559,12	638,86
Santa Catarina	493,06	525,57	534,43	548,55	597,54	Santa Catarina	510,11	543,01	534,85	567,84	660,85
R. G. do Sul	486,50	523,48	534,02	539,73	595,47	R. G. do Sul	502,70	538,88	533,34	558,59	655,17
M. G. do Sul	474,64	500,19	516,06	513,98	569,97	M. G. do Sul	493,49	519,44	511,50	535,09	634,67
Mato Grosso	467,06	494,28	508,10	505,34	565,84	Mato Grosso	487,81	515,05	504,70	526,94	634,09
Goiás	478,26	505,84	520,40	523,39	595,32	Goiás	492,04	521,89	511,45	536,36	654,11
Distrito Federal	492,79	523,13	535,24	536,79	603,81	Distrito Federal	511,91	544,60	539,48	559,60	662,23

Figura 1: Médias das notas do ENEM 2019 e 2022

3.2. Cálculo das diferenças

A seguir, foi realizado a diferenças nas médias das notas do ENEM entre os anos de 2022 e 2019, conforme apresentado anteriormente. A Figura 2 ilustra essas variações para cada estado brasileiro nas respectivas áreas de conhecimento. Essa comparação permite identificar mudanças no desempenho dos estudantes em cada estado ao longo do período analisado, destacando tanto melhorias quanto declínios nas médias dos estudantes.



DIFERENÇA NAS MÉDIAS DAS NOTAS DO ENEM ENTRE 2022 E 2019					
UF	NOTA_CN	NOTA_CH	NOTA_LC	NOTA_MT	NOTA_REDACAO
Rondônia	21,62	20,85	-6,07	20,23	73,80
Acre	25,50	23,75	-2,96	22,08	62,74
Amazonas	23,01	15,87	-11,20	14,83	51,31
Roraima	24,83	23,46	0,94	24,69	74,58
Pará	17,66	18,05	-10,24	14,55	48,66
Amapá	23,85	22,20	-4,94	21,41	52,73
Tocantins	23,17	23,94	-6,68	21,82	63,37
Maranhão	24,28	19,49	-10,16	19,20	67,52
Piauí	21,86	21,84	-6,94	20,22	61,46
Ceará	18,41	14,97	-10,46	12,63	53,82
R. G. do Norte	20,08	20,55	-2,82	15,91	51,49
Paraíba	20,61	19,90	-4,90	16,01	60,78
Pernambuco	20,47	19,18	-4,31	19,35	61,07
Alagoas	26,57	26,03	-1,71	23,92	60,58
Sergipe	18,60	20,00	-6,69	13,17	54,13
Bahia	20,56	21,76	-4,14	18,76	61,40
Minas Gerais	18,17	24,46	2,10	26,62	67,53
Espírito Santo	15,88	20,51	-1,79	17,85	61,85
Rio de Janeiro	12,81	18,83	-2,25	17,14	48,72
São Paulo	13,85	19,58	2,55	21,74	59,30
Paraná	14,79	15,03	-3,54	17,72	57,68
Santa Catarina	17,05	17,44	0,42	19,29	63,30
R. G. do Sul	16,20	15,40	-0,68	18,85	59,70
M. G. do Sul	18,85	19,24	-4,55	21,10	64,69
Mato Grosso	20,76	20,77	-3,40	21,60	68,25
Goiás	13,78	16,06	-8,95	12,97	58,79
Distrito Federal	19,13	21,47	4,24	22,82	58,42

Figura 2: Diferença nas médias entre 2022 e 2019

3.3. Clusterização

Para identificar agrupamentos naturais dentro dos dados, aplicamos o método de clustering *k-means*, com a escolha de 3 e 5 clusters.

Para obter os clusters, os dados foram inseridos no aplicativo de clusterização “Visual Clustering” (Costa e Costa, 2023) que implementa o algoritmo *k-means*. Os clusters foram definidos com base na proximidade das médias das notas em cada uma das cinco áreas avaliadas.

3.3.1. Agrupamento das unidades federativas em três grupos

Os resultados da clusterização com 3 clusters nos anos de 2019 e 2022, bem como a diferença entre esses anos são apresentados na Figura 3. Com relação aos resultados alcançados em 2019 e 2022, os estados foram organizados da seguinte forma:

- Cluster A: Estados com médias gerais mais altas.
- Cluster B: Estados com médias gerais intermediárias.
- Cluster C: Estados com médias gerais mais baixas.

A diferença entre as médias dos anos de 2022 e 2019 também foi submetida ao método *k-means*. Neste contexto, as unidades federativas também foram organizadas em 3 clusters, como descrito a seguir:

- Cluster X: unidades federativas com as maiores diferenças nos resultados entre 2022 e 2019.



- Cluster Y: unidades federativas com valores médios nas diferenças nos resultados entre 2022 e 2019.
- Cluster Z: unidades federativas com as menores diferenças nos resultados entre 2022 e 2019.

3 Clusters					
2019		2022		DIFERENÇA 2022 - 2019	
Cluster	Estado	Cluster	Estado	Cluster	Estado
A	Minas Gerais	A	Minas Gerais	X	Roraima
	Espírito Santo		Espírito Santo		Minas Gerais
	Rio de Janeiro		Rio de Janeiro		São Paulo
	São Paulo		São Paulo		Santa Catarina
	Paraná		Paraná		R. G. do Sul
	Santa Catarina		Santa Catarina		Distrito Federal
	R. G. do Sul		R. G. do Sul		Rondônia
	Distrito Federal		Distrito Federal		Acre
B	Piauí	B	Roraima	Y	Amapá
	Ceará		Piauí		Tocantins
	R. G. do Norte		Ceará		Piauí
	Paraíba		R. G. do Norte		R. G. do Norte
	Pernambuco		Paraíba		Paraíba
	Alagoas		Pernambuco		Pernambuco
	Sergipe		Alagoas		Alagoas
	Bahia		Sergipe		Sergipe
	M. G. do Sul		Bahia		Bahia
	Mato Grosso		M. G. do Sul		Espírito Santo
	Goiás		Mato Grosso		Rio de Janeiro
C	Rondônia	C	Goiás	Z	Paraná
	Acre		Rondônia		M. G. do Sul
	Amazonas		Acre		Mato Grosso
	Roraima		Amazonas		Amazonas
	Pará		Pará		Pará
	Amapá		Amapá		Maranhão
	Tocantins		Tocantins		Ceará
	Maranhão		Maranhão		Goiás

Figura 3: Resumo das clusterizações em três clusters.

Ao comparar os resultados dos 3 clusters entre 2019 e 2022, observa-se que os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Distrito Federal permaneceram no Cluster A em ambos os anos. No Cluster B, os mesmos estados foram mantidos, com a inclusão de Roraima, que em 2019 estava no Cluster C e em 2022 mudou para o Cluster B, indicando uma melhora significativa em seu desempenho.

Nota-se uma divisão regional no desempenho, com os estados das regiões Sul e Sudeste, junto com o Distrito Federal, mantendo-se nos clusters superiores. As regiões Norte e Nordeste continuam a enfrentar desafios, embora alguns estados tenham demonstrado melhorias significativas.

Ao analisar a diferença nas médias entre os anos de 2022 e 2019, observa-se que os estados de Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Distrito Federal, juntamente com Roraima, permanecem no Cluster X, indicando as maiores diferenças positivas. Por outro lado, os estados do Paraná, Espírito Santo e Rio de Janeiro



foram para o Cluster Y, sugerindo que não apresentaram o mesmo aumento de desempenho que os estados anteriormente mencionados no Cluster A.

Rondônia, Acre, Amapá e Tocantins demonstraram um aumento significativo, pois estavam no Cluster C em 2019 e 2022, e passaram para o Cluster Y na análise da diferença. No Cluster Z, permanecem Amazonas, Pará e Maranhão, que estavam no Cluster C em ambos os anos, e agora incluem Ceará e Goiás, que nos dois anos estavam no Cluster B.

3.3.2. Clusterização com 5 Grupos

Após a análise inicial utilizando o método *k-means* com 3 clusters, realizou-se com uma análise mais detalhada empregando 5 clusters. Posteriormente, esse método foi aplicado para avaliar a diferença entre os anos 2022 e 2019, permitindo uma compreensão mais refinada das variações entre os respectivos anos.

A clusterização com 5 grupos nos anos de 2019 e 2022, assim como na diferença entre esses anos permitiu uma segmentação mais detalhada, conforme a Figura 7. Os estados foram divididos da seguinte forma:

- Cluster A: Estados com as médias gerais mais altas.
- Cluster B: Estados com médias ligeiramente acima da média.
- Cluster C: Estados com médias próximas da média.
- Cluster D: Estados com médias ligeiramente abaixo da média.
- Cluster E: Estados com as médias gerais mais baixas.

5 clusters					
2019		2022		DIFERENÇA 2022 - 2019	
Cluster	Estado	Cluster	Estado	Cluster	Estado
A	Minas Gerais	A	Minas Gerais	X	Roraima
	Espírito Santo		Espírito Santo		Minas Gerais
	Rio de Janeiro		Rio de Janeiro		São Paulo
	São Paulo		São Paulo		Distrito Federal
	Paraná		Paraná	Y	Rondônia
	Santa Catarina		Santa Catarina		Tocantins
	R. G. do Sul		R. G. do Sul		Piauí
	Distrito Federal		Distrito Federal		Sergipe
B	Ceará	B	R. G. do Norte	Z	Acre
	R. G. do Norte		Pernambuco		Amapá
	Paraíba		M. G. do Sul		R. G. do Norte
	Pernambuco		Goiás		Paraíba
	Sergipe	Ceará	Pernambuco		
Goiás	Paraíba	Bahia			
C	Roraima	C	Sergipe	W	Paraná
	M. G. do Sul		Rondônia		M. G. do Sul
	Mato Grosso		Roraima		Mato Grosso
D	Pará	D	Tocantins	W	Alagoas
	Tocantins		Piauí		Espírito Santo
	Piauí		Alagoas		Rio de Janeiro
	Alagoas		Bahia		Santa Catarina
	Bahia		Mato Grosso		R. G. do Sul
E	Rondônia	E	Acre	K	Amazonas
	Ácre		Amazonas		Pará
	Amazonas		Pará		Maranhão
	Amapá		Amapá		Ceará
	Maranhão		Maranhão		Goiás

Figura 7: Resumo das clusterizações em cinco clusters.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Cluster A (2019 e 2022):

- Estados Consistentes: Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Distrito Federal permaneceram no Cluster A em ambos os anos, indicando uma estabilidade no desempenho elevado.

- Diferença 2022-2019: Inclui no cluster X Roraima, sugerindo uma melhora significativa deste estado. Junto com Minas Gerais, São Paulo e Distrito federal. Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que estavam no Cluster 4 em 2019 e 2022, foram realocados para o Cluster W ao analisar a diferença. Este movimento sugere que esses estados não acompanharam o aumento de desempenho observado em outros estados do Cluster A, resultando em uma queda em seu desempenho médio.

2. Cluster B:

- Mudanças: Em 2019, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Goiás estavam neste cluster. Em 2022, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Mato Grosso do Sul e Goiás foram os membros.

- Diferença 2022-2019: Os estados de Rondônia, Tocantins, Piauí e Sergipe apresentaram uma melhoria significativa no desempenho entre os anos analisados, movendo-se para o cluster Y.

3. Cluster C:

- Mudanças: Em 2019, Roraima, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso estavam neste cluster. Em 2022, Ceará, Paraíba e Sergipe estavam nesse grupo.

- Diferença 2022-2019: Acre, Amapá e Bahia destacaram-se, refletindo variações notáveis em seus desempenhos. Paraná estava no cluster A nos dois anos, foi realocado para o Cluster Z onde sugere que a melhora não foi significativa.

4. Cluster D:

- Mudanças: Pará, Tocantins, Piauí, Alagoas e Bahia faziam parte deste cluster em 2019. Em 2022, Pará foi realocado para cluster E e Rondônia, Roraima e Mato Grosso foram incluídos.

- Diferença 2022-2019: Alagoas permaneceu consistentemente no cluster D em 2019, 2022 e na análise da diferença entre os anos no cluster W, demonstrando que seu desempenho foi estável e não apresentou grandes variações durante todo o período, junto com Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.



5. Cluster E:

- Consistência: Acre, Amazonas, Amapá e Maranhão permaneceram no Cluster E em ambos os anos, indicando uma estabilidade no desempenho inferior.
- Diferença 2022-2019: Amazonas, Pará, Maranhão, Ceará e Goiás aparecem no cluster K, o que indica que a variação nas notas desses estados não foi o suficiente para movê-los para um cluster superior, mantendo-os em uma posição de crescimento mínimo ou estagnação em termos de desempenho relativo no exame.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do método *k-means* para analisar os resultados do ENEM entre 2019 e 2022 permitiu identificar padrões e mudanças significativas nos desempenhos dos estados brasileiros. A análise revelou tanto consistências quanto variações substanciais, destacando estados que melhoraram ou pioraram no período analisado. Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que apesar de se manterem no cluster A em ambos os anos não tiveram o mesmo aumento de desempenho que os outros estados do Cluster A, foram realocados para o Cluster W ao analisar a diferença entre os anos, indicando uma necessidade de investigação e intervenção para compreender e melhorar os fatores que influenciaram essa mudança.

Além disso, é crucial averiguar e abordar os fatores que levaram ao baixo desempenho em alguns estados, como Ceará e Pará, e aqueles que permaneceram no Cluster E, como Acre, Amazonas, Amapá e Maranhão. Outro ponto importante, ao observar a diferença entre os resultados de 2022 com os de 2019, apenas os estados de Roraima, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e o Distrito Federal apresentaram resultados positivos em todas as áreas de conhecimento. Todos os demais estados tiveram resultados negativos apenas na área de Linguagens e Códigos (NOTA LC). Portanto, é necessário entender as causas que contribuíram para o baixo desempenho em específico nessa área na maioria dos estados.

Estes resultados fornecem percepções importantes sobre o impacto da pandemia e outras variáveis no desempenho educacional dos estados, contribuindo para uma compreensão mais profunda das dinâmicas educacionais no Brasil e orientando políticas públicas e estratégias educacionais para melhorar a equidade e a qualidade da educação em todo o país.



REFERÊNCIAS

COELHO, M. I. de M. Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 16, p. 229–258, 2008.

GOMES, H. G.; COSTA, L. F. A no-code web app for supporting decision modelling of clustering problems. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED COMPUTING**, 2023, Ilha da Madeira, Portugal. Anais [...]. IADIS, 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Enem - Exame Nacional do Ensino Médio. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>. Acesso em: 03 abr. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Sinopses estatísticas do Enem. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/enem>. Acesso em: 03 abr. 2024.

