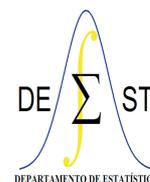




UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA  
BACHARELADO EM ESTATÍSTICA



# Desempenho dos candidatos que fizeram o ENEM 2017 nas cidades do Quadrilátero Ferrífero

Maria Luiza Meireles de Oliveira e Silva

Ouro Preto-MG  
Fevereiro 2025

Maria Luiza Meireles de Oliveira e Silva

## Desempenho dos candidatos que fizeram o ENEM 2017 nas cidades do Quadrilátero Ferrífero

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Estatística.

Orientador(a)

Ricardo Tavares - Doutor em Probabilidade e Estatística

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP  
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA – DEEST

Ouro Preto-MG

Fevereiro 2025



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Maria Luiza Meireles de Oliveira e Silva**

### Desempenho dos candidatos que fizeram o ENEM 2017 nas cidades do Quadrilátero Ferrífero

Monografia apresentada ao Curso de Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Estatística

Aprovada em 21 de fevereiro de 2025

#### Membros da banca

Dr. Ricardo Tavares - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dra. Carolina Silva Pena (Universidade Federal de Ouro Preto)  
Dra. Diana Campos de Oliveira (Universidade Federal de Ouro Preto)

Professor Dr. Ricardo Tavares, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 21/02/2025



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Tavares, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/02/2025, às 13:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diana Campos de Oliveira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/04/2025, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Silva Pena, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/04/2025, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0867246** e o código CRC **E3645867**.

# Agradecimentos

Primeiramente agradeço aos espíritos de luz por terem me acompanhado e amparado até aqui, espero que continuem me guiando e abrindo os caminhos.

Aos meus pais, Ana Maria e Luiz Carlos, e a minha tia Laurinda não consigo expressar em argumentos, palavras, gestos o tamanho da minha gratidão por acreditarem em mim e muitas vezes sacrificarem os seus sonhos em favor dos meus.

Agradeço também o meu orientador, Ricardo Tavares, pela atenção e ensinamentos compartilhados durante a minha graduação.

Finalizo os agradecimentos com a certeza que essa é uma conquista em conjunto, sem o amor e apoio de cada um citado acima esse sonho não estaria se realizando. Muito obrigada!

*"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode  
começar agora e fazer um novo fim."*

Chico Xavier

## RESUMO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), criado em 1998, consolidou-se como um dos principais instrumentos de avaliação e acesso ao ensino superior no Brasil. Inicialmente concebido para avaliar o desempenho dos concluintes do ensino médio, o exame tornou-se central na democratização do ensino superior, sendo utilizado em programas como SISU, PROUNI e FIES. Além de facilitar o ingresso em universidades, o ENEM fomentou discussões sobre equidade educacional, evidenciando desigualdades regionais e sociais no desempenho dos candidatos. Este trabalho apresenta uma análise descritiva e espacial do desempenho dos participantes do ENEM em 2017 nos 34 municípios do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Os dados foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e cruzados com indicadores municipais, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). A análise foi conduzida com o uso dos softwares R e Excel, e gráficos foram elaborados para explorar as relações entre o desempenho nas provas do ENEM e o IDH. Os resultados demonstraram que o desempenho dos candidatos reflete as condições socioeconômicas dos municípios, com cidades de maior IDH apresentando médias de notas superiores. Em contrapartida, municípios com menor IDH tiveram resultados inferiores, especialmente nas áreas de Linguagens e Matemática. Essas constatações reforçam a importância de políticas públicas voltadas para a redução das desigualdades educacionais e sociais no país.

*Palavras-chave:* ENEM, IDH, Análise Descritiva, Análise Espacial, Quadrilátero Ferrífero.

## ABSTRACT

The National High School Exam (ENEM), established in 1998, has become one of the main tools for assessing academic performance and facilitating access to higher education in Brazil. Originally designed to evaluate the performance of high school graduates, the exam has assumed a central role in democratizing higher education, serving as a basis for programs such as SISU, PROUNI, and FIES. In addition to streamlining university admissions, ENEM has sparked debates on educational equity, highlighting regional and social disparities in candidates' performance. This study conducted a descriptive and spatial analysis of the performance of ENEM participants in 2017 across the 34 municipalities of the Quadrilátero Ferrífero region in Minas Gerais. Data were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and cross-referenced with municipal indicators such as the Human Development Index (HDI). The analysis utilized R and Excel software, and graphs were generated to explore the relationships between ENEM scores and HDI levels. The findings indicate that candidates' performance mirrors the socioeconomic conditions of their municipalities. Cities with higher HDI levels achieved higher average scores, while municipalities with lower HDI levels exhibited poorer results, particularly in the areas of Language and Mathematics. These results underscore the need for public policies aimed at reducing educational and social inequalities in Brazil.

*Keywords:* ENEM, IDH, Descriptive Analysis, Spatial Analysis, Iron Quadrangle.

# Lista de figuras

1	Distribuição das notas de Ciências Humanas segundo o sexo no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 26
2	Distribuição das notas de Ciências Humanas segundo o tipo de escola no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 27
3	Distribuição das notas de Ciências Humanas de acordo com a cor/raça no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 28
4	Distribuição das notas de Ciências Humanas de acordo com a faixa etária no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 29
5	Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias em relação ao sexo no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 30
6	Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias em relação ao tipo de escola no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 31
7	Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 32
8	Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 32
9	Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com o sexo no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 33
10	Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com o tipo de escola no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 33
11	Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 34
12	Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 34

13	Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o sexo dos candidatos no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 35
14	Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o tipo de escola no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 35
15	Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 36
16	Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 36
17	Comparativo entre as notas médias e o IDH do ano de 2010 no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 37
18	Correlações entre as notas médias e o IDH do ano de 2010 no Quadrilatero Ferrífero . . . . .	p. 37
19	Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Ciências Humanas no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 39
20	Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Ciências da Natureza no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 40
21	Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Linguagens, Códigos e suas Tecnologias no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 41
22	Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Matemática e suas Tecnologias no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 42
23	Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Ciências da Natureza e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 43
24	Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Ciências Humanas e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 44
25	Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilatero Ferrífero. . . . .	p. 45

26	Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Matemática Tecnologias e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilátero Ferrífero. . . . .	p. 46
----	---	-------

# Lista de tabelas

1	Análise Descritiva dos Dados . . . . .	p. 24
2	Relação dos municípios e seus respectivos códigos do IBGE. . . . .	p. 51

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	p. 13
<b>2</b>	<b>Material e Métodos</b>	p. 17
2.1	Material . . . . .	p. 17
2.2	Métodos . . . . .	p. 18
2.2.1	Estatística Descritiva . . . . .	p. 18
2.2.2	Estatística Espacial . . . . .	p. 18
2.2.3	Teoria de Resposta ao Item . . . . .	p. 20
<b>3</b>	<b>Resultados</b>	p. 23
3.1	Descritivos . . . . .	p. 23
3.2	Espaciais . . . . .	p. 38
<b>4</b>	<b>Considerações finais</b>	p. 47
	<b>Referências</b>	p. 49
	<b>Apêndice A – Relação dos Municípios do Quadrilátero Ferrífero</b>	p. 50

# 1 Introdução

Muito conhecido e popular, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é considerado por muitos estudantes como a porta de entrada para a tão sonhada vida universitária. Hoje, sua nota é utilizada como critério e seleção das maiores universidades públicas do país bem como também é utilizada para seleção do PROUNI, que concede bolsas integrais e parciais aos estudantes e escola pública, e FIES, programa de financiamento estudantil a juros baixos. Entretanto, o que poucas pessoas sabem é que, apesar de hoje ser o principal veículo para conseguir a tão sonhada vaga universitária, inicialmente o exame almejava outros objetivos.

Aplicado pela primeira vez em 1998, durante no governo de Fernando Henrique Cardoso, criado pelo Ministério da Educação (MEC) sob a responsabilidade do então Ministro, Paulo Renato Souza, seu objetivo inicial era avaliar a qualidade do Ensino Médio das escolas públicas e particulares do país, atuando como indicador público para mensurar em quais áreas do conhecimento, levando em consideração aspectos geográficos, os estudantes brasileiros tinham mais dificuldades. Nos primeiros anos de aplicação, entre 1998 e 2008, o exame era composto por 63 questões objetivas e uma redação dissertativa, entretanto não existia a divisão por área do conhecimento. De acordo com Sordi e Menga (2009),

“Rompem-se as fronteiras da sala de aula e o foco exclusivo nos alunos e observa-se que a avaliação começa a ser praticada em larga escala, buscando reunir subsídios que orientem os sistemas educativos que passam a assumir importante protagonismo, inclusive na indução das escolas a um determinado padrão de qualidade.”

Ademais, grandes mudanças foram realizadas em 2009, quando o MEC percebeu que o exame poderia substituir os tradicionais vestibulares das universidades públicas. Portanto, elevou-se o nível de cobrança e a prova foi ganhando mais notoriedade com a adoção gradativa das universidades públicas. A prova passou a ter 180 questões distribuídas nas quatro grandes áreas do conhecimento.

O Enem ainda continua em constante evolução: em 2019, o MEC anunciou a primeira edição do ENEM digital, afirmando que planeja tornar o exame totalmente digital até 2026, sendo aplicado pela primeira vez em 31 de janeiro e 7 de fevereiro de 2021 para cerca de 100 mil inscritos.

A relevância do ENEM no cenário educativo, especialmente no Ensino Médio, foi a motivação para a realização desta pesquisa. Ademais, sua consolidação como avaliação da Educação Básica, com olhos para a contribuição de um currículo do Ensino Médio, em conformidade com as orientações teórico-metodológicas também colaborou para a escolha da temática e para definição do objetivo geral do presente trabalho.

Desta forma, o objetivo geral da pesquisa é analisar o desempenho médio dos alunos que fizeram as provas do ENEM no ano de 2017, em escolas públicas e particulares no Quadrilátero Ferrífero através da análise de dados do Censo Escolar do mesmo ano e demais mensurações. A saber, a região delimitada para a pesquisa localiza-se no centro-sul do estado de Minas Gerais, apresentando quase 7 mil quilômetros quadrados.

A região delimitada para a pesquisa foi ocupado pelos portugueses durante o ciclo do ouro, no século XVIII proporcionando o avanço da urbanização pelo estado de Minas Gerais. Atualmente corresponde a maior região urbana do estado, além de ser uma área de extrema importância para o desenvolvimento econômico estadual, por conta do segmento siderúrgico, além de ter efetiva contribuição para a construção da História do Brasil registrada nos livros didáticos, por conta da corrida do ouro no final do século XVII, marcada pelo intenso fluxo migratório. O Quadrilátero Ferrífero (QF), atualmente é composto por 34 municípios do estado mineiro, nas mesorregiões Metropolitana de Belo horizonte e Oeste de Minas. A Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte abrange 33 municípios do Quadrilátero Ferrífero, localizados em 05 microrregiões, a saber: Microrregião de Belo Horizonte (Belo Horizonte, Betim, Brumadinho, Caeté, Ibirité, Igarapé, Mário Campos, Mateus Leme, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia, São Joaquim de Bicas e Sarzedo), Microrregião de Itabira (Barão de Cocais, Catas Altas, Itabira, João Monlevade, Rio Piracicaba, Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo), Microrregião de Itaguara (Belo Vale, Itatiaiuçu, Jeceaba, Moeda e Rio Manso), Microrregião de Ouro Preto (Itabirito, Mariana e Ouro Preto) e Microrregião de Conselheiro Lafaiete (Congo-nhas, Conselheiro Lafaiete e Ouro Branco). Já a mesorregião do Oeste de Minas abrange somente o município de Itaúna, que pertence a Microrregião de Divinópolis.

Tomando como ponto de partida a incorporação dos fundamentos pedagógicos do ENEM nas concepções e práticas, objetivando melhor identificar o problema de investiga-

ção, recorreu-se a pesquisas realizadas em banco de dados da Capes e em Programas de Pós-Graduação, Mestrado e Doutorado de diversas universidades públicas do Brasil. Para esta busca, as palavras-chaves utilizadas para a busca foram: ENEM; Linguagens e Códigos; Matemática e Códigos; Importância do Enem; Censo Escolar; Ensino Médio; Enem por um viés Social e Desempenho no Enem. Com o levantamento, foi possível perceber que poucos trabalhos foram realizados antes de 2012.

Dentre os trabalhos que contribuíram para a fase inicial da pesquisa, por conta da abordagem e objetivo que compactuam com os estipulados pela pesquisa, destaca-se o trabalho de Moris et al. (2022) intitulado de “Distinção e classe social no acesso ao ensino superior brasileiro”, que objetivou analisar a inserção das classes sociais no ensino superior através do ENEM, utilizando dados do ENEM 2019 e o programa R Studio. Estes dados possibilitaram uma análise dos dados, bem como agrupamento da média das notas e uma ACM (Análise de Correspondência Múltipla), mapeando o espaço social e suas classes.

Melo et al. (2021), identificaram as variáveis de maior impacto no desempenho dos municípios no Enem, utilizando dados do Enem 2018, Censo escolar e do IBGE. Como a pesquisa, percebeu-se que o nível de escolaridade e profissionalização da mãe, a raça do estudante e a renda média da família são variáveis relevantes para o desempenho do município e a dispersão das notas na prova objetiva e para a redação.

O estudo feito pelos autores Feijó e França (Feijó e França (2021)), com as informações disponibilizadas no site do INEP: Censo Educacional e ENEM do ano de 2017, utilizando as técnicas de decomposição de Firpo, Fortin e Lemieux (2018,2009), constatou que existem diferenças consideráveis de performance em alunos de escolas públicas e privadas, principalmente quando se passa dos quantis mais baixos para os quantis mais altos.

Em concordância, o artigo “Explorando os efeitos da disponibilidade das tecnologias da informação e comunicação nos resultados do Enem.”, desenvolvido por Gomes e Viana (2022), após analisarem os dados do ENEM 2015 e do Censo Escolar do mesmo ano, aplicando métodos de Regressão Linear (MQO) e Correlação de Pearson entre variáveis independentes e de controle, concluíram que a disponibilidade das tecnologias da informação e comunicação (TICs) tem resultado positivo e significativo no desempenho acadêmico.

Averiguando outras variáveis significativas, com o propósito de mensurar os efeitos das combinações de escolaridade da mãe, em conjunto, no desempenho educacional dos filhos, foi analisado também a renda familiar, quantidade de filhos que os pais tinham, infraestrutura domiciliar e escolha da escola. Foi constatado, segundo os autores FEIJÓ,

FRANÇA e NETO (2022), que pais com ensino superior influenciam positivamente no desempenho dos filhos, principalmente na prova de Redação

De acordo com o artigo “Igualdade de Oportunidades: Analisando o Papel das Circunstâncias no Desempenho do ENEM”, desenvolvido pelos autores Figueirêdo, Nogueira e Santana (2014), as variáveis renda familiar, escolaridade dos pais, tipo de escola, são fatores essenciais na determinação da desigualdade de oportunidades. Isso porque, além das circunstâncias do ensino oferecido pela escola em que o aluno está inserido, o ambiente familiar e as condições de vida, impactam diretamente no seu desempenho na prova.

No Brasil, pais com ensino superior influenciam positivamente no desempenho dos filhos, principalmente na prova de Redação, segundo FEIJÓ, FRANÇA e NETO (2022). Além disso, o gênero feminino é mais afetado positivamente pela escolaridade do pai e da mãe.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Material

Este trabalho utilizou a planilha "idh<sub>qf</sub>" *extradado Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educativas*

Para as análises, foram consideradas as seguintes variáveis:

- Notas dos alunos que realizaram a prova do ENEM no ano de 2017 na área de Ciências Humanas;
- Notas dos alunos que realizaram a prova do ENEM no ano de 2017 na área de Ciências da Natureza;
- Notas dos alunos que realizaram a prova do ENEM no ano de 2017 na área de Línguas, Códigos e suas Tecnologias;
- Notas dos alunos que realizaram a prova do ENEM no ano de 2017 na área de Matemática e suas Tecnologias.

Foi utilizado também para análise o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das cidades que compõem o Quadrilátero Ferrífero, disponibilizado pela Fundação João Pinheiro / Governo de Minas Gerais.

As malhas geográficas foram extraídas no Portal do Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE).

Os softwares utilizados para a análise dos dados foram o Software R/RStudio (R Core Team, 2022), sendo os seguintes pacotes utilizados: tmap (BIVAND; KEITT; ROWLINGSON, 2022), readxl (WICKHAM; BRYAN, 2022), writexl (OOMS, 2021), corrplot (WEI; SIMKO, 2021), tmap (TENNEKES, 2018) e dplyr (WICKHAM et al., 2022). Além disso, o Microsoft Excel foi utilizado para a tabulação dos dados.

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Estatística Descritiva

A Estatística Descritiva é a área da estatística responsável pela organização, sumariação e descrição de dados, de forma a proporcionar uma compreensão inicial e clara de suas características principais. O foco da estatística descritiva está em transformar grandes quantidades de dados em informações compreensíveis por meio de medidas numéricas e representações gráficas.

De acordo com Triola (2017), a estatística descritiva envolve “coletar, organizar, apresentar e descrever dados de maneira eficaz”. Os principais instrumentos utilizados incluem medidas de tendência central, como média, mediana e moda, que fornecem informações sobre o ponto central de um conjunto de dados; e medidas de dispersão, como desvio padrão, variância e coeficiente de variação, que indicam o grau de variabilidade entre os valores. Além disso, gráficos como histogramas, boxplots e gráficos de dispersão auxiliam na visualização das distribuições dos dados e possíveis padrões.

A importância da estatística descritiva reside na capacidade de fornecer insights iniciais sobre o comportamento de um fenômeno, auxiliando na tomada de decisões fundamentadas e na formulação de hipóteses para análises futuras. No contexto de análises educacionais, como no caso das notas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a estatística descritiva permite uma avaliação detalhada do desempenho dos alunos, identificando padrões e variações que podem influenciar a criação de políticas educacionais mais eficazes.

### 2.2.2 Estatística Espacial

A Estatística Espacial é uma área da estatística que se dedica à análise de dados que possuem uma componente geográfica ou espacial, ou seja, cujas observações estão associadas a localizações no espaço. A principal característica da estatística espacial é que ela leva em consideração as relações entre as localizações geográficas dos dados, utilizando técnicas que incorporam a proximidade entre os pontos e a distribuição dos fenômenos no espaço.

Segundo Cressie e Noel (1993), a estatística espacial pode ser definida como "o conjunto de métodos estatísticos para lidar com dados que estão indexados por uma estrutura espacial, e cuja dependência entre observações está relacionada com a distância entre

elas". Dessa forma, a localização espacial dos dados tem uma influência direta sobre a análise e os modelos utilizados. A Estatística Espacial permite analisar as informações considerando explicitamente a sua localização espacial.

Segundo Fucks et al. (2004) os principais tipos de dados em análise espacial, são:

**Eventos pontuais:** Tipo de dado mais simples, onde se tem fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço, tendo como objeto de interesse a própria localização espacial dos eventos em estudo (coordenadas).

**Áreas:** Tipo de dados associados a áreas geográficas com limites definidos, unidades de análise, usualmente delimitadas por polígonos fechados (setor censitário, município, zona de endereçamento postal, entre outros).

**Superfícies contínuas:** Tipo de dados estimados a partir de amostras de campo, que podem estar regularmente ou irregularmente distribuídas. Usualmente, este tipo de dados é resultante de levantamentos de recursos naturais, e que incluem mapas geológicos, topográficos, ecológicos, fitogeográficos e pedológicos (FUCKS et al., 2004).

**Interação espacial:** Tipo de dados onde um corpo sai de um ponto de origem  $i$  e vai para um ponto de destino  $j$  (migração), ou seja, refere-se a um par ordenado de posição  $(i,j)$  e não apenas a um local específico.

### **Mapas Temáticos**

Os mapas temáticos são utilizados como uma ferramenta estatística e visual para representar informações geoespaciais relacionadas ao objeto de estudo, permitindo a análise de padrões e variáveis distribuídas em um espaço geográfico.

Os temas abordados nos mapas, neste trabalho, foram definidos conforme o objetivo da pesquisa, buscando evidenciar o desempenho médio dos alunos na prova do ENEM e o IDH nos municípios do Quadrilátero Ferrífero. Para isso, foram aplicadas classificações por intervalos em quantis e paletas de cores otimizadas para facilitar a percepção das diferenças nos valores representados.

A interpretação dos mapas permitiu a identificação de padrões espaciais e a visualização de relações entre as variáveis estudadas, contribuindo para a contextualização e interpretação dos resultados apresentados, oferecendo um suporte visual claro e objetivo

### 2.2.3 Teoria de Resposta ao Item

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é um modelo estatístico amplamente utilizado para avaliar e mensurar habilidades, conhecimentos ou características latentes de indivíduos com base em suas respostas a itens de um teste ou questionário. Diferente dos métodos tradicionais, a TRI leva em consideração as propriedades individuais dos itens e a interação desses itens com a habilidade do respondente, permitindo uma análise mais precisa e adaptável dos resultados de uma avaliação.

Os três principais modelos da TRI são:

Modelo de um parâmetro (Logístico de 1PL ou Modelo de Rasch): Baseia-se na suposição de que a probabilidade de uma pessoa responder corretamente a um item depende unicamente da habilidade do indivíduo e da dificuldade do item. Esse modelo considera que todos os itens possuem o mesmo poder de discriminação e não inclui a noção de chute.

Modelo de dois parâmetros (Logístico de 2PL): Além da dificuldade do item, este modelo inclui um parâmetro de discriminação, que representa a capacidade do item de diferenciar entre indivíduos com diferentes níveis de habilidade.

Modelo de três parâmetros (Logístico de 3PL): Inclui, além da dificuldade e discriminação, um terceiro parâmetro que é o parâmetro de acerto ao acaso ou "chute". Esse modelo leva em conta a probabilidade de um indivíduo responder corretamente a um item por sorte.

A TRI oferece diversas vantagens como a independência do teste em relação à população de referência e a possibilidade de realizar a comparação de habilidades entre diferentes grupos de respondentes, mesmo que tenham respondido a diferentes itens. Além disso, permite a criação de testes adaptativos, nos quais o nível de dificuldade dos itens apresentados ao respondente varia conforme suas respostas anteriores, aumentando a eficiência da mensuração.

Nas provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), o cálculo da nota pela TRI, garante que o participante receba notas estatisticamente iguais em qualquer uma das versões do exame que ele faça. A TRI modela a probabilidade de um participante responder corretamente a um item, em função dos parâmetros deste e da proficiência do participante. Essa relação é expressa por meio de uma função monotônica crescente, a qual indica que quanto maior o conhecimento do participante, maior será sua probabilidade de acertar o item. No Enem, a função monotônica é uma função logística de três parâmetros, que pressupõe a unidimensionalidade do teste, ou seja, que todos os itens apresentados

em uma área de conhecimento do Exame devem medir um único traço latente. Apesar de sabermos que qualquer tarefa que realizamos envolve mais de uma habilidade na sua execução, para a TRI é suficiente supor que haja uma habilidade dominante em cada área de conhecimento, e é esta que se supõe estar sendo medida no teste.

Outro pressuposto deste modelo é o de independência local. Isso quer dizer que a resposta do participante a um item não pode influenciar sua resposta a outros itens. Esse pressuposto está diretamente ligado ao de unidimensionalidade. Se todos os itens medem uma única dimensão e a posição do participante nesta dimensão não se altera durante o exame, então as respostas aos itens são estatisticamente independentes. Essa suposição é muito importante para concluirmos que a sequência de respostas do participante a uma série de itens será o produto das probabilidades de cada item.

Os modelos de Rasch de 1, 2 e 3 parâmetros são modelos logísticos que preveem a probabilidade de uma resposta correta. O modelo de Rasch é usado para avaliar o desempenho e é comum na psicometria.

### Modelo de 1 Parâmetro (Modelo Rasch 1PL)

Este modelo assume apenas um parâmetro, a **dificuldade**  $\beta$ , e descreve a probabilidade de um item ser respondido corretamente:

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-(\theta-\beta)}}$$

em que:

- $\theta$  é a habilidade do participante,
- $\beta$  é a dificuldade do item.

### Modelo de 2 Parâmetros (Modelo 2PL)

Este modelo inclui dois parâmetros: **dificuldade**  $\beta$  e **discriminação**  $\alpha$ :

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha(\theta-\beta))}}$$

em que:

- $\alpha$  é o parâmetro de discriminação do item,
- $\theta$  é a habilidade do participante,

- $\beta$  é a dificuldade do item.

### Modelo de 3 Parâmetros (Modelo 3PL)

Este modelo acrescenta um parâmetro adicional, o **chance de acerto ao acaso**  $c$ , que representa a probabilidade de acerto por sorte:

$$P(\theta) = c + \frac{1 - c}{1 + e^{-(\alpha(\theta - \beta))}}$$

em que:

- $c$  é o parâmetro de chance de acerto ao acaso,
- $\alpha$  é o parâmetro de discriminação do item,
- $\theta$  é a habilidade do participante,
- $\beta$  é a dificuldade do item.

ANDRADE, TAVARES e VALLE (2000) destaca que um ponto importante na TRI é a estimação dos parâmetros envolvidos no modelo quando é necessário estimar tanto aqueles relacionados aos itens quanto aos relacionados às habilidades.

A etapa mais importantes da TRI é a estimação dos parâmetros dos itens e das habilidades dos respondentes, pois a probabilidade de uma resposta correta a um determinado item depende somente da habilidade do indivíduo e dos parâmetros que caracterizam o item.

O problema de estimação dos parâmetros pode ser dividido em três situações distintas: quando se conhece os parâmetros dos itens, estima-se as habilidades, quando se conhece as habilidades dos respondentes, estima-se os parâmetros dos itens, e por fim, estima-se simultaneamente os parâmetros dos itens e das habilidades dos indivíduos.

O método de máxima verossimilhança e procedimentos de estimação Bayesiana são comumente utilizados nesta tarefa.

Neste trabalho, tais proficiências foram estimadas e disponibilizadas pelo INEP/MEC. Utilizamos o desempenho já fornecido na fonte dos dados.

## 3 Resultados

A análise das notas do ENEM de 2017 permite um aprofundamento no entendimento do desempenho dos alunos em diversas regiões e áreas do conhecimento, revelando padrões de desempenho e identificando desigualdades regionais e educacionais.

Nesta análise descritiva e espacial, serão abordadas as notas dos candidatos em quatro áreas de conhecimento: Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, e Matemática e suas Tecnologias. As análises incluem medidas como a média, o desvio padrão, e o coeficiente de variação das notas, permitindo uma compreensão detalhada da dispersão e variabilidade dos resultados.

Os dados são segmentados por regiões do país, incluindo o Brasil como um todo, a região Sudeste, o estado de Minas Gerais (MG), a capital Belo Horizonte (BH), e o Quadrilátero Ferrífero, uma região de grande importância econômica e educacional no estado de Minas Gerais. Esta segmentação geográfica possibilita a identificação de disparidades regionais e auxilia na compreensão dos fatores que influenciam o desempenho dos estudantes.

### 3.1 Descritivos

A Tabela 1 contém informações estatísticas relacionadas aos resultados do ENEM no ano de 2017. As colunas incluem diferentes regiões (como Brasil, Sudeste, MG, BH, etc.), e as linhas fornecem medidas estatísticas como número de candidatos, média, desvio padrão e coeficiente de variação. Analisando o Desvio Padrão, que mede a dispersão dos dados em torno da média, observa-se que nas notas das disciplinas de Ciências Humanas e Ciências da Natureza, a cidade de Belo Horizonte tem a maior variabilidade nas notas dos candidatos em relação às outras regiões. Analisando as notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, a região Sudeste apresenta um desvio padrão bem mais elevado (109,8) comparado com as outras regiões, sugerindo uma maior variabilidade nas notas dessa região. E, em relação a Matemática e suas Tecnologias, o desvio padrão varia signifi-

cativamente, sendo mais baixo no Sudeste (73,4) e mais alto em BH (123,3), o que sugere que a Capital de Minas Gerais tem a maior variação das notas dos candidatos. Em um modo geral, Belo Horizonte e o Quadrilátero Ferrífero mostram uma maior variabilidade nas disciplinas, especialmente em Matemática.

Observa-se que alguns alunos obtiveram zero em determinadas provas. Isso ocorreu porque os candidatos não preencheram o gabarito da respectiva disciplina. Quando o gabarito não é preenchido, as questões são automaticamente consideradas erradas, e o candidato não se beneficia do parâmetro de acerto por adivinhação (c) previsto na TRI.

Tabela 1: Análise Descritiva dos Dados

<b>Ciências Humanas</b>					
	Brasil	Sudeste	MG	BH	Quad. Ferrífero
Nº Candidatos	4426755	1592130	482848	72415	127461
Média	510,9	522,6	524,5	543,0	533,9
Desvio Padrão	72,1	74,2	73,4	78,4	75,7
Coeficiente de Variação	14,1	14,2	14,0	14,4	14,2
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P05	401,4	406,2	406,9	414,2	411,3
P25	454,8	465,4	468,4	483,6	476,4
P50	506,4	520,1	523,5	544,4	534,0
P75	561,8	576,3	578,1	601,5	589,1
P95	634,6	646,7	646,0	669,2	658,2
Máximo	885,6	885,6	854,1	854,1	854,1
<b>Ciências da Natureza</b>					
	Brasil	Sudeste	MG	BH	Quad. Ferrífero
Nº Candidatos	4426755	1592130	482848	72415	127461
Média	521,5	537,6	536,9	559,3	548,9
Desvio Padrão	82,1	81,1	82,0	85,4	83,4
Coeficiente de Variação	15,7	15,1	15,3	15,3	15,2
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P05	389,6	400,5	398,7	409,8	405,8
P25	459,2	479,1	474,7	500,0	489,9
P50	524,0	544,3	543,3	568,4	556,6
P75	582,7	596,7	597,1	621,3	608,8

*Continuação na próxima página*

Tabela 1 – *Continuação da página anterior*

P95	650,1	661,0	662,1	686,0	674,9
Máximo	868,3	854,3	854,3	854,3	854,3
<b>Linguagens, Códigos e suas Tecnologias</b>					
	Brasil	Sudeste	MG	BH	Quad. Ferrífero
Nº Candidatos	4426755	1592130	482848	72415	127461
Média	512,2	539,9	523,2	543,3	534,8
Desvio Padrão	65,5	109,8	63,0	63,8	63,0
Coeficiente de Variação	12,8	20,3	12,0	11,7	11,8
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P05	395,8	385,6	411,4	429,9	423,3
P25	470,8	453,5	484,7	504,5	496,8
P50	516,5	527,4	527,8	548,6	539,2
P75	558,2	612,0	566,9	588,5	578,4
P95	612,0	741,8	618,2	637,5	629,6
Máximo	788,8	993,9	775,6	773,4	773,4
<b>Matemática e suas Tecnologias</b>					
	Brasil	Sudeste	MG	BH	Quad. Ferrífero
Nº Candidatos	4426755	1592130	482848	72415	127461
Média	518,8	524,5	541,0	566,3	553,1
Desvio Padrão	105,0	73,4	110,4	123,3	116,7
Coeficiente de Variação	20,2	14,0	20,4	21,8	21,1
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P05	379,4	406,9	385,9	390,3	388,3
P25	435,7	468,4	453,9	468,4	461,4
P50	502,8	523,5	528,4	552,5	539,9
P75	585,4	578,1	613,6	649,7	629,6
P95	716,4	646,0	743,8	791,1	768,7
Máximo	993,9	854,1	993,9	993,9	993,9

A Figura 1 apresenta a distribuição das notas de Ciências Humanas segundo o sexo do candidato. Observa-se que a nota mediana foi maior para o sexo masculino, embora a variabilidade tenha sido bem similar para os dois sexos. Aparentemente as distribuições dessas notas são aproximadamente simétricas, embora seja possível assumir uma leve assimetria à esquerda. As notas dos participantes do sexo masculino apresentam uma

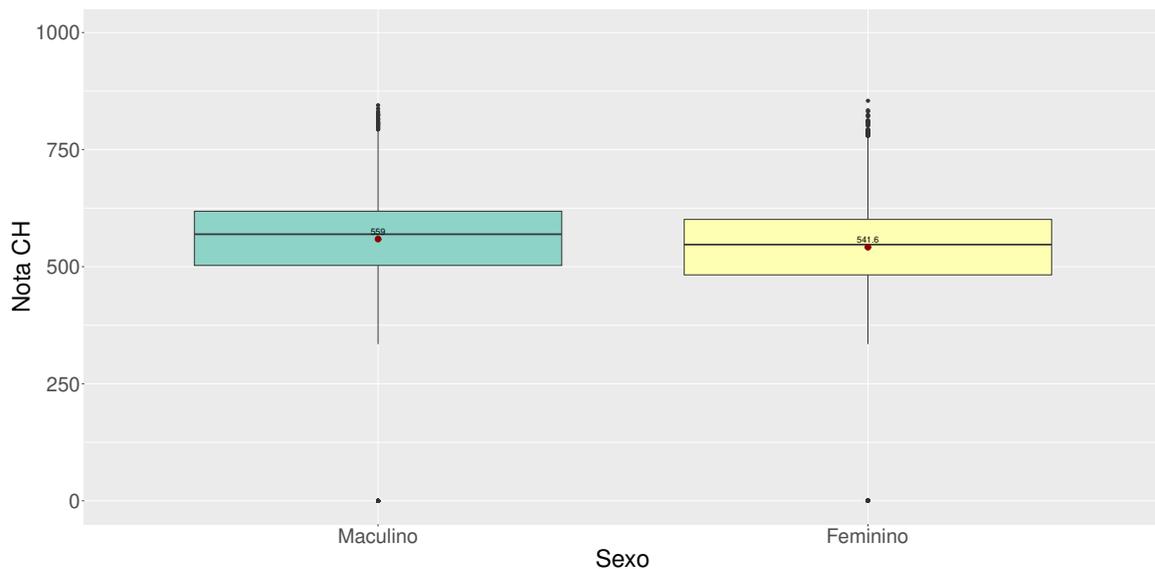


Figura 1: Distribuição das notas de Ciências Humanas segundo o sexo no Quadrilátero Ferrífero

variabilidade levemente maior do que as notas dos participantes do sexo feminino. As notas acima de 700 são valores discrepantes e destacam os alunos com desempenho próximo das notas máximas de ambos os sexos.

A Figura 2 apresenta a distribuição das notas de Ciências Humanas segundo o tipo de escola que o candidato frequentou. Observa-se que a nota mediana foi significativamente maior para os tipos de escola Privada e Exterior. A distribuição da nota dos participantes da escola Pública, assim como a dos participantes que não responderam o tipo de escola, sugerem que as notas não estão distribuídas de maneira uniforme. Além disso, os alunos das escolas do exterior obtiveram uma maior mediana de notas do que os alunos das demais escolas, pode-se destacar também que os alunos da escola pública tiveram as menores médias de notas quando comparadas as outras escolas.

A Figura 3 apresenta a distribuição das notas de Ciências Humanas de acordo com a cor/raça do candidato. É notável que os alunos classificados como "Não Declarados" e "Branca" obtiveram médias mais elevadas, enquanto aqueles identificados como "Indígenas" apresentaram médias mais baixas. Essas constatações apontam para a possibilidade de existência de diferenças socioeducacionais relacionadas à cor/raça.

A Figura 4 apresenta a distribuição das notas de Ciências Humanas de acordo com a faixa etária do candidato. Observa-se que não existe uma variabilidade considerável entre as notas de acordo com a idade, mas os alunos com idade inferior a 18 anos obtiveram a maior média.

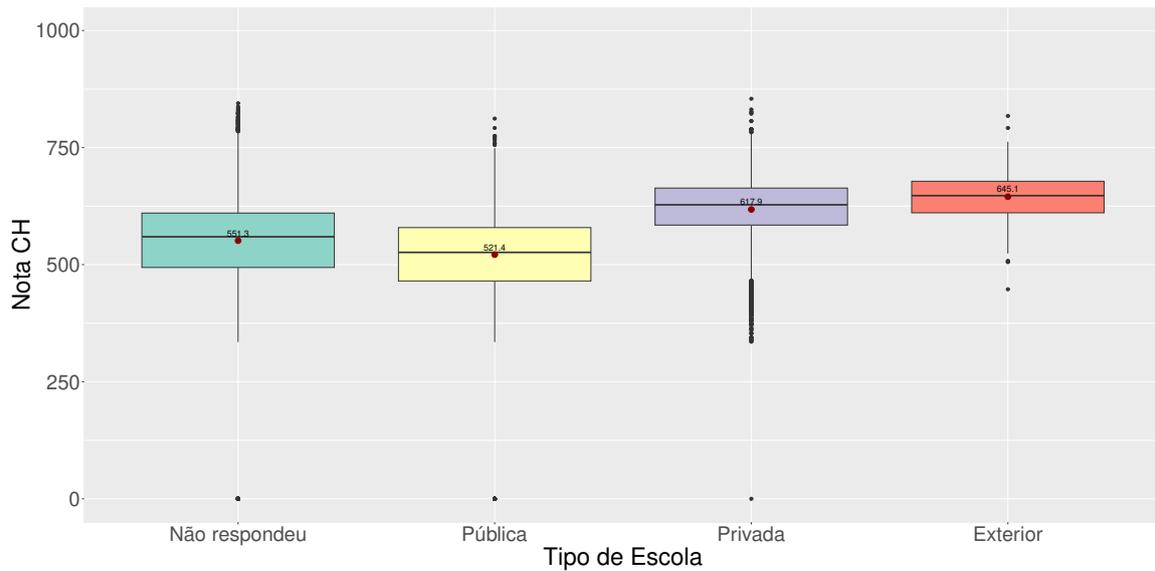


Figura 2: Distribuição das notas de Ciências Humanas segundo o tipo de escola no Quadrilátero Ferrífero

A Figura 5 apresenta a distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias em relação ao sexo. Observa-se que a simetria das notas é assimétrica negativa, enquanto que aparentemente não há uma diferença expressiva quanto a variabilidade entre as notas dos participantes do sexo masculino e do sexo feminino.

A Figura 6 apresenta a distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias em relação ao tipo de escola que o candidato frequenta ou frequentou. Aparentemente as distribuições dessas notas são aproximadamente simétricas, e a mediana com maior valor é a do ensino exterior.

A Figura 7 apresenta a distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária dos candidatos. É perceptível que as distribuições são simétricas, assim como as medianas não tem grande variabilidade. Destaca-se que em todos os grupos há participantes com desempenho sem rendimento, ou seja, obtiveram nota zero na prova, por não preencherem o gabarito.

a Figura 8 apresenta a distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça do candidato. É perceptível a diferença entre as notas de acordo com a cor/raça, destacando que a cor/raça branca possui uma média de 551, enquanto a cor/raça indígena possui 511.

A Figura 9 apresenta a distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com o sexo dos candidatos. É perceptível uma maior variabilidade das notas dos participantes do sexo masculino em relação ao sexto feminino, além dos candidatos do sexo

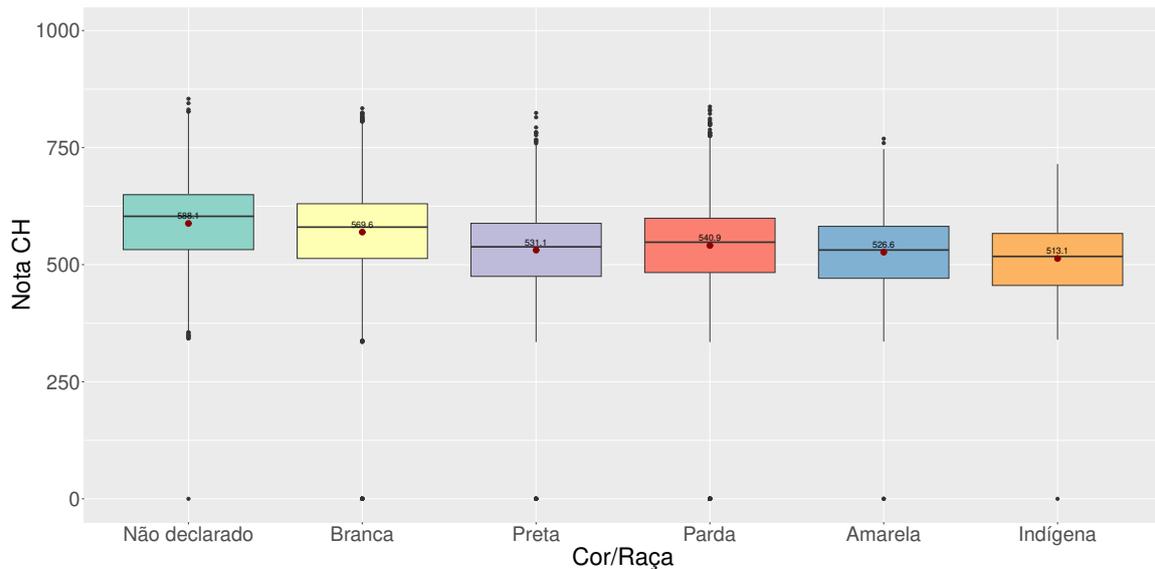


Figura 3: Distribuição das notas de Ciências Humanas de acordo com a cor/raça no Quadrilátero Ferrífero

masculino obterem notas acima de 600 enquanto as do sexo feminino notas acima de 500. Analisando os valores discrepantes masculino pode se concluir que alguns participantes obtiveram desempenho próximo da nota máxima.

A Figura 10 apresenta a distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com o tipo de escola frequentada pelo candidato. As notas dos estudantes das escolas privadas e do exterior destoam significativamente das demais, com suas médias acima de 650. Em contrapartida as notas dos alunos da escola pública não chegam a 650.

A Figura 11 apresenta a distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a raça. Observa-se que os participantes indígenas obtiveram a menor média, enquanto os não declarados e brancos obtiveram médias de quase 600 pontos.

A Figura 12 apresenta a distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária. Nessa disciplina, observa-se que os candidatos menores de 18 anos obtiveram o melhor desempenho (586,1), enquanto os com mais de 30 anos obtiveram o menor desempenho (509,7).

A Figura 13 apresenta a distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o sexo dos candidatos. Observa-se que os candidatos do sexo masculino obtiveram médias mais elevadas do que o sexo feminino.

A Figura 14 apresenta a distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o tipo de escola frequentada pelo candidato. É perceptível a variabilidade entre os desempenhos, principalmente entre o ensino da escola pública e o

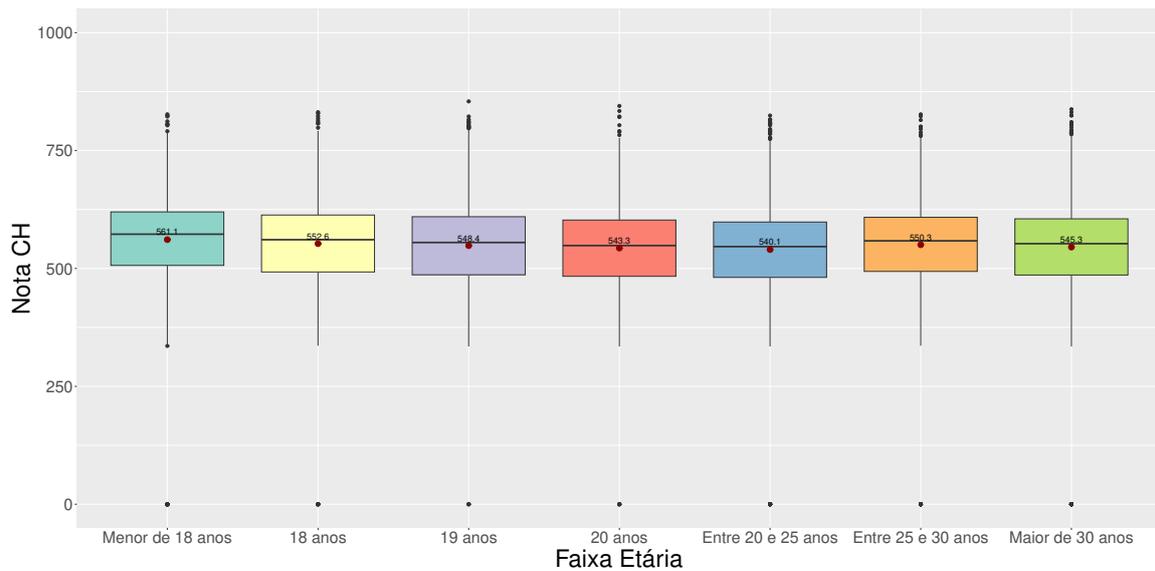


Figura 4: Distribuição das notas de Ciências Humanas de acordo com a faixa etária no Quadrilátero Ferrífero

ensino em escolas no exterior. As escolas privadas e do exterior atingiram uma média acima de 600, enquanto a escola público ficou abaixo de 510.

A Figura 15 apresenta a distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça do candidato. É notável que os alunos classificados como "Não declarados" e "Branca" alcançaram médias acima de 550, enquanto os demais ficaram abaixo de 530. Essa diferença entre as notas apontam para a possibilidade de existência de diferenças socioeducacionais relacionadas à cor/raça.

A Figura 16 apresenta a distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária dos candidatos. Observa-se que as médias são simétricas, assim como as medianas não tem uma variabilidade considerável.

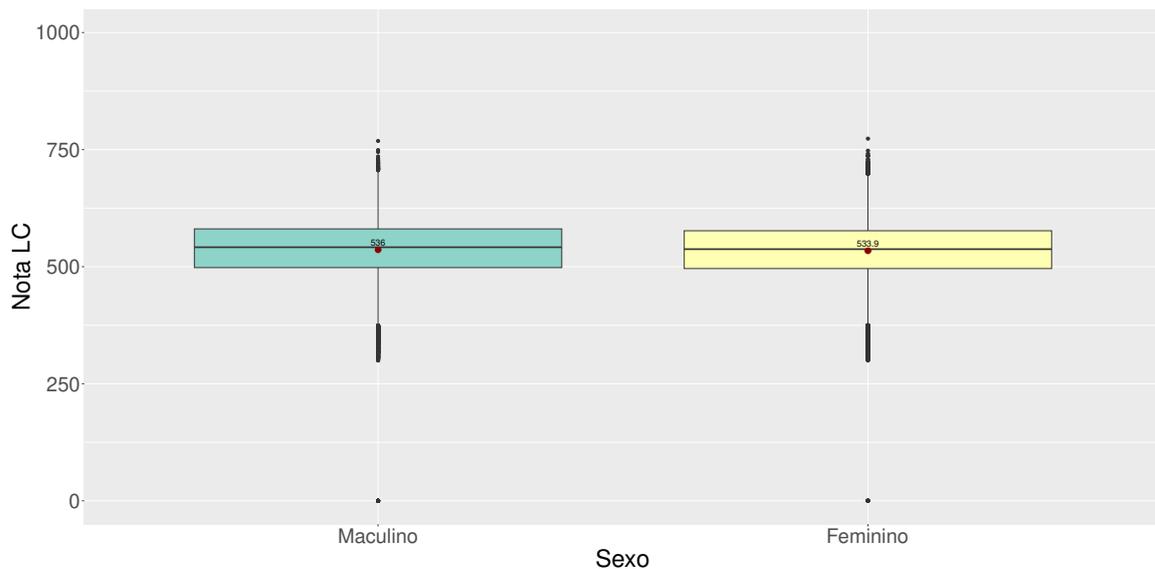


Figura 5: Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias em relação ao sexo no Quadrilátero Ferrífero

Na análise da Figura 17, identificou-se que na maioria dos municípios o desempenho médio dos alunos acompanha o IDH da cidade. Foi observado também que as notas médias da área de Matemática foram sempre maiores, enquanto as de Linguagem, Códigos e suas Tecnologias estavam sempre bem abaixo. A cidade de Itaúna (15), por exemplo, o desempenho médio dos alunos em Matemática foi acima de 580, enquanto o IDH do município foi bem abaixo, na casa dos 0,75. Em contrapartida, em Nova Lima (22) o IDH foi bem alto, acima de 0,8, e o desempenho médio em Ciências da Natureza ficou abaixo de 540. A única cidade que registrou o IDH abaixo de 0,65 foi Moeda (21), e consequentemente todas as médias das quatro áreas do ENEM foram abaixo de 520. Matemática é a única área que possui média de desempenho acima de 560, em três cidades, sendo elas: Belo Horizonte (2), Itaúna (15) e Nova Lima (22). No município de Ouro Preto (24) o IDH ficou próximo de 0,75, e o maior desempenho médio foi na área de Ciências Humanas, enquanto o mais baixo foi o de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.

Na análise da Figura 18, evidenciou-se as correlações entre as variáveis de desempenho médio nas áreas do Enem 2017 e os tipos de IDH em 2010. Como já era esperado, o IDH referente a Longevidade (IDHL) não teve nenhuma interferência com as notas dos candidatos. Por outro lado, o IDH referente a Renda (IDHR) teve os mais altos índices de correlação com o desempenho médio nas provas, sendo o maior deles com a da área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (LC). Um ponto que chamou a atenção é que o IDH referente a Educação (IDHE), correlacionando com o desempenho médio dos candidatos nas provas de Ciência da Natureza, teve uma correlação não significativa.

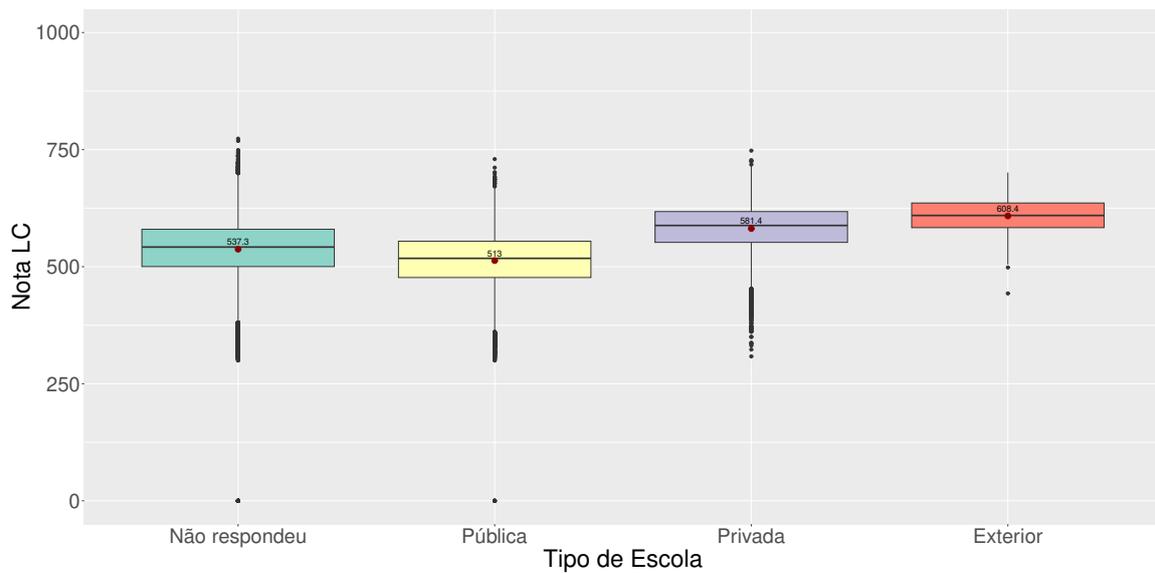


Figura 6: Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias em relação ao tipo de escola no Quadrilátero Ferrífero

Não houve nenhuma correlação negativa, ou seja, relações acontecem de forma direta. A menor correlação foi a do IDH da Educação com as notas de Ciências Humanas (0,52). Outra correlação que chama atenção é a das notas de Ciências Humanas com Ciências da Natureza, pois foi bem alta, atingindo o valor de 0,95.

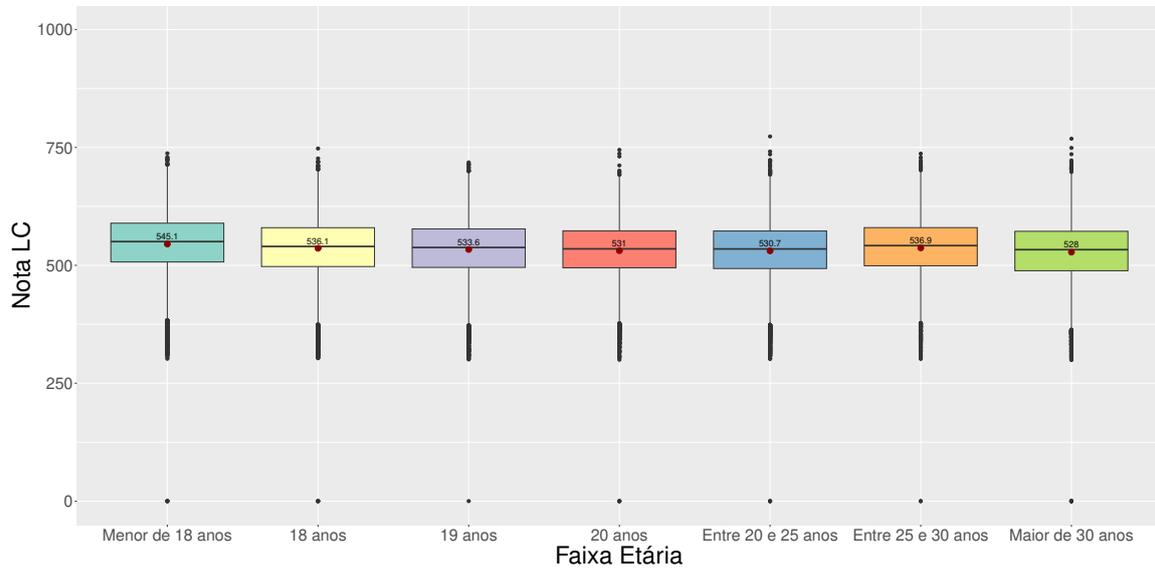


Figura 7: Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária no Quadrilátero Ferrífero

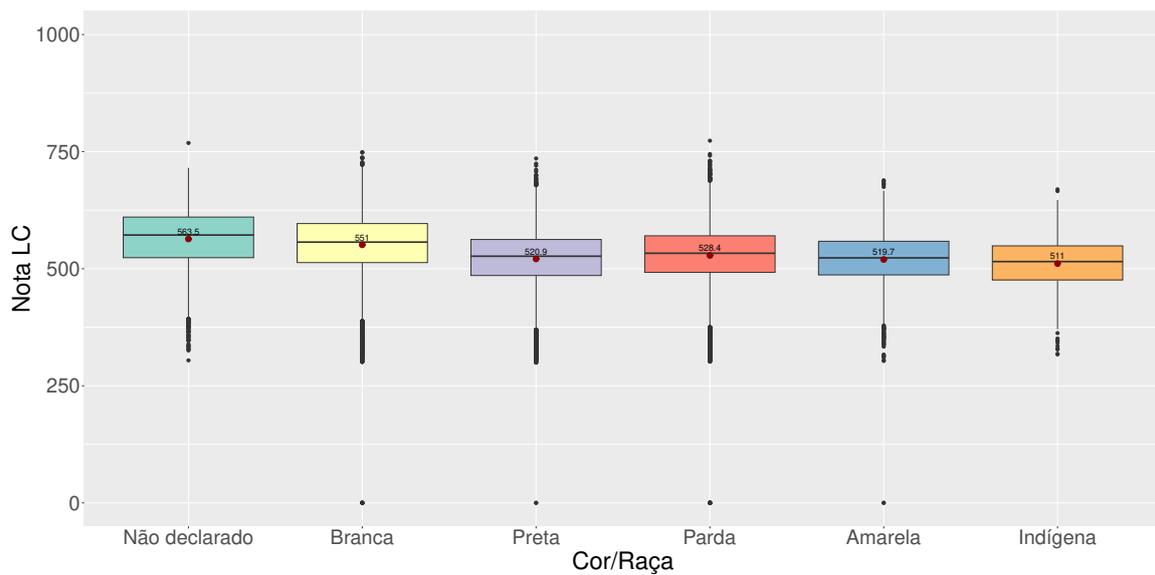


Figura 8: Distribuição das notas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça no Quadrilátero Ferrífero

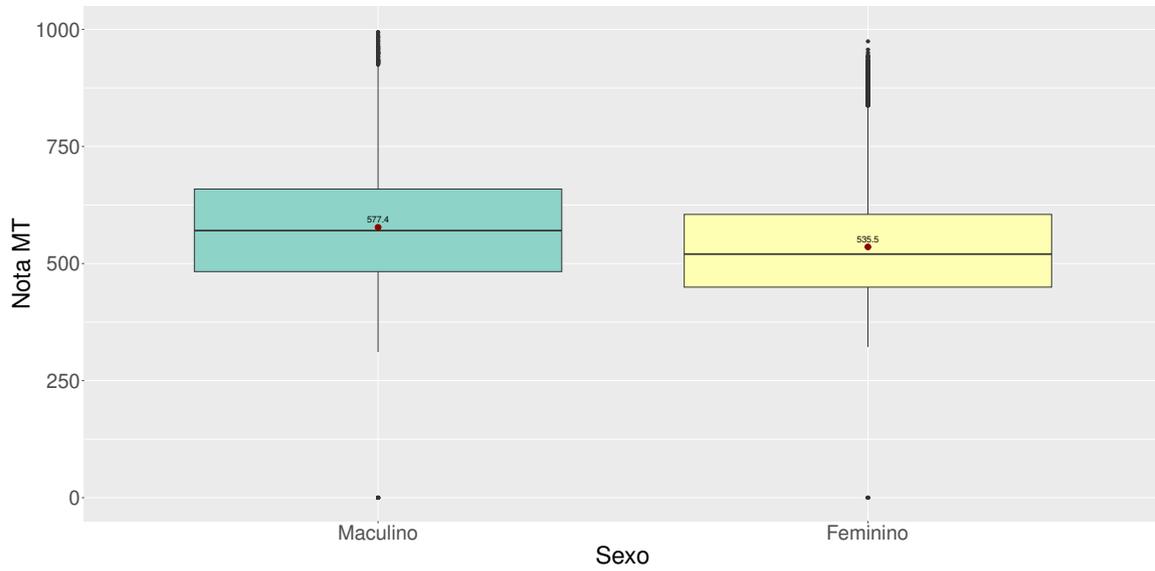


Figura 9: Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com o sexo no Quadrilátero Ferrífero

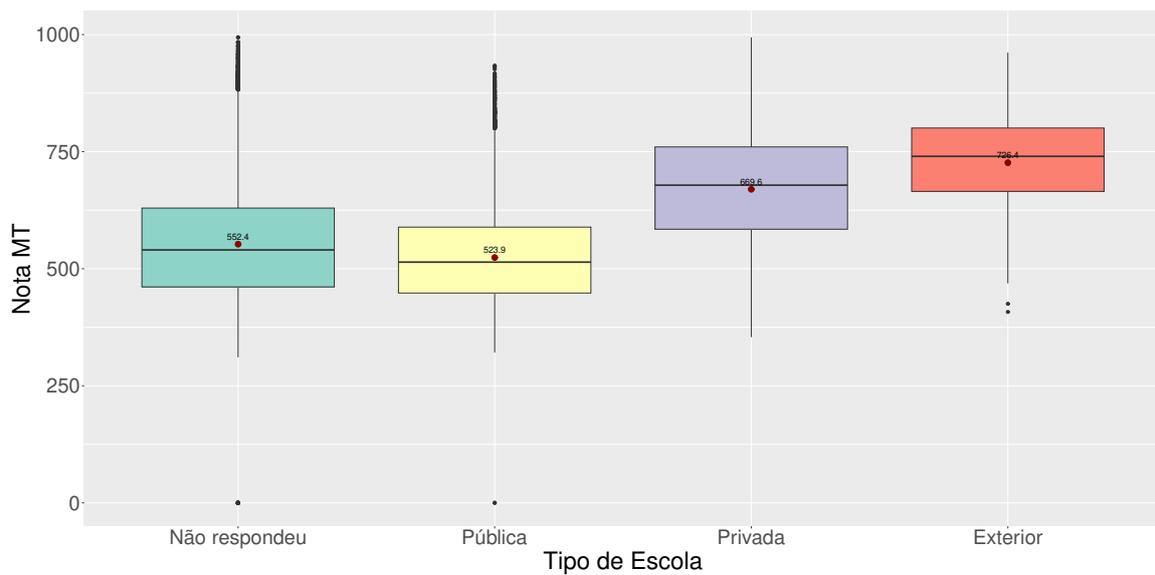


Figura 10: Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com o tipo de escola no Quadrilátero Ferrífero

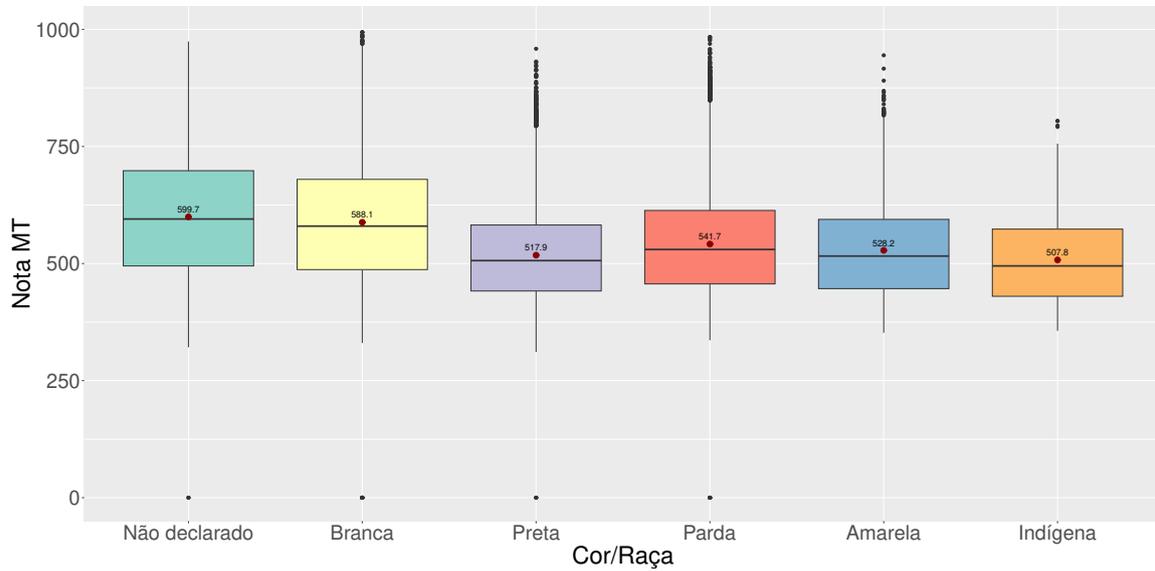


Figura 11: Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça no Quadrilátero Ferrífero

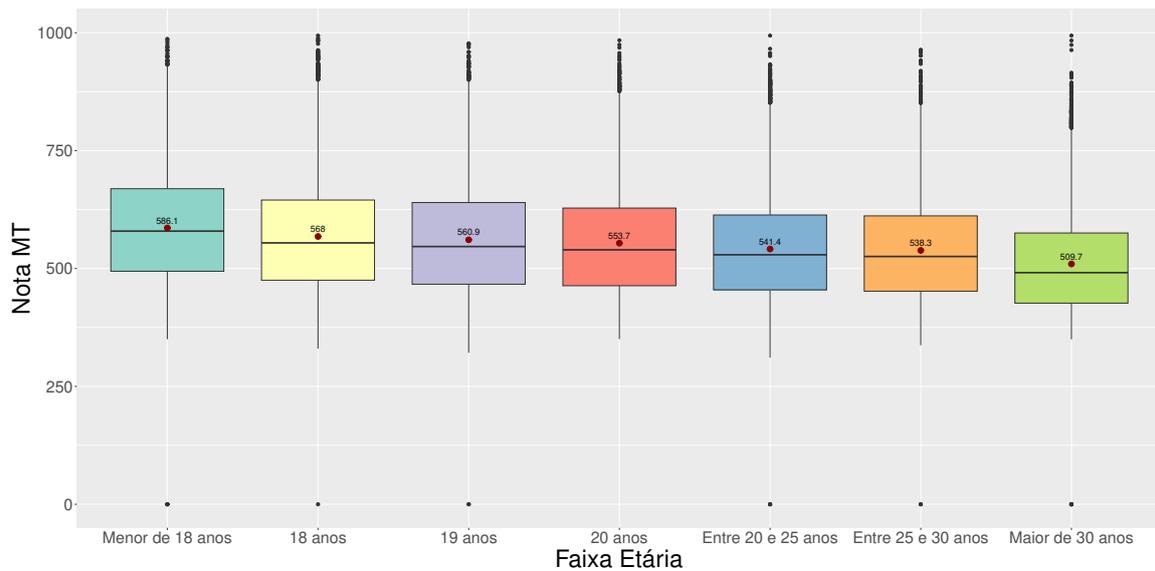


Figura 12: Distribuição das notas de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária no Quadrilátero Ferrífero

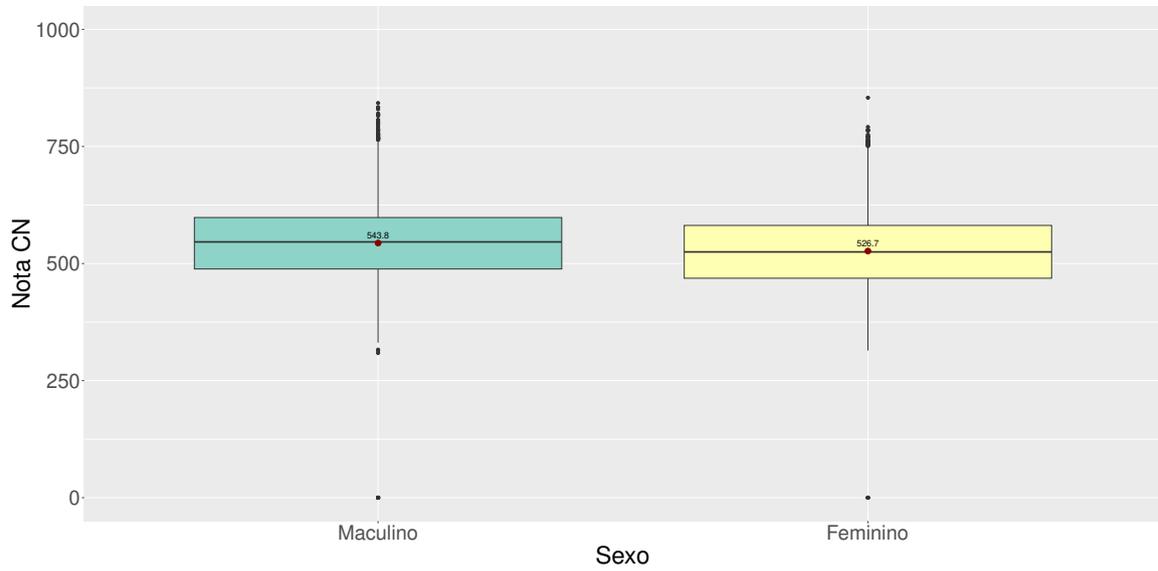


Figura 13: Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o sexo dos candidatos no Quadrilátero Ferrífero

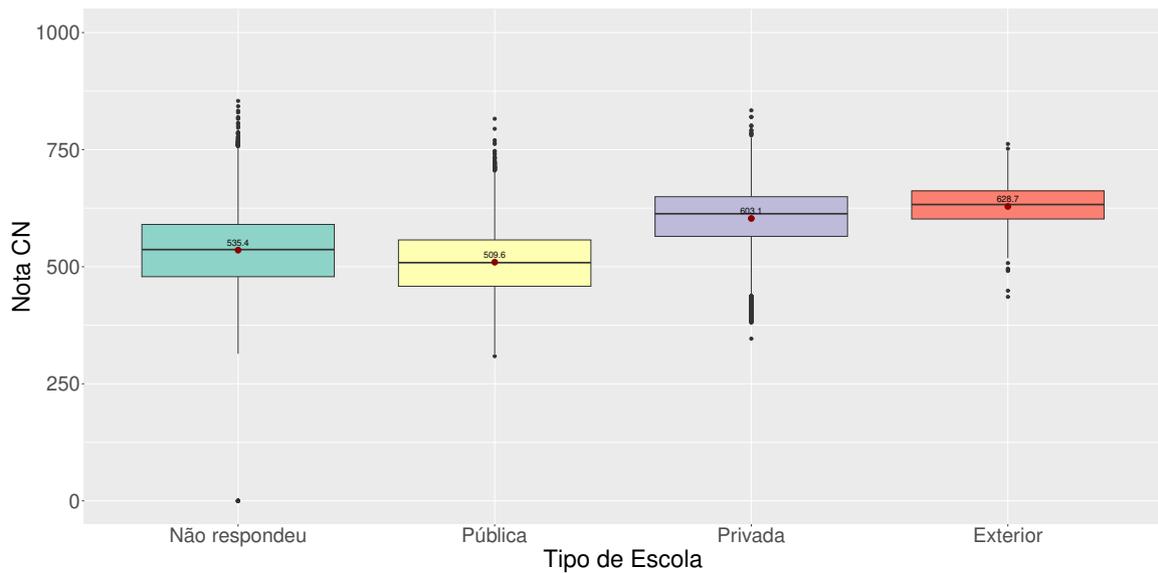


Figura 14: Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com o tipo de escola no Quadrilátero Ferrífero

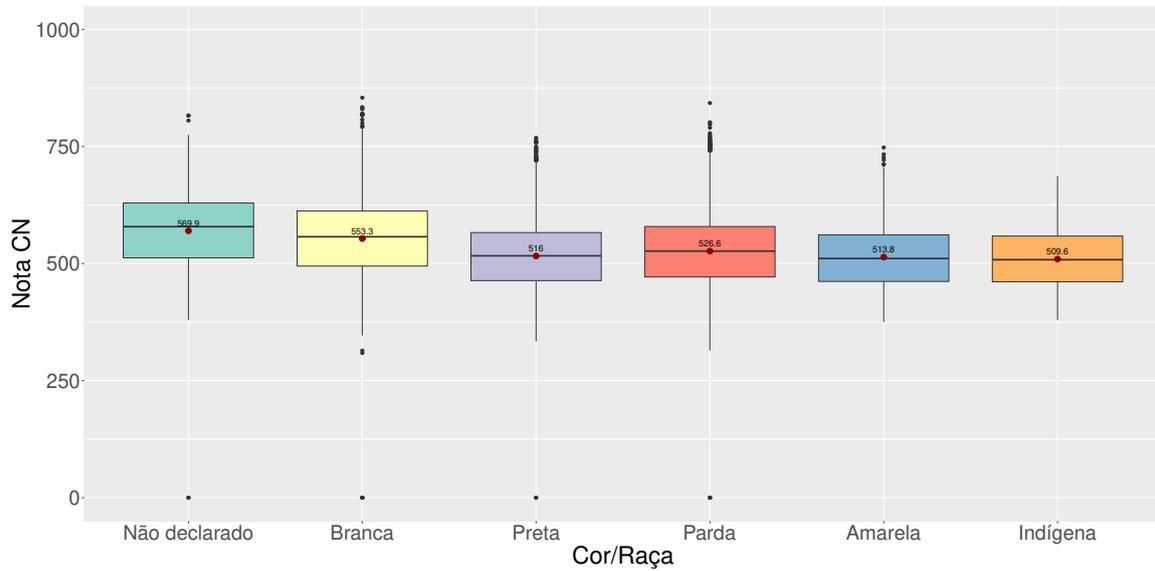


Figura 15: Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a cor/raça no Quadrilátero Ferrífero

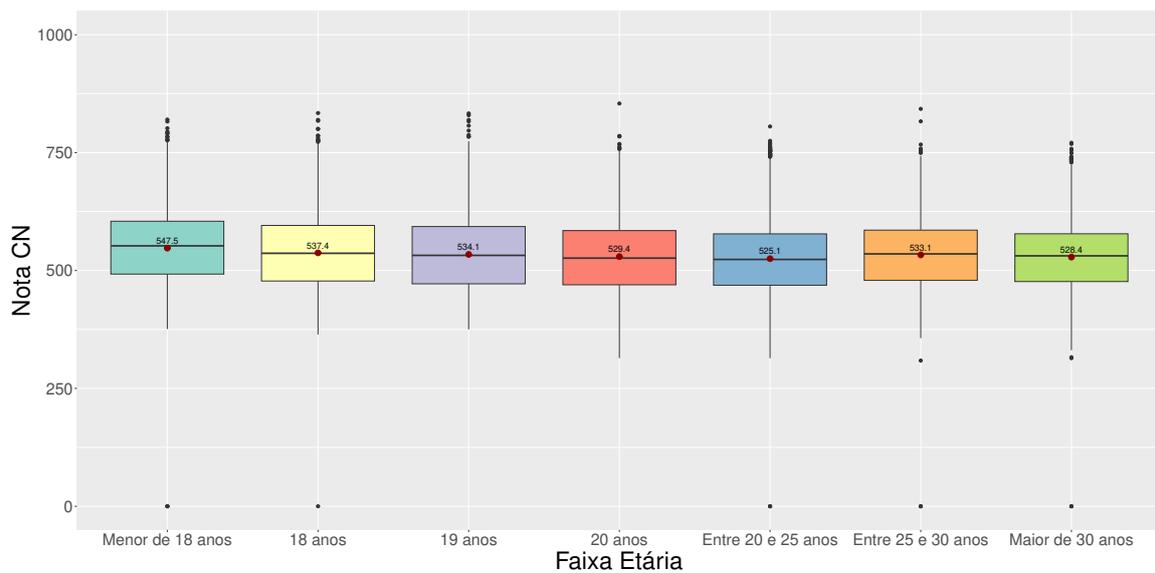


Figura 16: Distribuição das notas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a faixa etária no Quadrilátero Ferrífero

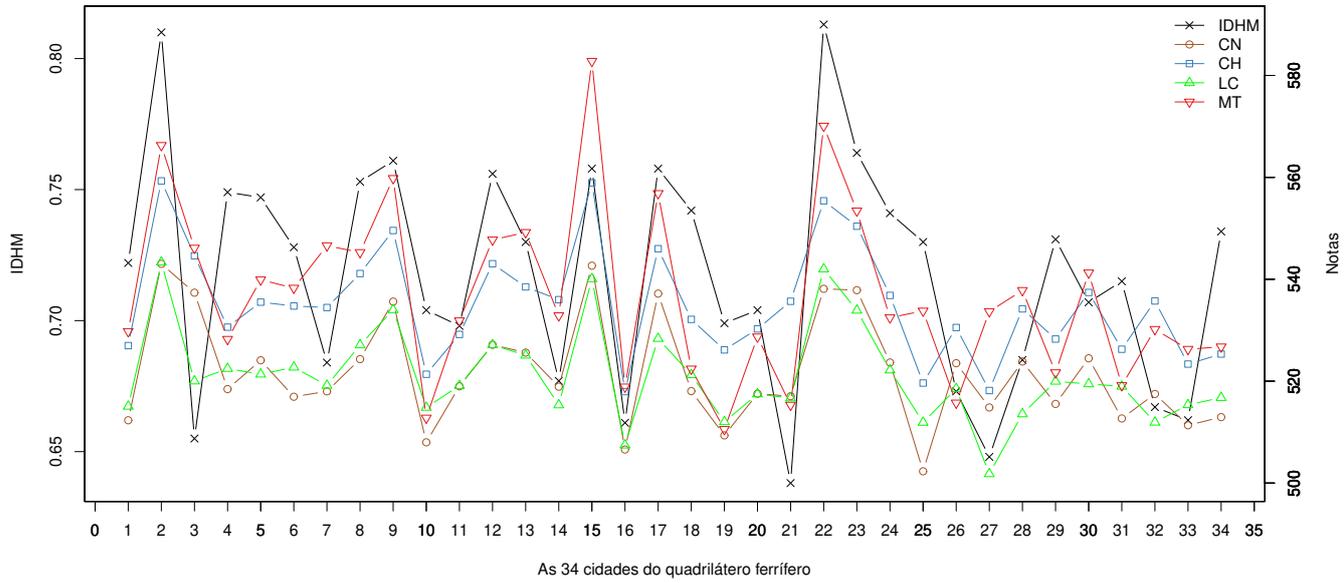


Figura 17: Comparativo entre as notas médias e o IDH do ano de 2010 no Quadrilátero Ferrífero

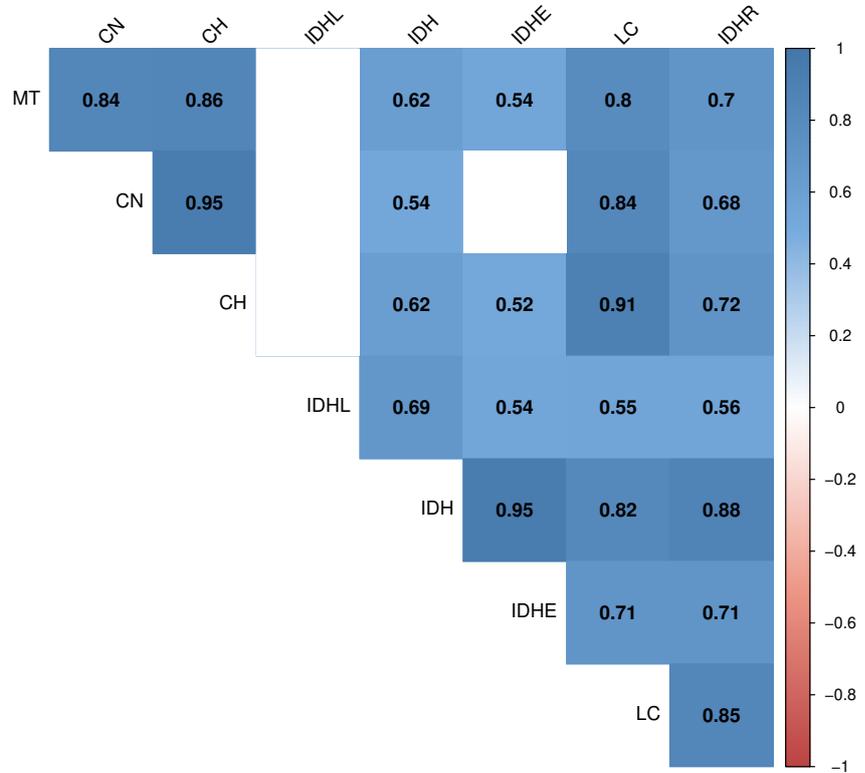


Figura 18: Correlações entre as notas médias e o IDH do ano de 2010 no Quadrilátero Ferrífero

## 3.2 Espaciais

Nesta parte tem-se a associação espacial entre o desempenho médio dos candidatos em cada área de conhecimento do ENEM 2017 por cidade do quadrilátero ferrífero e as características socioeconômicas destes municípios. As Figuras de (incluir numeração das figuras) apresentam a distribuição espacial do desempenho médio por cidade em cada área. Os mapas abaixo associam as notas dos candidatos que fizeram o ENEM 2017 com as características socioeconômicas. Para uma melhor visualização e entendimento, a legenda dos mapas contém 5 níveis, representando as faixas de nota média nos municípios, sendo as áreas hachuradas na cor branca as 20% cidades com menores notas médias, e à medida que a nota vai aumentando, o tom na cor azul vai ficando mais intenso a cada grupo de 20% de cidades, também denotado de quintis. O tom mais escuro do azul contempla as 20% cidades com maiores notas médias.

A Figura 19 retrata as notas de Ciências Humanas no território do Quadrilátero Ferrífero. É possível identificar que os sete municípios com menor desempenho, respectivamente, são: Raposos (25), Jeceaba (16), Ibirité (10), Mário Campos (19), São João de Bicas (33), Barão de Cocais (1) e Santa Luzia (31). Por outro lado, os sete municípios com maior desempenho são: Belo Horizonte (2), Itaúna (15), Nova Lima (22), Ouro Branco (23), Belo Vale (3), João Monlevade (17) e Conselheiro Lafaiete (9).

A Figura 20 retrata o desempenho nas provas de Ciência da Natureza, onde as notas mais baixas são obtidas em Jeceaba (16), Rio Manso (27), Raposos (25), Ibirité (10), São João de Bicas (33), Sarzedo (34) e Mário Campos (19). Já as notas mais altas, são nos municípios de Belo Horizonte (2), Itaúna (15), Nova Lima (22), Ouro Branco (23), Conselheiro Lafaiete (9), João Monlevade (17) e Belo Vale (3).

A Figura 21 representa as notas dos candidatos na área Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. As notas mais baixas foram nas cidades de Rio Manso (27), Jeceaba (16), Raposos (25), São Gonçalo do Rio Abaixo (32), Mário Campos (19), Rio Piracicaba (28) e Ibirité (10). Do outro lado, as notas que mais se destacaram foram nas cidades de Belo Horizonte (2), Nova Lima (22), Itaúna (15), Conselheiro Lafaiete (9), Ouro Branco (23), João Monlevade (17) e Itabira (12).

A Figura 22 representa as notas de Matemática e suas Tecnologias. As notas mais baixas estão nas cidades de Mário Campos (19), Ibirité (10), Moeda (21), Rio Acima (26), Jeceaba (16), Santa Luzia (31) e Sabará (29). E as notas mais altas nas cidades de Itaúna (15), Nova Lima (22), Belo Horizonte (2), Conselheiro Lafaiete (17), João Monlevade (17),

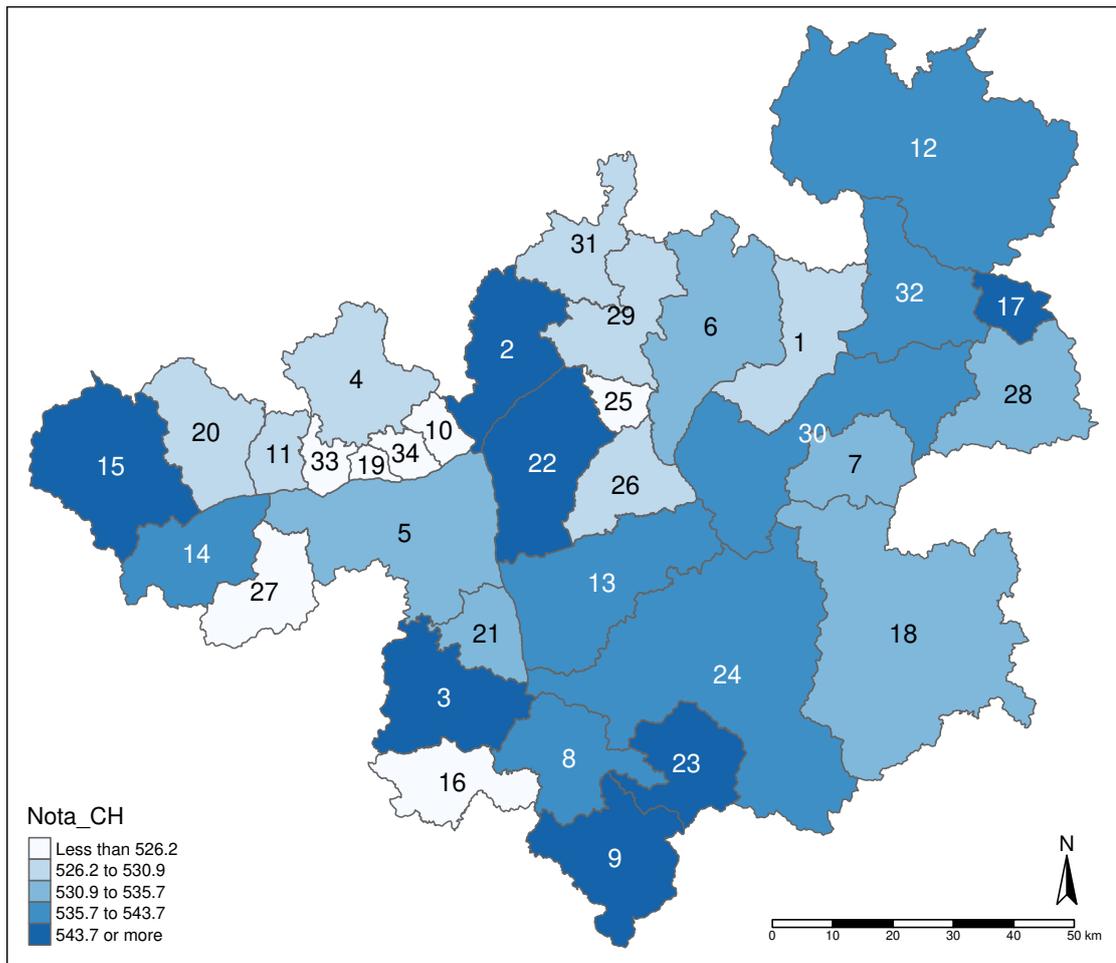


Figura 19: Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Ciências Humanas no Quadrilátero Ferrífero.

Ouro Branco (23) e Itabirito (13).

Os mapas apresentados a seguir contrasta o desempenho dos alunos que fizeram o Enem 2017 com o Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH) das respectivas cidades. Na legenda, os municípios que estão com preta são os que os alunos possuem desempenho alto e o IDH também é alto. Já os municípios que estão na cor cinza, são os que os alunos possuem desempenho médio e o IDH também é médio. E, os que estão na cor cinza clara, são os alunos que possuem desempenho baixo e o IDH também é baixo.

Na Figura 23, comparou se as notas médias de Ciências da Natureza com o IDH dos municípios. As áreas cuja situação de desempenho médio está em uma categoria superior em relação a categoria do IDH, foram consideradas de relevância positiva, tais como Belo Vale (3), Belo Horizonte (2), Congonhas (8), Conselheiro Lafaiete (9), Itabira (12), Itaúna (15), Nova Lima (22) e Ouro Branco (23). Por outro lado, a relevância negativa será

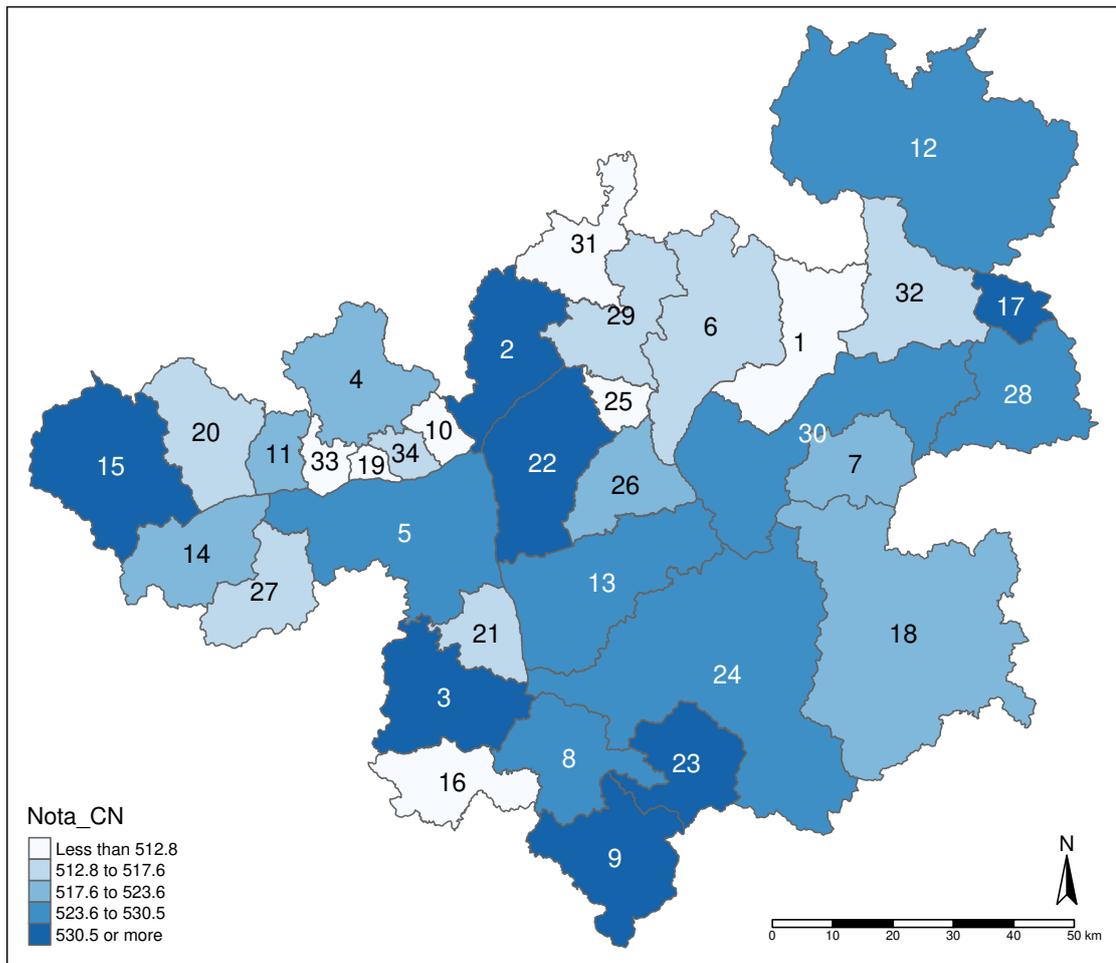


Figura 20: Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Ciências da Natureza no Quadrilátero Ferrífero.

considerada quando o desempenho médio estiver em uma categoria inferior em relação a categoria do IDH, tais como Barão de Cocais (1), Betim (4), Brumadinho (5), Ibirité (10), Mariana (18), Mário Campos (19), Raposos (25), Sabará (29), Santa Luzia (31) e Sarzedo (34).

Na Figura 24, comparou se as notas médias de Ciências Humanas com o IDH dos municípios. As áreas consideradas de relevância positiva, são Belo Vale (3), Catas Altas (7), Itatiaiuçu (14), Moeda (21), Rio Acima (26), Rio Piracicaba (28) e São Gonçalo do Rio Abaixo (32). Por outro lado, os municípios considerados de relevância negativa, são Barão de Cocais (1), Betim (4), Brumadinho (5), Caeté (6), Ibirité (10), Mariana (18), Mário Campos (19), Raposos (25), Sabará (29), Santa Luzia (31) e Sarzedo (34).

Na Figura 25, comparou se as notas médias de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias com o IDH dos municípios. Grande parte das cidades tiveram o desempenho médio corres-

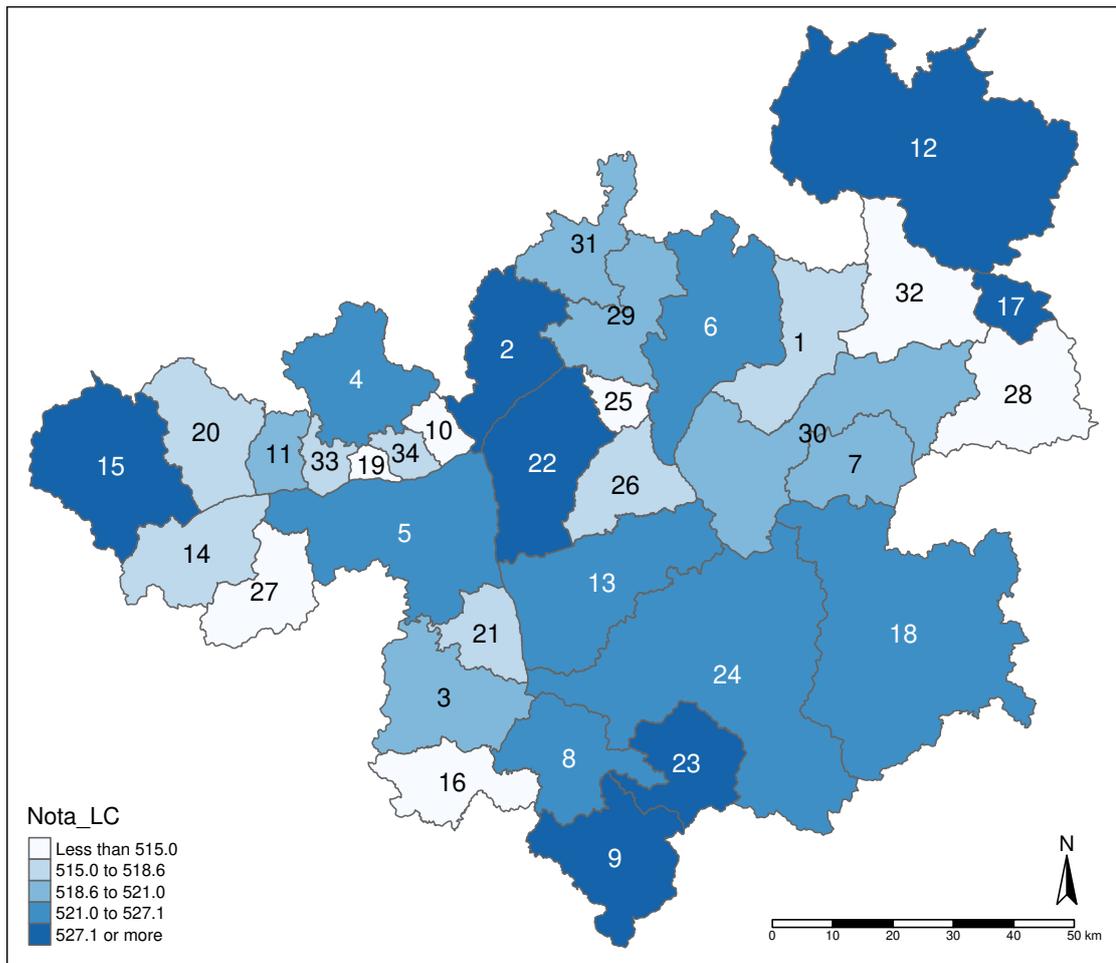


Figura 21: Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Linguagens, Códigos e suas Tecnologias no Quadrilátero Ferrífero.

pondente ao seu IDH, como por exemplo, Conselheiro Lafaiete (9), Moeda (21) e Sabará (29). Foram consideradas com relevância positiva apenas Belo Vale (3), Catas Altas (7), Moeda (21) e Rio Acima (26). E, os municípios considerados de relevância negativa, são Barão de Cocais (1), Brumadinho (5), Ibirité (10), Mariana (18), Mário Campos (19), Raposos (25).

Na Figura 26, comparou-se as notas médias de Matemática e suas Tecnologias com o IDH dos municípios. Diferentemente das outras comparações, no caso das médias de Matemática e suas Tecnologias, tivemos duas cidades que obtiveram desempenho médio baixo e IDH alto, sendo elas Betim (4) e Mariana (18). Em contrapartida, também tivemos duas cidades com desempenho médio alto e IDH baixo, sendo elas Belo Vale (3) e Catas

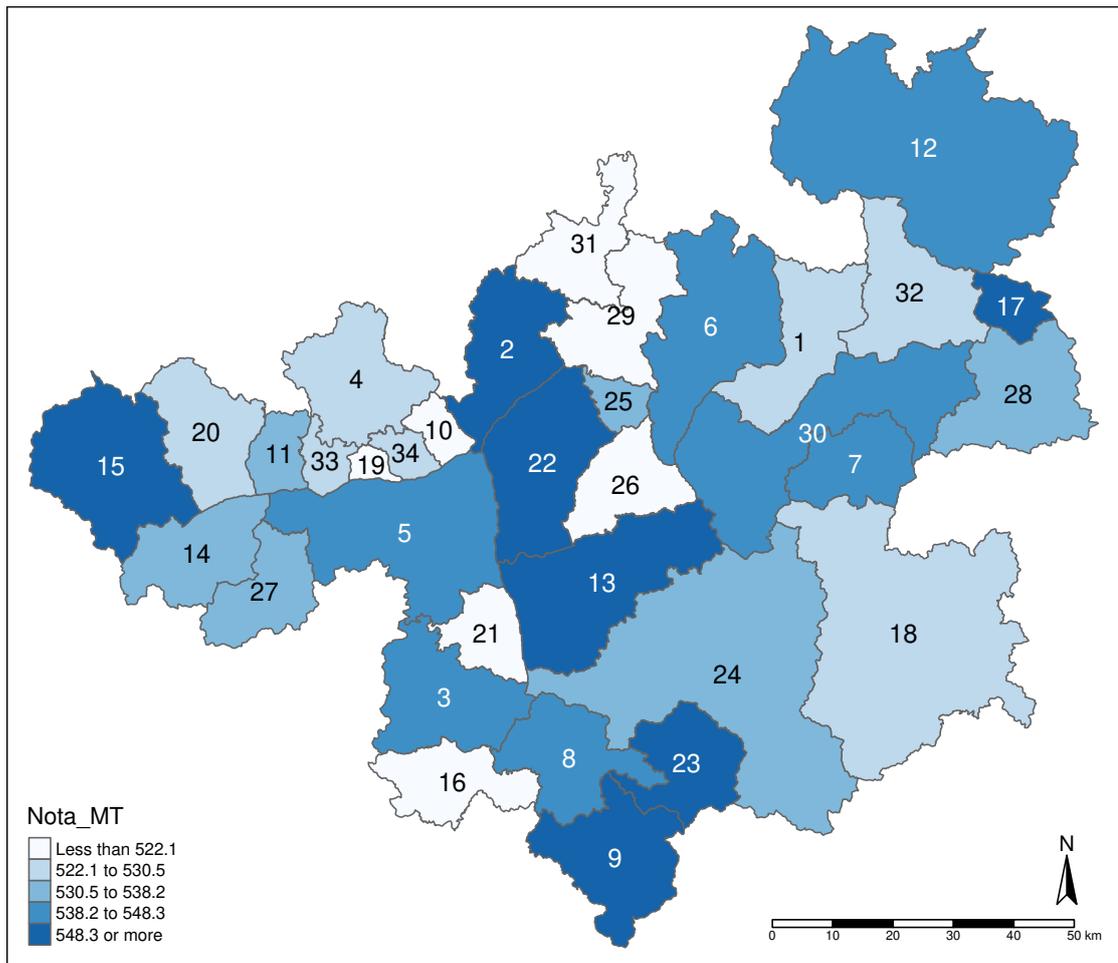


Figura 22: Distribuição espacial das notas médias por município obtidas em Matemática e suas Tecnologias no Quadrilátero Ferrífero.

Altas(7).

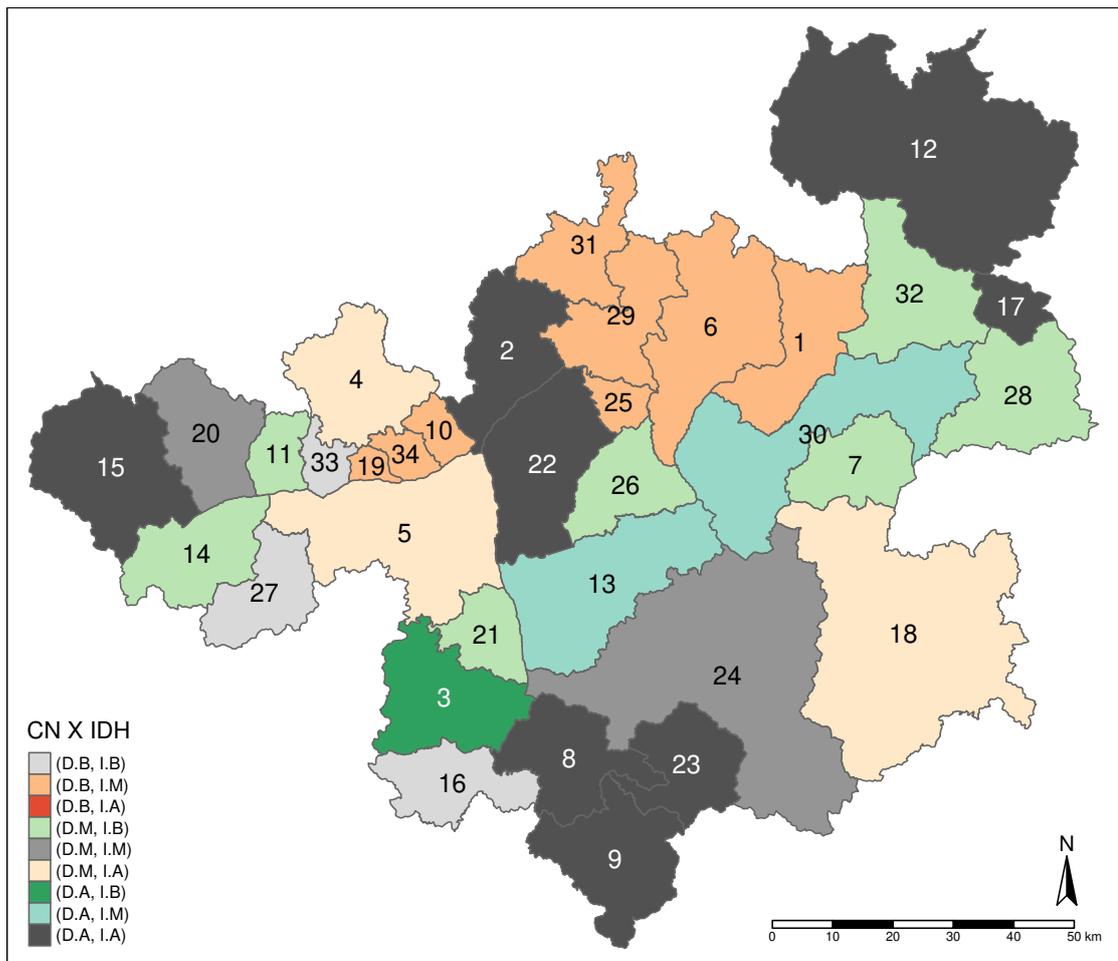


Figura 23: Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Ciências da Natureza e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilátero Ferrífero.

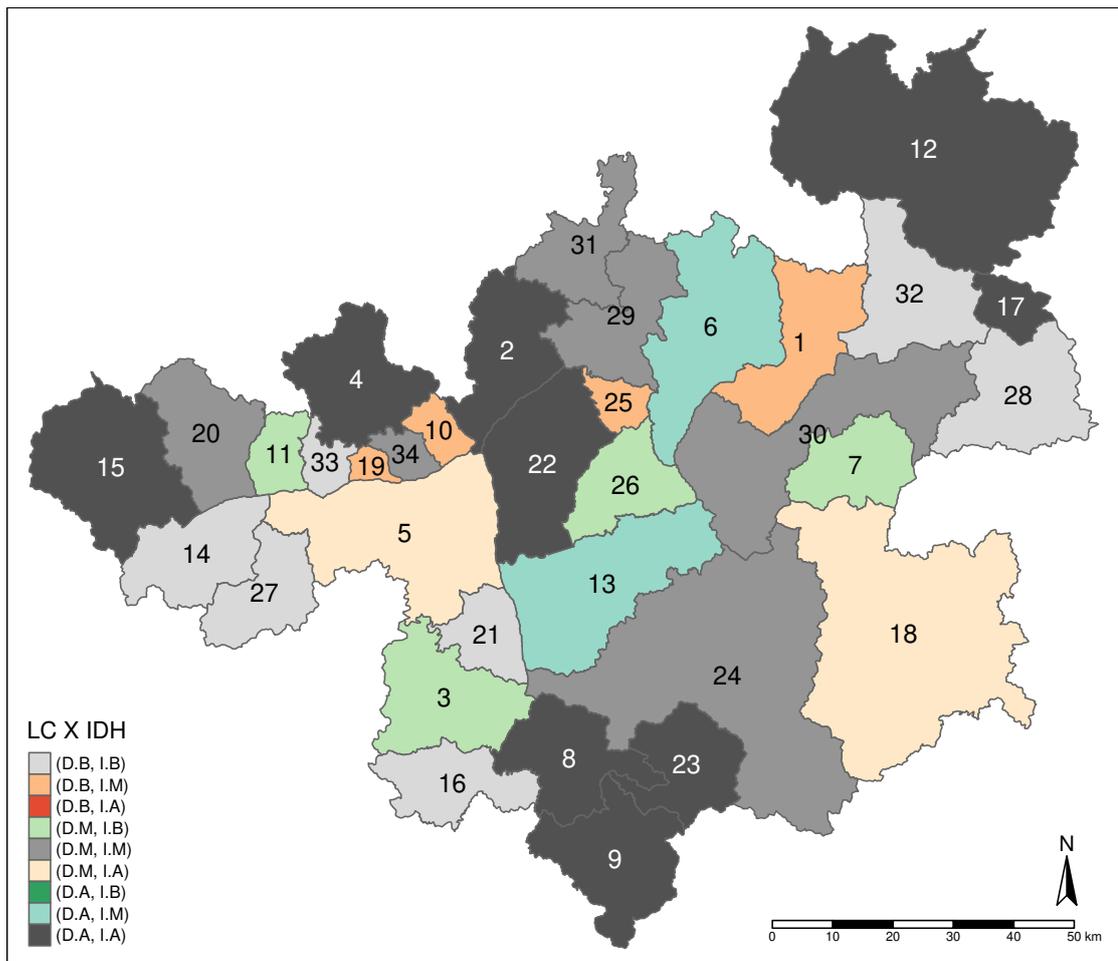


Figura 24: Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Ciências Humanas e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilátero Ferrífero.

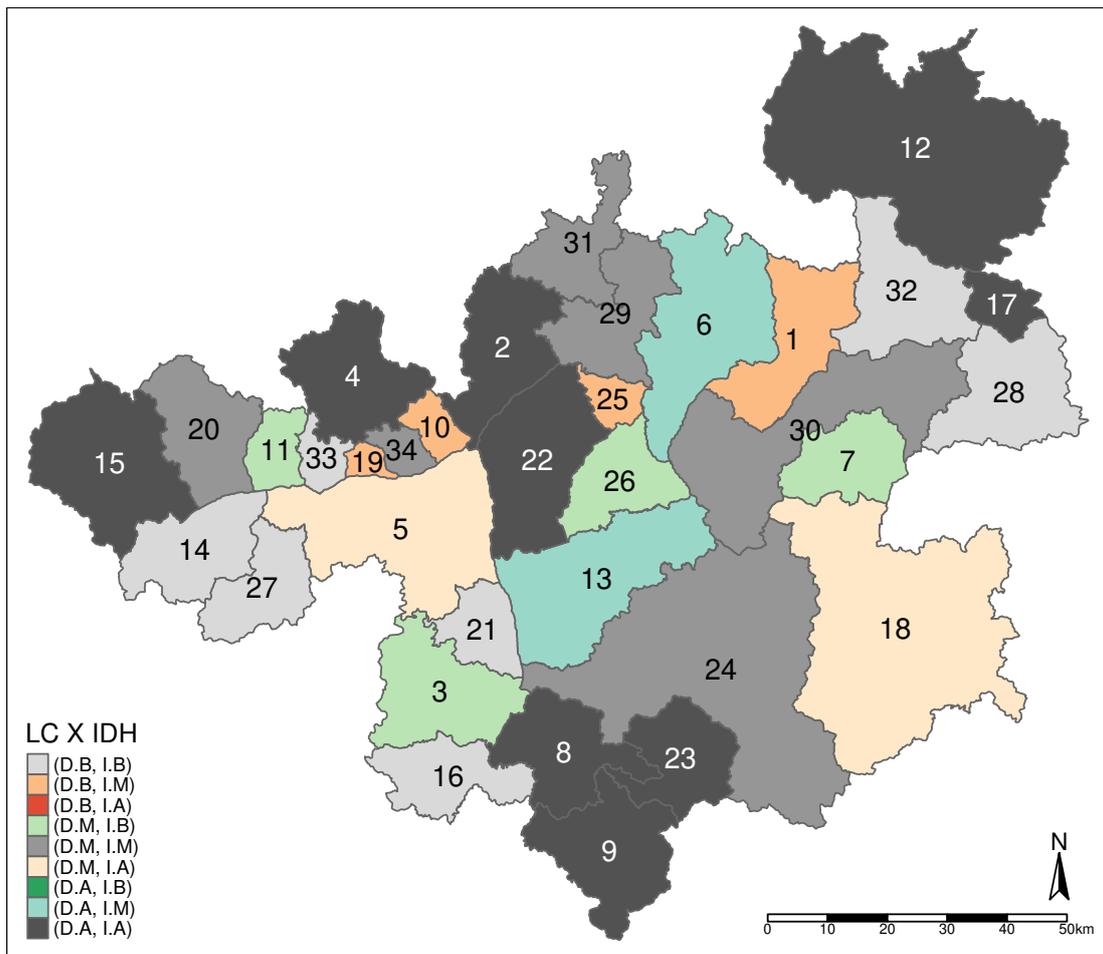


Figura 25: Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilátero Ferrífero.

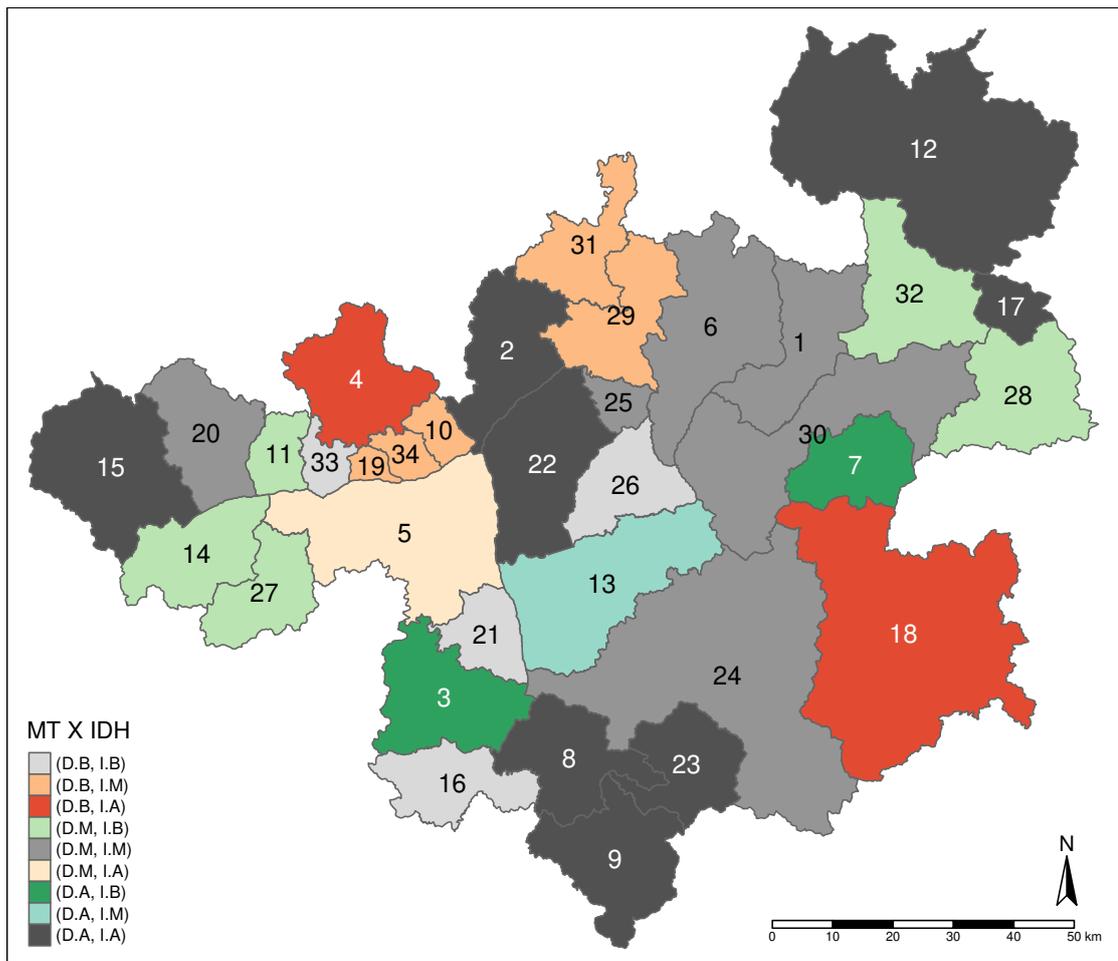


Figura 26: Sobreposição espacial entre o desempenho médio em Matemática Tecnologias e o IDH do ano de 2010 para os municípios avaliados no Quadrilátero Ferrífero.

## 4 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho dos candidatos que fizeram a prova do ENEM no ano de 2017 nos 34 municípios pertencentes ao Quadrilátero Ferrífero do estado de Minas Gerais, bem como a relação de fatores socioeconômicos dos municípios nesse desempenho.

As análises descritivas revelaram variações significativas nas notas dos candidatos entre as diferentes regiões e áreas do conhecimento, com destaque para a maior dispersão em Matemática na cidade de Belo Horizonte. No componente espacial, identificaram-se padrões regionais de desempenho, demonstrando que o desempenho dos estudantes tende a acompanhar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios, com cidades de IDH mais alto, como Belo Horizonte e Nova Lima, obtendo médias de notas superiores. Em contrapartida, cidades com IDH mais baixo, como Moeda e Raposos, apresentaram notas inferiores, especialmente em áreas como Linguagens e Matemática. Os mapas gerados para cada área de conhecimento ilustraram essas diferenças regionais, destacando municípios que se sobressaíram em relação ao esperado para seu IDH, como Belo Vale, que apresentou desempenho acima da média em Matemática e Ciências da Natureza .

Essas constatações estão correlacionadas a fatores socioeconômicos e à localização geográfica, apontando para a necessidade de políticas educacionais que considerem essas diferenças. Os resultados forneceram uma base para futuras investigações sobre a influência de características regionais no desempenho dos alunos e indicaram que investimentos em áreas com menor desenvolvimento podem contribuir para reduzir disparidades educacionais no Quadrilátero Ferrífero .

Trabalhos futuros podem ser desenvolvidos a partir do que foi apresentado neste estudo, como por exemplo, utilização de Modelos Espaciais para estudar o efeito socioeconômico no desempenho dos candidatos. Também é possível trabalhar com os dados socioeconômicos dos alunos ao invés de utilizar as informações socioeconômicas das cidades. Ou ainda, realizar comparações entre a capital Belo Horizonte, Região Metropolitana

e municípios do interior de Minas Gerais.

# Referências

- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. d. C. *Teoria de resposta ao item: conceitos e aplicações*. [S.l.]: Associação Brasileira de Estatística, 2000.
- CRESSIE; NOEL. *Statistics for Spatial Data*. 1. ed. New York: Revised Edition, 1993.
- FEIJÓ, J. R.; FRANÇA, J. M. S. D.; NETO, V. R. D. P. Desempenho dos estudantes ao final do ensino médio: Mensurando a influência direta e indireta da educação dos pais. *Revista Brasileira de Economia*, v. 76, n. 1, p. 48, 2022.
- FEIJÓ, J. R.; FRANÇA, J. M. S. de. Diferencial de desempenho entre jovens das escolas públicas e privadas. *Estudos Econômicos São Paulo*, v. 51, n. 2, p. 387, 2021.
- FIGUEIRÊDO, E.; NOGUEIRA, J.; SANTANA, F. L. Igualdade de oportunidades: Analisando o papel das circunstâncias no desempenho do enem. *Revista Brasileira de Economia*, v. 68, n. 3, p. 389, 2014.
- FUCKS, S. D. et al. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. [S.l.: s.n.], 2004.
- GOMES, C.; VIANA, J. B. N. Explorando os efeitos da disponibilidade das tecnologias da informação e comunicação nos resultados do enem. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 103, n. 263, p. 41, 2022.
- MELO, R. O. et al. Impacto das variáveis socioeconômicas no desempenho do enem: uma análise espacial e sociológica. *Revista de Administração Pública*, v. 55, n. 6, p. 1290, 2021.
- MORIS, C. H. A. A. et al. Distinção e classe social no acesso ao ensino superior brasileiro. *Portal de Revistas da USP*, v. 34, n. 2, p. 80, 2022.
- SORDI, M. R. L. de; MENGA, H. A. L. Da avaliação da aprendizagem à avaliação institucional: aprendizagens necessárias. *Avaliação*, v. 14, n. 2, p. 318, 2009.
- TRIOLA, M. F. *Introdução à Estatística*. 12. ed. Brasil: LTC, 2017.

## APÊNDICE A - Relação dos Municípios do Quadrilátero Ferrífero

Esta seção apresenta a relação dos municípios e seus respectivos códigos do IBGE, Tabela 2, utilizados na malha geográfica e nos mapas temáticos apresentados neste trabalho.

Tabela 2: Relação dos municípios e seus respectivos códigos do IBGE.

<b>ID</b>	<b>Código</b>	<b>Cidade</b>
1	3105400	B. DE COCAIS
2	3106200	B. HORIZONTE
3	3106408	BELO VALE
4	3106705	BETIM
5	3109006	BRUMADINHO
6	3110004	CAETÉ
7	3115359	CATAS ALTAS
8	3118007	CONGONHAS
9	3118304	CONS. LAFAIETE
10	3129806	IBIRITÉ
11	3130101	IGARAPÉ
12	3131703	ITABIRA
13	3131901	ITABIRITO
14	3133709	ITATIAIUÇU
15	3133808	ITAÚNA
16	3135407	JECEABA
17	3136207	J. MONLEVADE
18	3140001	MARIANA
19	3140159	MÁRIO CAMPOS
20	3140704	MATEUS LEME
21	3142304	MOEDA
22	3144805	NOVA LIMA
23	3145901	OURO BRANCO
24	3146107	OURO PRETO
25	3153905	RAPOSOS
26	3154804	RIO ACIMA
27	3155306	RIO MANSO
28	3155702	R. PIRACICABA
29	3156700	SABARÁ
30	3157203	SANTA BÁRBARA
31	3157807	SANTA LUZIA
32	3161908	SÃO G. DO RIO ABAIXO
33	3162922	SÃO J. DE BICAS
34	3165537	SARZEDO