

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Estatística

Mylena Dias de Queiroz

**ANÁLISE DA TAXA DE ABANDONO ESCOLAR E FATORES ASSOCIADOS NA
REDE ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO DE MINAS GERAIS: AVALIAÇÃO PRÉ E
PÓS-PANDEMIA DE COVID-19**

Belo Horizonte

2023

Mylena Dias de Queiroz

**ANÁLISE DA TAXA DE ABANDONO ESCOLAR E FATORES ASSOCIADOS NA
REDE ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO DE MINAS GERAIS: AVALIAÇÃO PRÉ E
PÓS-PANDEMIA DE COVID-19**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Estatística da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para a obtenção do título de Especialista em Estatística com ênfase em Estatística Aplicada.

Orientadora: Profa. Dra. Jussiane Nader Gonçalves

Belo Horizonte

2023

| | |
|-----|--|
| Q3a | <p>Queiroz, Mylena Dias de.</p> <p>Análise da taxa de abandono escolar e fatores associados na Rede Estadual de Ensino Médio de Minas Gerais: avaliação pré e pós-pandemia de COVID-19 [recurso eletrônico] / Mylena Dias de Queiroz – 2023. 1 recurso online (39 f. il., color.) : pdf.</p> <p>Orientadora: Jussiane Nader Gonçalves</p> <p>Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística. Referências: f. 35-38</p> <p>1. Estatística. 2. Distribuição (Teoria da Probabilidade). 3. Evasão escolar no ensino médio – Minas Gerais. 4. COVID-19 (Doença) - Aspectos educacionais. I. Gonçalves, Jussiane Nader. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Estatística. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 519.2(043)</p> |
|-----|--|



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Estatística
Programa de Pós-Graduação / Especialização
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
31270-901 – Belo Horizonte – MG

E-mail: pgest@ufmg.br
Tel: 3409-5923 – FAX: 3409-5924

ATA DO 323^a. TRABALHO DE FIM DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA DE MYLENA DIAS DE QUEIROZ.

Aos quinze dias do mês de dezembro de 2023, às 09:00 horas, com utilização de recursos de videoconferência a distância, reuniram-se os professores abaixo relacionados, formando a Comissão Examinadora homologada pela Comissão do Curso de Especialização em Estatística, para julgar a apresentação do trabalho de fim de curso da aluna **Mylena Dias de Queiroz**, intitulado: “Análise da Taxa de Abandono Escolar e Fatores Associados na Rede Estadual de Ensino Médio de Minas Gerais: Avaliação Pré e Pós-Pandemia de Covid-19”, como requisito para obtenção do Grau de Especialista em Estatística. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Jussiane Nader Gonçalves – Orientadora, após dar conhecimento aos presentes do teor das normas regulamentares, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Após a defesa, os membros da banca examinadora reuniram-se sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foi atribuída a seguinte indicação: a candidata foi considerada Aprovada condicional às modificações sugeridas pela banca examinadora no prazo de 30 dias a partir da data de hoje por unanimidade. O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente Ata, que será assinada por todos os membros participantes da banca examinadora. Belo Horizonte, 15 de dezembro de 2023.

Documento assinado digitalmente

gov.br

JUSSIANE NADER GONCALVES
Data: 27/12/2023 10:37:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Jussiane Nader Gonçalves (Orientadora)
DEST/UFMG

Documento assinado digitalmente

gov.br

URIEL MOREIRA SILVA
Data: 15/12/2023 17:25:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Uriel Moreira Silva
DEST/UFMG

Agradecimentos

Agradeço à Deus pela saúde, pelos recomeços e por todas as oportunidades que me foram concedidas em minha vida pessoal, acadêmica e profissional. Mamãe, Papai e Memé, obrigada por existirem, pelo amor e por todo o apoio de cada dia. Ao Hugo, agradeço pelo amor e por escolher fazer parte da minha caminhada. Agradeço meus professores da Especialização, principalmente, Jussiane pela orientação, cuidado, disponibilidade e atenção de sempre. Aos meus colegas da Especialização, agradeço pela convivência, em especial, Maria, minha dupla dos trabalhos e companheira de sábado presencial no ICEX. Agradeço ainda o contato que tive com a temática da educação no meu primeiro estágio que, até hoje, faz brilhar meus olhos e acreditar no poder de transformação que ela tem no coletivo e na vida de cada um de nós.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo central verificar a influência de características da escola na ocorrência do abandono escolar no ensino médio na rede estadual de Minas Gerais no cenário antes e após a pandemia de COVID-19, ou seja, em 2019 e em 2022. Para isto, os dados coletados advêm do Censo Escolar fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira do Ministério da Educação (INEP/MEC). A previsão da taxa de abandono escolar foi realizada por meio da classe de modelos GAMLSS (Generalized Additive Models for Location, Scale and Shape), considerando estudo de validação cruzada com 70% dados para treinamento e 30% para validação/teste. Após análise de resíduos, validação cruzada e cálculo de medidas de verificação da capacidade de estimação, o modelo final selecionado foi o com distribuição de probabilidade Beta. Os resultados evidenciaram que o ano de 2022, maior atraso escolar e média de alunos por turma mais elevada contribuem para o aumento da razão de chances em abandonar comparado à situação de permanência entre os estudantes do ensino médio da rede estadual mineira. Compreender tais fatores escolares que influem sobre o problema em questão é fundamental para que a ação governamental possa ser direcionada para estes espaços, a fim de garantir a permanência do estudante na escola e, de fato, a efetivação do direito à educação, principalmente, após o período pandêmico, no qual foram reforçadas desigualdades regionais, sociais, estruturais, de acesso, entre outras.

Palavras-chave: abandono escolar; Regressão Beta; COVID-19

ABSTRACT

This study aims to verify the influence of school characteristics on high school dropout rates in the state education system of Minas Gerais, both before and after the COVID-19 pandemic, in 2019 and 2022. The data collected are derived from the School Census provided by the National Institute for Educational Studies and Research Anísio Teixeira of the Ministry of Education (INEP/MEC). The prediction of the school dropout rate was carried out using the GAMLSS (Generalized Additive Models for Location, Scale and Shape) class of models, considering a cross-validation study with 70% data for training and 30% for validation/testing. After residual analysis, validation and calculation of testability verification measures, the final model selected was the one with Beta probability distribution. The results revealed that the year 2022, increased school delays, and higher average students per class contribute to an increased odds ratio of dropout compared to the situation of remaining among high school students in the state education system of Minas Gerais. Understanding these school-related factors influencing the issue is essential for directing government action to these areas, ensuring students' retention in school and the realization of the right to education, especially after the pandemic period, during which regional, social, structural, and access inequalities were reinforced, among others.

Keywords: school dropout; Beta Regression; COVID-19

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Histograma da taxa de abandono por ano..... | 21 |
| Figura 2 – Taxa de abandono por ano e por localização..... | 22 |
| Figura 3 – Taxa de abandono e taxa de distorção idade-série por ano..... | 23 |
| Figura 4 – Taxa de abandono e média de alunos por turma por ano..... | 23 |
| Figura 5 – Taxa de abandono e média de horas-aula diária por ano..... | 24 |
| Figura 6 – Envelopes com os resíduos da regressão Beta..... | 26 |
| Figura 7 – Envelopes com os resíduos da regressão Gama..... | 27 |
| Figura 8 – Valor estimado x Valor observado da regressão Beta..... | 28 |
| Figura 9 – Valor estimado x Valor observado da regressão Gama..... | 29 |
| Figura 10 – Envelopes com os resíduos da regressão com distribuição Normal..... | 39 |
| Figura 11 – Envelopes com os resíduos da regressão com distribuição Inversa Gaussiana..... | 39 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Processo de transformação da base inicial para composição de base final para ajuste do modelo..... | 15 |
| Quadro 2 – Variáveis do modelo..... | 16 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Estatísticas descritivas..... | 21 |
| Tabela 2 – Modelo final com distribuição Beta..... | 25 |
| Tabela 3 – Medidas de comparação da capacidade de estimação dos modelos por distribuição..... | 29 |

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. DADOS E MÉTODOS | 15 |
| 2.1 Banco de dados | 15 |
| 2.2 Métodos | 17 |
| 3. RESULTADOS | 20 |
| 3.1 Análise descritiva | 20 |
| 3.2 Ajuste do modelo..... | 25 |
| 3.3 Validação cruzada..... | 28 |
| 3.4 Modelo final..... | 30 |
| 4. CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |
| APÊNDICE A - Análise de resíduos de modelos testados | 39 |

1. INTRODUÇÃO

O abandono escolar se configura como a situação em que o aluno deixa de frequentar a escola antes do término do ano letivo, sem formalizar sua transferência, enquanto o fenômeno da evasão se caracteriza pela não efetivação da matrícula do aluno no ano letivo seguinte (KLEIN, 2003; INEP, 2004). O abandono, portanto, pode ou não anteceder a evasão escolar que é quando o estudante sai, de fato, do sistema e não se matricula no ano seguinte.

O problema do abandono escolar pode impactar o aprendizado, a qualidade educacional, o cumprimento de uma trajetória regular pelo estudante, a permanência deste no sistema educacional e, em última instância, pode comprometer a efetivação do direito à educação. Em relação a esse último, tal direito se encontra previsto em legislações brasileiras (BRASIL, 1988, 1996) e em compromissos internacionais, como a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente, o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 4, o qual visa “Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos” (ONU, 2023).

Segundo a literatura, alguns fatores são considerados como preditores deste fenômeno e estes envolvem características escolares, individuais e familiares/socioeconômicas. Em relação ao ensino médio, pior infraestrutura das escolas (FELÍCIO, 2011; FERNANDES, 2011), ser do sexo masculino, ter um histórico prévio de baixo desempenho, de reprovação e de abandono (FERNANDES, 2011; CASTELAR; MONTEIRO; LAVOR, 2012; SOARES *et al*, 2015; FRANCESCHINI, 2015), situações especiais, como gravidez (principalmente no caso das meninas) (SOARES *et al*, 2015; FRANCESCHINI, 2015), possuir baixo nível socioeconômico, baixa escolaridade da mãe e/ou do pai (SOARES *et al*, 2015), trabalhar para auxiliar a família na complementação de renda e/ou porque desejam independência financeira (NERI *et al*, 2009; FRANCESCHINI, 2015; SOARES *et al*, 2015), constituem-se como pontos importantes apontados pela literatura na análise da ocorrência do abandono escolar.

Sobre o explicitado acima, tais estudos pontuaram as conclusões dispostas, por meio da utilização de abordagens quantitativas, como modelos de regressão de risco proporcional de Cox, modelo logito, regressão linear múltipla, modelo econométrico Probit ordenado (CASTELAR; MONTEIRO; LAVOR, 2012; SOARES *et al*, 2015, SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019) e abordagens qualitativas, como formação de grupos focais e realização de entrevistas (FRANCESCHINI, 2015).

No âmbito nacional, o comportamento do abandono escolar no ensino médio evidencia um aumento de 2019 para 2022. A taxa de abandono incluindo todas as dependências administrativas (municipal, estadual, federal e privada), escolas urbanas e rurais, nesta etapa de ensino, passou de 4,8% (2019) pra 5,7% (2022). Na região Sudeste, este valor apenas para a rede pública de ensino aumentou de 4% (2019) para 5% (2022). Além disso, entre os estados desta região do Brasil, Minas Gerais era o segundo estado com maior taxa de abandono da rede estadual no ensino médio, de maneira que o Rio de Janeiro era o detentor da maior taxa de abandono nesta etapa de ensino em 2019 (7,4%), seguido por Minas Gerais (5,3%), São Paulo (2,5%) e Espírito Santo (2,3%). Em 2022, o cenário mudou, de forma que Minas Gerais apresentou a maior taxa dentre os demais estados do Sudeste para o ensino médio na rede estadual (7,8%), seguido por Rio de Janeiro (6,5%), São Paulo (4%), Espírito Santo (2%). Vale ressaltar o aumento das taxas em Minas Gerais e em São Paulo e a diminuição destas em Espírito Santo e em Rio de Janeiro (INEP, 2023).

O período entre 2020 e 2021, foi marcado pela ocorrência da pandemia de COVID-19, a qual se configurou como uma crise global sanitária e econômica que impactou diversas esferas da vida social, dentre elas, a da educação. Esta foi anunciada em 11 de março de 2020 pela Organização Mundial de Saúde (OMS), enquanto o retorno das atividades presenciais da rede estadual de Minas Gerais juntamente com a manutenção das medidas sanitárias (distanciamento, uso de máscara, entre outros) só ocorreu em 07 de fevereiro de 2022, em decorrência da melhoria do cenário epidemiológico mundial e brasileiro, bem como devido ao avanço do processo de vacinação (MINAS GERAIS, 2022).

Especificamente neste período, foi adotado o Regime Especial de Atividades Não Presenciais (REANP) para a rede estadual mineira que instituiu algumas

estratégias que objetivavam propiciar o cumprimento de carga horária mínima exigida, tais como: os Planos de Estudos Tutorados (PETs), as teleaulas do programa Se Liga na Educação, o aplicativo Conexão Escola e o site Estude em Casa (MINAS GERAIS, 2020; QUEIROZ, 2022). Ao final do período de regime remoto e híbrido que compreendeu 2020 e 2021, em Minas Gerais, observou-se o impacto da pandemia em algumas etapas de ensino evidenciado, dentre outros aspectos, pela queda de proficiências em avaliações educacionais, principalmente, em escolas com menor nível socioeconômico, rurais e municipais (QUEIROZ, 2022). Desta forma, estudos que envolvam a análise do período de pandemia são fundamentais na medida em que investigam os efeitos desta no acesso, desempenho e permanência do estudante no sistema educacional, principalmente, considerando a desigualdade já existente de acesso dos alunos a recursos financeiros, culturais, tecnológicos, infraestruturais, psicológicos e/ou emocionais (FERREIRA; COSTA, 2020).

Neste sentido, considerando os efeitos da pandemia de COVID-19 que se traduziu em um contexto em que se exigiu maior autonomia do estudante e maior apoio da família no processo de ensino remoto, a ação governamental se faz necessária no enfrentamento deste problema, haja vista o papel que o governo exerce, por meio de políticas públicas, no sentido de diminuir a estratificação educacional no Brasil, isto é, diminuir o peso da influência de características familiares e sociais, como o sexo, a etnia, a classe e o local de moradia do aluno em sua trajetória escolar (RIANI; RIOS-NETO, 2008; TARABINI, 2020 *apud* QUEIROZ, 2022). Tal ação pode ocorrer, dentre outras, no âmbito escolar que configura como espaço direto de atuação governamental.

Logo, o objetivo geral do presente trabalho consiste em estudar a influência de características da escola na taxa de abandono escolar no ensino médio da rede estadual de Minas Gerais em 2019 e 2022. Para tal, serão avaliados modelos de regressão da classe GAMLSS, o qual corresponde a uma classe vasta em distribuições de probabilidade, a fim de identificar e estabelecer a relação entre a taxa de abandono no contexto delimitado e fatores escolares associados. Somado ao já exposto, este estudo visa ainda contribuir nas discussões da área considerando o contexto pré e pós-pandêmico e gerar informações que possam subsidiar a

elaboração, implementação, monitoramento e avaliação de políticas públicas capazes de promover mudanças na realidade da educação mineira.

2. DADOS E MÉTODOS

2.1 Banco de dados

Visando entender o fenômeno objeto deste trabalho, foi realizada a coleta de variáveis, conforme constante na bibliografia da área, para verificar a relação existente entre elas e o abandono no contexto delimitado.

A unidade de análise do presente estudo é a escola, a fonte dos dados é o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira do Ministério da Educação (INEP/MEC) e a variável resposta é a taxa de abandono escolar do ensino médio da rede estadual.

A base de dados inicial contou com 4.692 observações, as quais se referem ao número de escolas estaduais de Minas Gerais que ofertavam ensino médio em 2019 e 2022. Considerando a existência de escolas com taxa de abandono zero e a condição imposta para a utilização da regressão com distribuição de probabilidade Beta a serem melhor detalhados na seção 2.2, foram excluídas todas as escolas com taxa de abandono igual a zero, de maneira que se mantiveram apenas as escolas com taxa de abandono diferente de zero com resultados nos dois anos analisados. Por fim, foi sorteada uma amostra aleatória de 70% dos dados para que, posteriormente, seja efetuada a validação cruzada acarretando, portanto, em uma base final para realização do ajuste composta por 2642 observações. Desta maneira, a base com os 30% restante dos dados reais contou com 1132 observações.

Quadro 1 – Processo de transformação da base inicial para composição de base final para ajuste do modelo

| Base de dados/ano | Inicial | | | Ajustada | | | Final (70% dos dados) | | |
|-----------------------|---------|------|-------|----------|------|-------|-----------------------|------|-------|
| | 2019 | 2022 | Total | 2019 | 2022 | Total | 2019 | 2022 | Total |
| Número de observações | 2346 | 2346 | 4692 | 1887 | 1887 | 3774 | 1321 | 1321 | 2642 |

Fonte: Elaboração própria (2023).

No que diz respeito às variáveis selecionadas para o estudo, estas se encontram no quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Variáveis do modelo

| Variáveis | Nome das variáveis | Classificação | Fonte dos dados |
|--------------|-------------------------------|---------------|-----------------|
| Resposta | Taxa de abandono | Contínua | INEP/2019/2022 |
| Explicativas | Ano | Categórica | |
| | Taxa de distorção idade-série | Contínua | |
| | Média de alunos por turma | Contínua | |

Fonte: Elaboração própria (2023).

Alguns indicadores se configuram como autoexplicativos, tais como: ano e média de alunos por turma. Entretanto, faz-se necessário descrever dois deles: a taxa de abandono e a taxa de distorção idade-série. O primeiro mensura o percentual de alunos que deixaram de frequentar a escola antes do fim do ano letivo (INEP, 2022). Já o segundo, consiste no percentual de alunos, em cada ano/série, com idade superior à recomendada, isto é, os que têm uma idade de dois anos ou mais acima do que seria esperado para o ano em que estão matriculados (INEP, 2004). No caso do ensino médio e considerando que a educação básica obrigatória compreende dos 4 aos 17 anos de idade, destaca-se que a expectativa é que o aluno frequente e conclua o ensino médio entre 15 e 17 anos (SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019).

Vale ressaltar ainda 6 (seis) indicadores que passaram pelo processo de análise e/ou teste juntamente com os que compõem o presente estudo, porém, devido a alguns fatores, acabaram não integrando o modelo final. Um deles é o indicador de Nível Socioeconômico (INSE), o qual, segundo a literatura, é dotado de elevada relevância para explicação de vários fenômenos sociais inclusive no campo da educação e, especificamente, no que diz respeito ao abandono escolar (SOARES T. et al, 2015; SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019). Este não foi utilizado, uma vez que não há dados disponíveis para o ano de 2022, assim como, no caso das notas em língua portuguesa e matemática do ensino médio no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Os dois acima descritos representam mais a dimensão individual/familiar dos alunos, enquanto os 4 (quatro) indicadores a seguir já são relativos à escola. O primeiro deles que integrou a análise descritiva, porém não compôs o modelo final, é a localização que assume as categorias Urbana ou Rural. Esta acabou não se configurando como significativa nos modelos testados. Outro indicador que representa

a dimensão da qualidade do professor é a Inadequação da Formação Docente, o qual não se apresentou significativo nos modelos testados e consiste no percentual de professores que lecionam para o ensino médio sem curso superior completo. Esperava-se que quanto maior a Inadequação da Formação Docente indicando, portanto, uma menor qualificação do corpo docente, maior tenderia ser a chance de ocorrência do abandono.

O outro indicador é o Índice de Complexidade da Gestão, o qual capta as características das escolas nos quesitos: porte da escola em termos de número de matrículas, número de turnos de funcionamento, complexidade das etapas ofertadas pela escola e número de etapas/modalidades oferecidas (INEP, 2014). Este índice evidencia que as categorias mais elevadas indicariam maior complexidade da gestão, o que, no entanto, também não se mostrou significativo nos testes realizados. Para a literatura da área, quanto maior a complexidade de gestão de uma escola, maior seriam os desafios em manter os estudantes na escola devido à necessidade de arranjos institucionais mais complexos capazes de promover uma organização adequada das grades curriculares (SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019) sendo mais difícil ainda, por exemplo, promover um acompanhamento mais individualizado junto ao aluno. Por fim, a média de horas-aula diária também, a qual não foi incluída devido ao seu resultado não esperado no modelo proposto, o que será melhor detalhado na seção 3.1.

2.2 Métodos

No âmbito da descrição dos dados da base estudada, foram utilizadas tabelas e representações gráficas, tais como, histograma, box-plot e gráficos de dispersão, entre a variável resposta, taxa de abandono, e cada uma das variáveis explicativas nos dois anos selecionados, 2019 e 2022, conforme consta na seção 3.1. Tal etapa propiciou o estudo da relação inicial entre as variáveis permitindo, a partir destas, a seleção do modelo mais adequado em termos da interpretação dos resultados e da correspondência entre estes e o que aponta a literatura da área de educação.

Na etapa de modelagem da base de dados já ajustada conforme disposto na seção 2.1, optou-se pela realização de testes com modelos mais flexíveis da classe dos Modelos Lineares Generalizados (GLM), tais como: Gama, Normal e Inversa Gaussiana e, também, modelos com distribuição de probabilidade Beta da família GAMLSS. Destaca-se que as duas classes de modelos – GLM e GAMLSS – permitem a utilização de outras distribuições para a variável resposta e resíduos quando a distribuição Normal não é a mais adequada, conforme será exposto ao longo deste trabalho. Vale ressaltar ainda que estas incorporam diferentes funções de ligação entre a média da variável resposta e o preditor linear, não se restringindo apenas à função identidade, mas incluindo função de ligação Log, função de ligação Logit, entre outras.

Diante disso, para explicar a taxa de abandono do ensino médio da rede estadual de Minas Gerais, considerando que essa variável se configura como contínua e assume valores no intervalo (0,1), o modelo de regressão final que obteve o ajuste mais adequado, ainda a ser detalhado na seção 3, foi a regressão que detém a distribuição de probabilidades Beta. Foi possível, portanto, utilizar a função de ligação Logit que consiste na função logaritmo da razão de chances (odds ratio), conforme consta abaixo:

$$\text{logit}(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$$

Onde μ representa o valor esperado da taxa de abandono.

O modelo foi ajustado com 70% dos dados para que fosse possível realizar a validação cruzada entre os resultados encontrados e os 30% dos dados reais observados restantes.

Vale acrescentar que o processo de estimação dos parâmetros, portanto, aconteceu por meio do método da máxima verossimilhança. Tal método consiste em obter a estimativa mais verossímil dentro de uma amostra, ou seja, aquele que maximiza a probabilidade de determinada amostra ocorrer, para um parâmetro populacional desconhecido (SOUSA, 2018).

Para análise de qualidade do modelo, foram analisados os resíduos por meio da elaboração de Figuras de envelope simulado, os quais se baseiam em um Gráfico quantil (QQ-Plot), em que são dispostos os quantis teóricos e amostrais, de tal forma que, se ambos forem identicamente distribuídos, espera-se visualizar um padrão linear dos pontos (FERNANDES, 2019). Tal visualização visa verificar se os resíduos do modelo se encontram dentro das faixas de confiança construídas, o que indicaria um ajuste adequado do modelo.

Visando ainda analisar a capacidade de estimação do modelo final selecionado, foi realizada a validação cruzada por meio dos coeficientes encontrados pelo modelo ajustado com 70% dos dados e os dados reais que representavam 30% da base. Para isso, foram elaborados Figuras com os valores ajustados e observados e calculadas algumas medidas, tais como: Erro Quadrático Médio (EQM), Erro Absoluto Médio (EAM), Erro Quadrático Médio Relativo (EQMR), as quais propiciaram a comparação dos resultados entre os modelos ajustados.

Para tratamento dos dados coletados bem como para a modelagem, análise da qualidade do ajuste e da capacidade de estimação do modelo, foram utilizados o Microsoft Excel e o software livre R versão 4.2.2, com o auxílio das funções do pacote base e também dos pacotes `esquise`, `ggplot2`, `hnp`, `gamlss`, `qqplotr`.

3. RESULTADOS

3.1 Análise descritiva

Realizou-se a análise descritiva, por meio de tabelas e Figuras abaixo, objetivando entender o conjunto de dados total para seleção posterior de modelo que explique a taxa de abandono das escolas estaduais mineiras que ofertam ensino médio em 2019 e 2022.

A tabela 1 a seguir contém as estatísticas descritivas das variáveis que integram o presente estudo, com exceção do ano, uma vez que este se configura como uma variável categórica assumindo apenas duas categorias, 2019 e 2022, de maneira que há 2346 escolas em cada um destes anos, conforme disposto no quadro 1. A partir desta tabela, pode-se perceber que 75% das escolas estaduais detêm até 9% de taxa de abandono no ensino médio, enquanto 25% destas escolas apresentam entre 9% e 50% desta taxa. Além disso, este indicador é o que detém maior variabilidade em relação à média, haja vista maior coeficiente de variação. Nota-se, também, um desvio padrão maior na variável taxa de distorção idade-série e segundo maior coeficiente de variação. Somado ao já descrito, a variável média de alunos por turma indica que, em média, há 26 alunos em turmas do ensino médio nas escolas da rede estadual de Minas Gerais. Vale ponderar que não existe um consenso na literatura da área e nem há disposição específica na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional sobre qual seria o quantitativo recomendado de estudantes nas turmas de ensino médio, contudo há alguns Projetos de Lei que propõem a fixação em 30 ou 35 estudantes por turma nesta etapa final da educação básica (BRASIL, 2023).

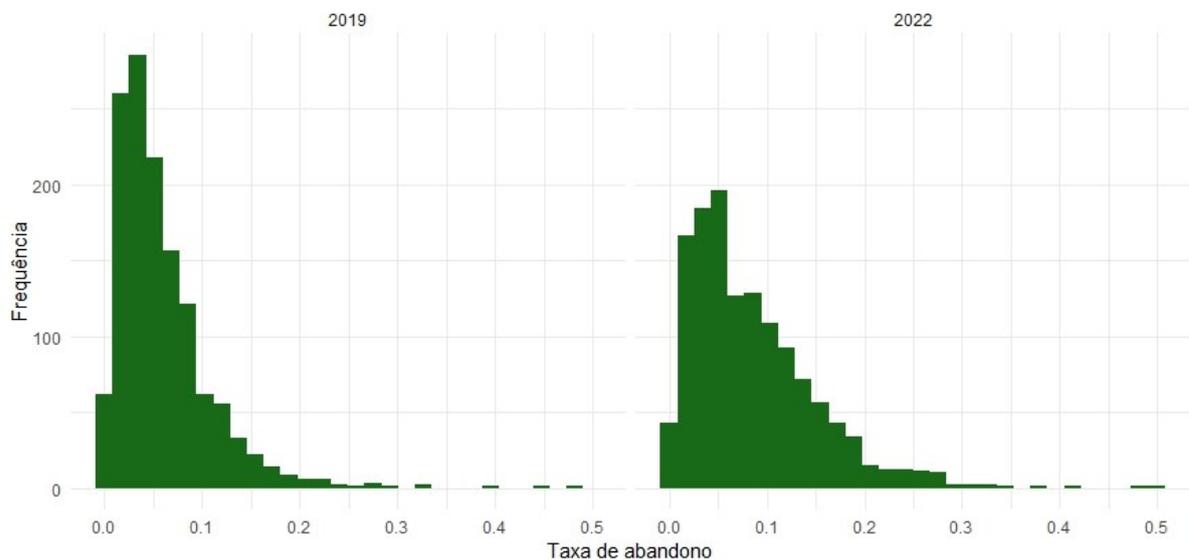
Tabela 1 – Estatísticas descritivas

| Variáveis | Mínimo | 1º quartil | Mediana | Média | 3º quartil | Máximo | Desvio padrão | Coefficiente de Variação |
|-------------------------------|--------|------------|---------|-------|------------|--------|---------------|--------------------------|
| Taxa de abandono | 0 | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,5 | 0,06 | 95,15 |
| Taxa de distorção idade-série | 0 | 15,1 | 21,1 | 22,57 | 28,3 | 100 | 10,82 | 47,95 |
| Média de alunos por turma | 1,5 | 22 | 27,4 | 26,49 | 31,8 | 44 | 7,18 | 27,09 |

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2023).

A Figura 1 evidencia a distribuição assimétrica com concentração à esquerda da variável resposta com grande número de escolas detentoras de taxa de abandono do ensino médio entre 0,0 e 0,1. Observa-se, no entanto, uma menor assimetria discreta da distribuição das taxas de abandono no ano de 2022 comparada à distribuição de 2019.

Figura 1 – Histograma da taxa de abandono por ano

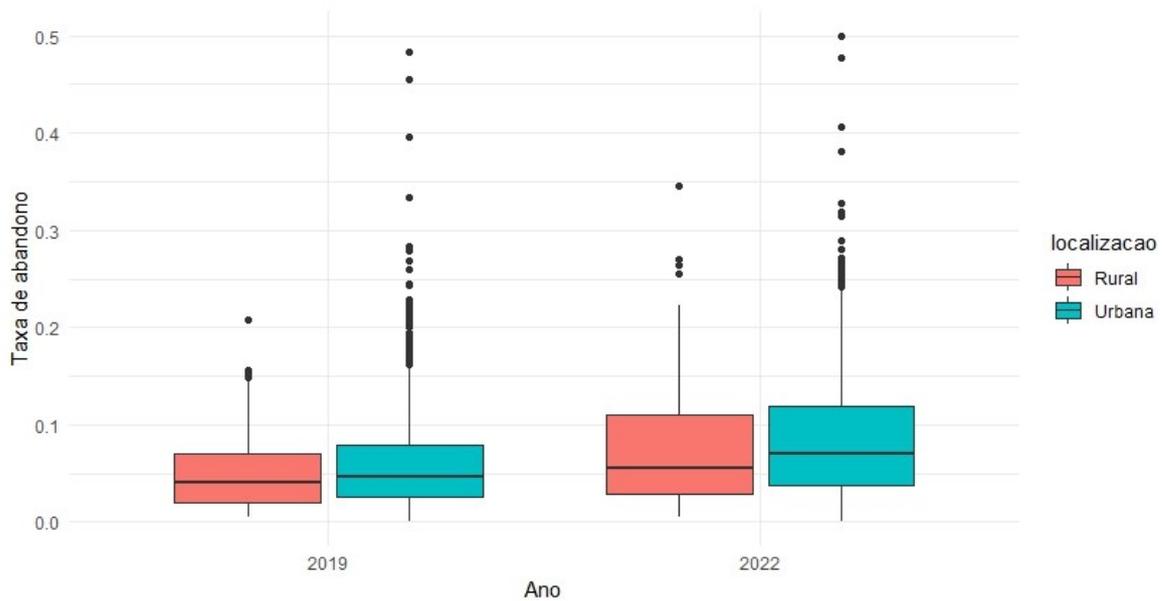


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2023).

A Figura 2 ilustra o comportamento da variável resposta, a taxa de abandono por ano e por localização, evidenciando uma maior dispersão e assimetria nos dados de 2022. Observa-se ainda que a mediana se encontra levemente mais elevada nos

dados deste mesmo ano. Já em relação às escolas urbanas, nos dois anos, a mediana se encontra discretamente acima da mediana das escolas rurais, além de os dados se encontrarem mais dispersos sendo válido ressaltar, no entanto, que a grande maioria das escolas estaduais com ensino médio em Minas Gerais é urbana, de modo que, em cada ano, 180 são rurais e 2.166 são urbanas.

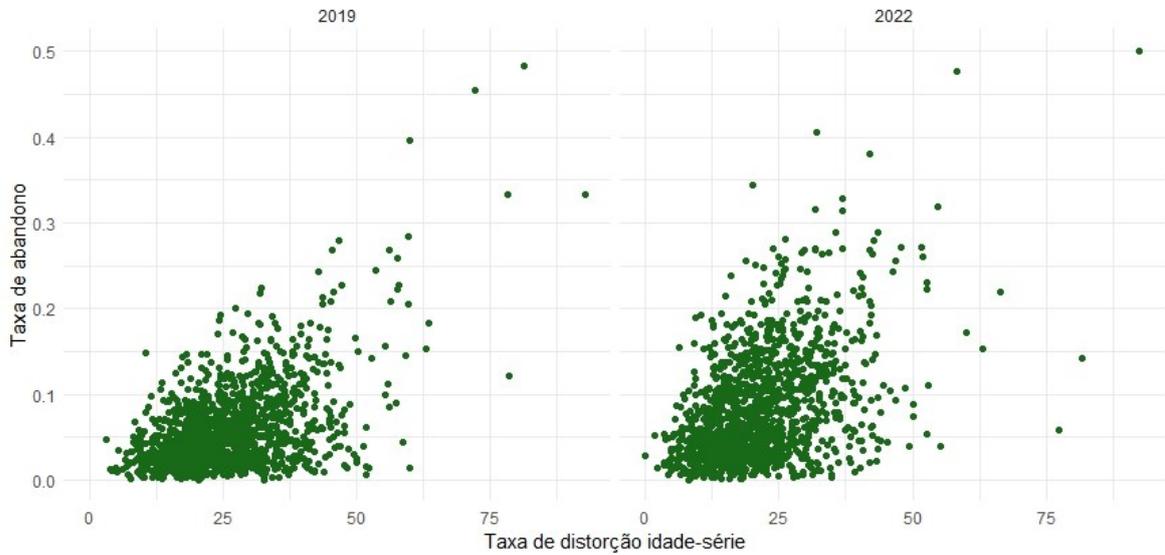
Figura 2 – Taxa de abandono por ano e por localização



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2023).

Em seguida, a Figura 3 apresenta a relação entre a taxa de distorção idade-série e a taxa de abandono nos dois anos estudados. Pode-se perceber que há uma relação crescente entre as duas variáveis, de modo que, escolas com alunos com idades superiores a dois anos ao esperado para seu ano/série, isto é, com maior atraso escolar no ensino médio, estão associadas a maiores taxas de abandono nesta etapa de ensino.

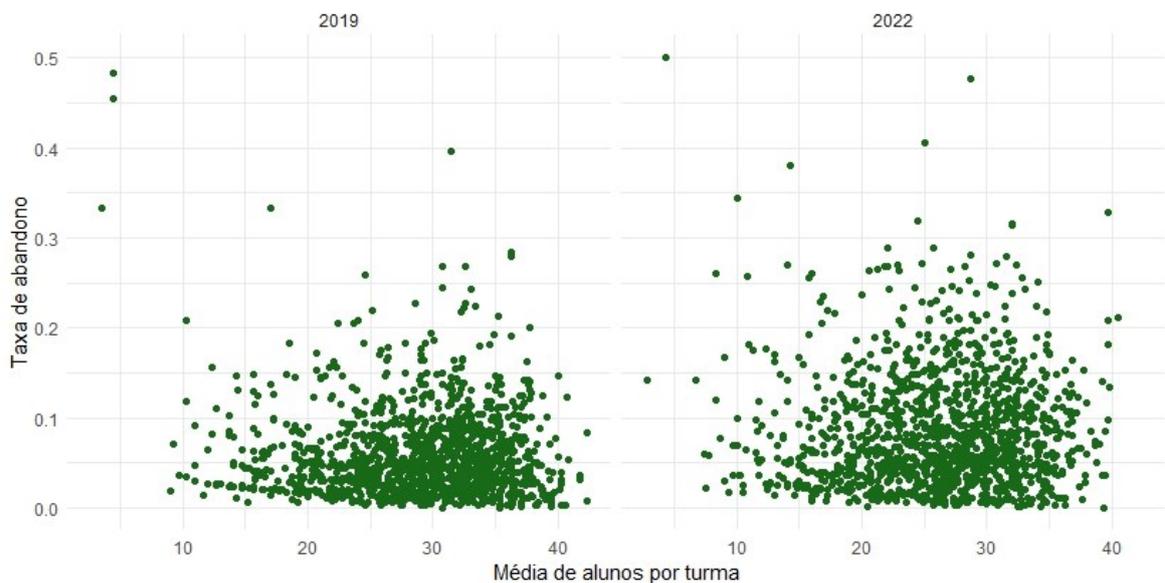
Figura 3 – Taxa de abandono e taxa de distorção idade-série por ano



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2023).

A Figura 4 com a última variável selecionada para compor o modelo do presente trabalho se encontra abaixo. Esta não aparenta apresentar uma relação muito bem definida entre taxa de abandono e média de alunos por turma. Observa-se, no entanto, um espalhamento maior dos dados no ano de 2022.

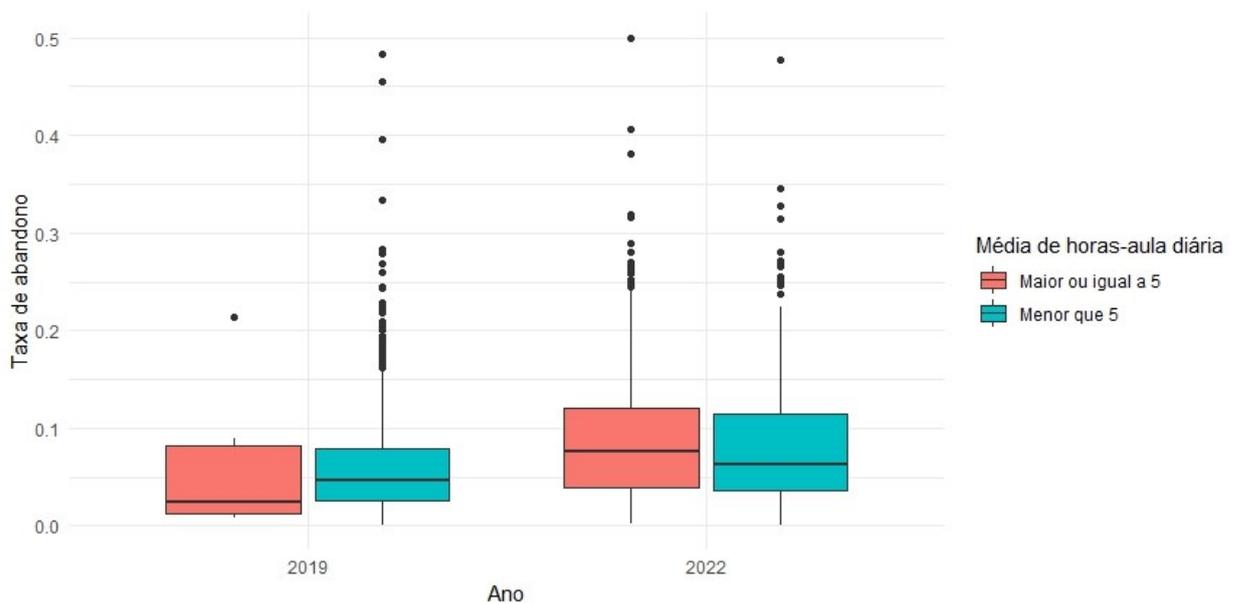
Figura 4 – Taxa de abandono e média de alunos por turma por ano



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2023).

Por fim, vale destacar a Figura 5 de uma das variáveis que não foi incluída no modelo por apresentar um comportamento diferente do que se espera conforme apontado na literatura da área. Os dados evidenciam que, no ano de 2022, as medianas aumentaram nas escolas com menores e maiores médias de horas-aula diária, entretanto, observa-se que em 2022, a relação muda comparando com 2019 no sentido de a mediana das escolas com maiores média de horas-aula diária estar mais elevada que das escolas com menores médias. O que se encontra na literatura é o contrário, ou seja, quanto mais tempo o aluno passa na escola e, portanto, o ensino integral, está associado a menores taxas de abandono (FELÍCIO, 2011; FERNANDES, 2011. SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019). Diante disso e do resultado desta variável nos modelos testados, esta não foi incluída no modelo final cabendo maiores investigações posteriores acerca deste resultado, principalmente, considerando possíveis efeitos da pandemia de COVID-19 na mudança desta relação de 2019 para 2022.

Figura 5 – Taxa de abandono e média de horas-aula diária por ano



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2023).

A partir da análise descritiva constante na presente seção e considerando o exposto na seção 2, foram realizados ajustes de alguns modelos, o que será explicitado a seguir.

3.2 Ajuste do modelo

A partir da análise descritiva, foram testados alguns modelos lineares generalizáveis, os quais permitem a modelagem de variáveis cuja distribuição de probabilidade pertença à família exponencial (FERNANDES, 2019), tais como: Gama, Normal e Inversa Gaussiana. Entretanto, os resultados das duas últimas se mostraram bem inadequados no âmbito da análise de resíduos (Apêndice A). Em relação à Gama, esta foi utilizada para comparação com o modelo final selecionado, no qual, por sua vez, foi utilizada a distribuição Beta.

A seguir constam os resultados das variáveis que compuseram o modelo final ajustado com 70% dos dados. Pode-se observar que todas estas foram significativas ao nível de significância de 1%, conforme valor-p apresentado em cada uma delas.

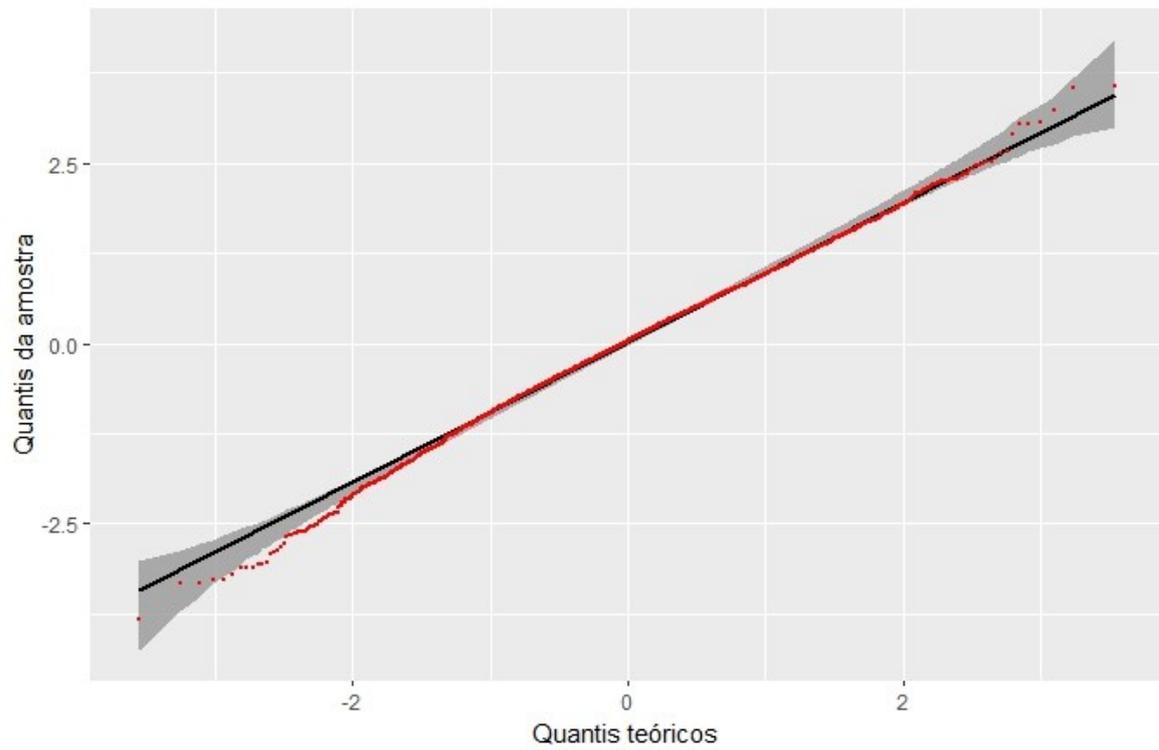
Tabela 2 – Modelo final com distribuição Beta

| Parâmetros | Estimate | Std. Error | t value | p-valor |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|
| Intercepto | -3,691 | 0,079 | -46,812 | < 0,001 |
| Ano (2022) | 0,444 | 0,028 | 16,159 | < 0,001 |
| Taxa de distorção idade-série | 0,028 | 0,001 | 24,241 | < 0,001 |
| Média de alunos por turma | 0,007 | 0,002 | 3,513 | 0,0005 |

Fonte: Elaboração própria (2023).

De acordo com os resultados do modelo, fez-se necessário verificar a qualidade do ajuste realizado por meio da análise de resíduos. Desta maneira, a seguir tem-se o gráfico de envelopes com os resíduos, de modo que os pontos em vermelho, em sua maioria, encontram-se dentro da faixa de confiança e/ou sobrepondo a região da reta em preto indicando que o ajuste é, de certo modo, adequado considerando que este é um conjunto de dados real e comparando com os demais ajustes encontrados (Figura 7 e Apêndice A).

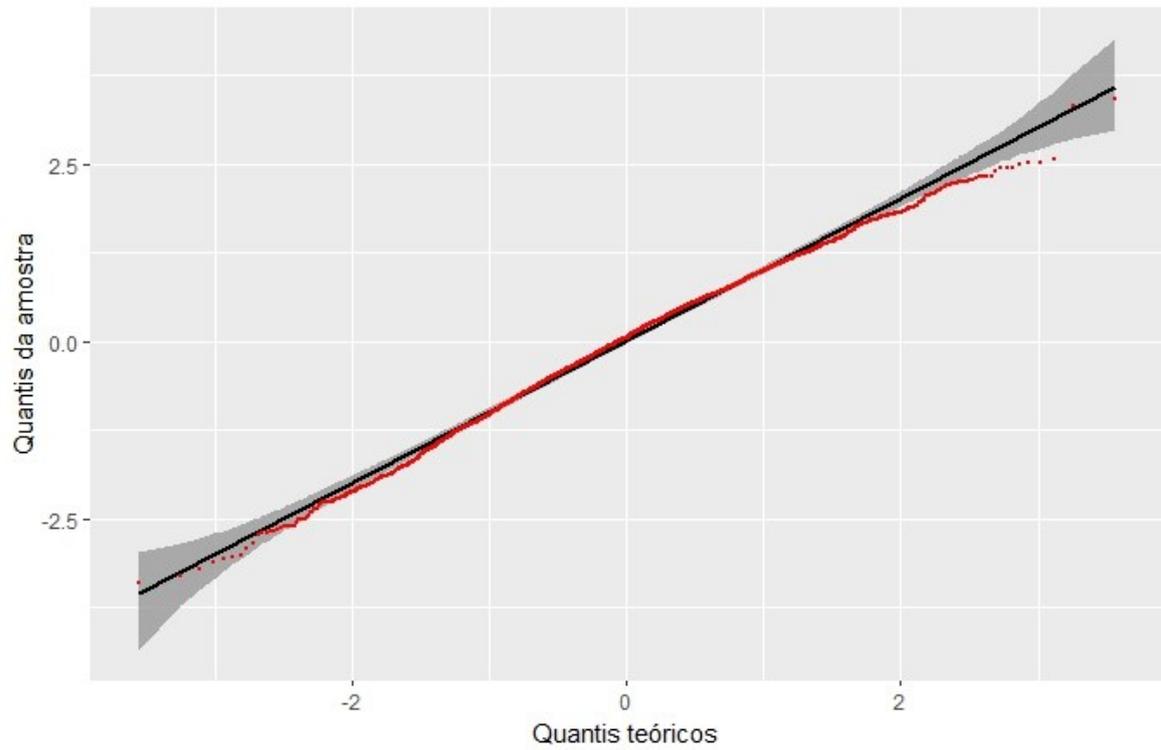
Figura 6 – Envelopes com os resíduos da regressão Beta



Fonte: Elaboração própria (2023).

Em seguida, foi elaborada a Figura 7 com os resíduos do modelo com distribuição Gama, o qual já evidencia uma quantidade maior de pontos fora dos envelopes.

Figura 7 – Envelopes com os resíduos da regressão Gama



Fonte: Elaboração própria (2023).

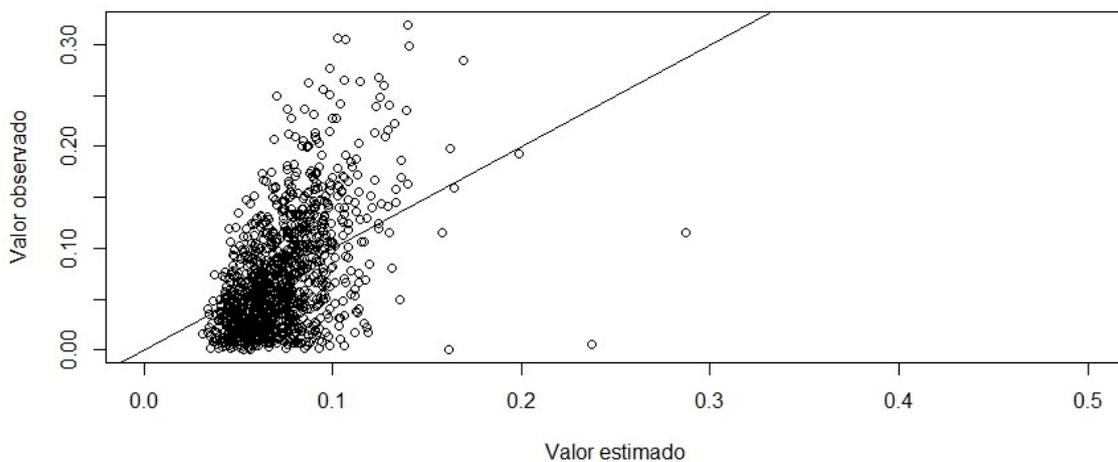
Diante do explicitado, a próxima seção objetiva comparar os resultados estimados a partir de 70% do banco de dados original e o restante de 30% dos dados observados, o que será efetuado, por meio do processo de validação cruzada.

3.3 Validação cruzada

A etapa de validação cruzada objetivou se configurar como uma maneira de medir a capacidade de estimação do modelo ajustado com 70% do banco de dados. Apesar de a regressão com distribuição Beta apresentar melhores resultados em termos da análise de resíduos, conforme exposto na seção 3.2, vale destacar a comparação entre a regressão Beta e Gama, por meio dos dois Figuras a seguir.

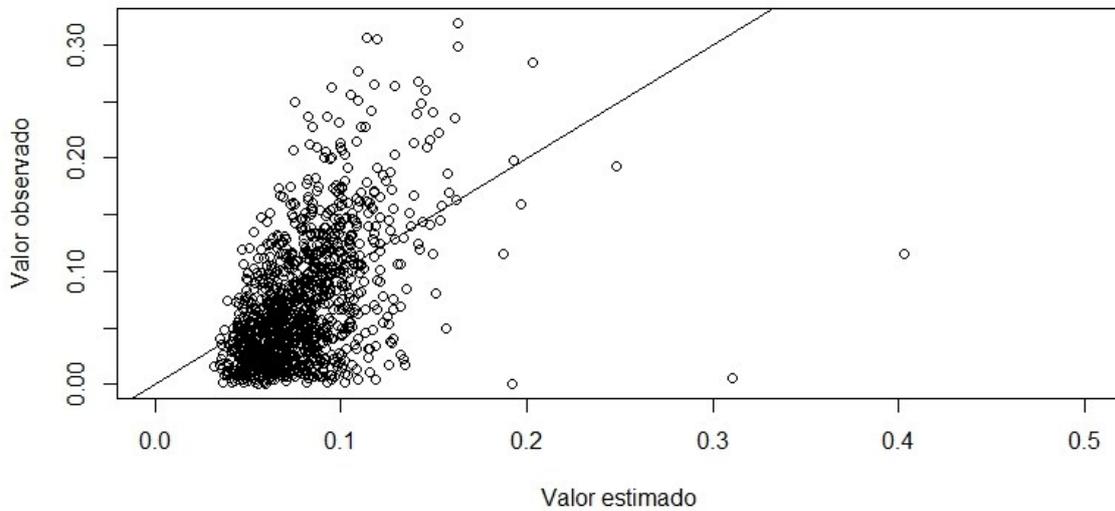
O padrão ideal de observação dos pontos seria a disposição destes sobre a reta indicando a correspondência entre o valor ajustado e observado. Entretanto, nota-se o espalhamento destes pontos para além da região próxima à reta, de modo que este é mais evidente no caso da regressão Gama (Figura 9).

Figura 8 – Valor estimado x Valor observado da regressão Beta



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 9 – Valor estimado x Valor observado da regressão Gama



Fonte: Elaboração própria (2023).

Ainda no processo de validação cruzada, foram calculadas as medidas dispostas na tabela abaixo e, mais uma vez, a regressão com distribuição Beta é a que apresenta os menores resultados para as medidas sinalizando se configurar como um modelo mais adequado que o da distribuição Gama no que tange à capacidade de estimação. Apesar de os valores dos dois se encontrarem muito próximos, o modelo da Beta obtém os melhores resultados apontados por menores valores dos erros calculados.

Tabela 3 – Medidas de comparação da capacidade de estimação dos modelos por distribuição

| Medida | Método de Cálculo | Distribuições | |
|---------------------------------------|--|---------------|---------|
| | | Beta | Gama |
| Erro Quadrático Médio (EQM) | $Média ((valor\ ajustado - valor\ observado)^2)$ | 0,00235 | 0,00242 |
| Raiz do Erro Quadrático Médio (EQM) | \sqrt{EQM} | 0,04852 | 0,04924 |
| Erro Absoluto Médio (EAM) | $Média (valor\ ajustado - valor\ observado)$ | 0,03722 | 0,03786 |
| Erro Quadrático Médio Relativo (EQMR) | $Média \left(\frac{(valor\ ajustado - valor\ observado)^2}{valor\ observado} \right)$ | 0,11434 | 0,14427 |

Fonte: Elaboração própria (2023).

Considerando o analisado nas seções 3.2 e 3.3, o modelo mais adequado, de fato, foi o da distribuição Beta. Sendo assim, a seção a seguir visa apresentar a interpretação dos resultados deste modelo à luz da literatura da área da educação, bem como expor a equação final deste.

3.4 Modelo final

A partir do descrito na tabela 2 constante na seção 3.2, a equação do modelo final de regressão Beta pode ser expressa conforme estruturado abaixo:

$$\mu = g^{-1}(\beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3)$$

onde:

g^{-1} : função de ligação inversa que, no caso da distribuição Beta, utilizou-se a função de ligação logit, que é $g(\mu) = \log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$, ou seja, $g^{-1}(\mu) = \frac{e^\mu}{1+e^\mu}$.

X_1 : Ano (2022 = 1 e 2019 = 0)

X_2 : Taxa de distorção idade-série

X_3 : Média de alunos por turma

Diante disto, a taxa média de abandono das escolas estaduais de ensino médio pode ser expressa por:

$$\mu = \frac{e^{-3,69+0,44 \cdot X_1+0,02 \cdot X_2+0,007 \cdot X_3}}{1 + e^{-3,69+0,44 \cdot X_1+0,02 \cdot X_2+0,007 \cdot X_3}}$$

Pondera-se que a mudança da taxa e abandono não acontece de modo direto pelo valor do parâmetro, haja vista a utilização da função de ligação logit de acordo com o delineado acima.

Já em termos da interpretação do modelo final e sob à perspectiva da literatura da área, em relação à variável ano, o resultado desta indica que, em 2022, há um aumento na razão de chances de abandono em relação à permanência no valor de, aproximadamente, 56%. Este resultado pode estar relacionado aos impactos da

pandemia de COVID-19, a qual diante das já existentes desigualdades regionais (e desigualdades entre redes de ensino) e da falta de um esforço de difusão de metodologias e ações organizadas coletivamente entre as diferentes esferas de governo, por meio do Ministério da Educação, na mitigação dos efeitos da pandemia, contribuem, assim, para a conformação de um cenário complexo para a educação brasileira no pós-pandemia (NERI; OSORIO, 2021). Aliado a isso, a falta de condições de acesso à tecnologia (equipamentos e conexão à internet de qualidade) e o agravamento da crise econômica, a qual, por sua vez, acarreta na necessidade de busca por emprego e renda também impactam o contexto do abandono escolar, principalmente no sentido de se configurarem como fatores que dificultam a permanência do aluno na escola no ensino médio (MACHADO; FRITSCH; PASINATO, 2021). Deste modo, tais consequências neste contexto de descoordenação e de heterogeneidades envolveram perdas de aprendizagem, impactos na trajetória escolar dos alunos, bem como prejuízos à socialização, à saúde física e emocional de alunos, de professores, de diretores e de todos os atores inseridos nas escolas (QUEIROZ, 2022).

Já no que diz respeito à taxa de distorção idade-série, os resultados indicam que, aumentos de 10% e 50%, respectivamente, nesta taxa, aumentam a razão de chances de abandono em 0,3% e 1,4% nesta ordem. Tal achado corrobora o que a literatura da área aponta, uma vez que, um maior atraso escolar dos alunos, isto é, repetências e entradas tardias no sistema educacional estão relacionadas ao aumento da probabilidade de ocorrência de abandono escolar no ensino médio. (FELÍCIO, 2011; FERNANDES, 2011; CASTELAR; MONTEIRO; LAVOR, 2012; SOARES. et al, 2015; FRANCESCHINI, 2015; SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019). Este atraso escolar representado pela taxa de distorção idade-série pode se configurar, dentre outros aspectos, como um reflexo de baixo desempenho relacionado à ideia de fracasso escolar acarretando, muitas vezes, na desmotivação dos estudantes em permanecerem na escola e em, portanto, finalizarem o ensino médio (FERNANDES, 2011).

Além disso, segundo Felício (2011), jovens com grande atraso escolar que acabam atingindo a idade adulta antes de concluir a educação podem abandonar e, em consequência, evadir o sistema educacional devido a diversos fatores característicos desta transição entre adolescência e vida adulta, de modo que podem

ser aspectos influentes nesta questão: o desinteresse pela escola ofertada, necessidade de trabalho para complementação de renda, atividades domésticas, gravidez, entre outros. Neste sentido, políticas públicas que trabalhem esta questão da repetência e da motivação do estudante, bem como políticas intersetoriais que envolvam a temática de renda e trabalho podem ser aliadas no combate ao problema do abandono escolar do ensino médio, haja vista que este se relaciona com demais esferas da vida social. Pode-se acrescentar ainda que jovens em situação de distorção idade-série ou já fora da escola sem a educação básica concluída e com baixa qualificação podem ocasionar na geração de uma demanda por educação de jovens e adultos (EJA), com custos adicionais ao setor público, bem como novos desafios pedagógicos à permanência e à conclusão da educação básica de qualidade e de forma universal (SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019).

O resultado da última variável testada, média de alunos por turma, também vai ao encontro do que versa a literatura, uma vez que, turmas maiores impõem mais desafios a um acompanhamento mais próximo do aluno por parte do professor, de modo que turmas menores estão associadas ao aspecto da qualidade e à menor ocorrência de abandono escolar (FERNANDES, 2011; SANTOS; ALBUQUERQUE, 2019). Os resultados demonstraram que, se esta média aumenta em 5 alunos, há um aumento na razão de chances de abandonar comparado à permanência em, cerca de, 3,8%.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou verificar a influência de algumas características da escola na taxa de abandono escolar no ensino médio na rede estadual de Minas Gerais no contexto antes e após a pandemia de COVID-19. Tal análise é relevante, haja vista o potencial de alguns resultados se configurarem como subsídios à elaboração e à implementação de políticas públicas para a educação mineira que propicie acesso universal, trajetória regular e aprendizado, a fim de mitigar a estratificação educacional no Brasil existente e reforçada no contexto da pandemia (RIANI; RIOS-NETO, 2008; NERI; OSORIO, 2021; TARABINI, 2020 *apud* QUEIROZ, 2022).

Diante disso, por meio do ajuste de modelo a partir de dados oficiais do INEP/MEC para 2019 e 2022, foi observado que o ano de 2022, maiores taxas de distorção idade-série e média de alunos por turma mais elevada aumentam a razão de chances de abandono comparando com a situação de permanência. Estes achados confirmam o que a literatura já pontua como alguns fatores influentes na ocorrência do problema em questão, de maneira que antes e após a pandemia, nota-se que estes mesmos fatores continuam exercendo influência sobre o abandono escolar. Contudo, em um cenário marcado, dentre diversos aspectos, por um período de queda de desempenho, de diminuição de tempo recomendado de dedicação às atividades escolares, de desigualdade no acesso à tecnologia reforçou-se, assim, com a pandemia, as desigualdades regionais, estruturais, sociais, emocionais comprometendo a garantia de uma educação equitativa, de qualidade, para todos (NERI; OSORIO, 2021; QUEIROZ, 2022) e impondo desafios para esta no curto e no longo prazo.

Este estudo, porém, apresenta algumas limitações que podem se configurar como oportunidades de trabalho e de maiores aprofundamentos em estudos posteriores. Apesar de o objetivo deste trabalho envolver a análise focada em fatores escolares, faz-se necessário e se configura como fundamental o estudo de variáveis de outras dimensões para além da escola, como a do aluno, família e contexto socioeconômico mais amplo, por meio de variáveis que envolvam, por exemplo, desempenho, motivação, percepção sobre ganhos futuros com educação, acompanhamento dos pais nos estudos, gênero, raça/cor, classe. Entretanto, alguns enfoques citados são de difícil mensuração e/ou não possuem dados disponíveis.

Acrescenta-se ainda a limitação das 4 (quatro) variáveis testadas, conforme descrito na seção 2.1, porém não significativas no modelo, sendo elas: localização, inadequação da formação docente, complexidade da gestão e média de horas-aula diária.

Por fim, destaca-se o papel fundamental do poder público no enfrentamento do abandono escolar no ensino médio, visto que este problema pode comprometer a efetivação do direito à educação, a qual, por sua vez, constitui-se como uma esfera da vida social que gera ganhos individuais e coletivos sendo determinante no desenvolvimento econômico e social dos países, por meio da redução da desigualdade social, da criminalidade, melhoria nos indicadores de saúde, promoção de maior coesão social, entre outros (FELÍCIO, 2011; FERNANDES, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Câmara dos Deputados**: Projetos de Lei e Outras Proposições. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=560047>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Brasília, DF: Assembleia Nacional Constituinte, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 30 ago. 2023.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 30 ago. 2023.

CASTELAR, Pablo Urano de Carvalho; MONTEIRO, Vitor Borges; LAVOR, Daniel Campos. **Um estudo sobre as causas de abandono escolar nas escolas públicas de ensino médio no estado do Ceará**. Anais do VIII Encontro – Economia do Ceará em Debate, Fortaleza, 2012. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/encontro/2012/UM_ESTUDO SOBRE CAUSAS ABA NDONO ESCOLAR PUBLICAS ENSINO MEDIO CEARA 2o lugar.pdf>. Acesso em: 02 set. 2023.

FELÍCIO, Fabiana de. **Avaliação do impacto dos fatores escolares sobre o abandono no ensino médio**. São Paulo: METAS - Avaliação e Proposição de Políticas Sociais, 2011. 47 p. Disponível em: <<https://observatoriodeeducacao.institutounibanco.org.br/cedoc/detalhe/avaliacao-do-impacto-dos-fatores-escolares-sobre-o-abandono-no-ensino-medio,d024231c-1208-4ab1-b7eb-889e059180d0>>. Acesso em 30 ago. 2023.

FERNANDES, Reynaldo. **Ensino médio: como aumentar a atratividade e evitar a evasão?** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011. 44 p. Disponível em: <https://www.institutounibanco.org.br/wp-content/uploads/2013/07/ensino_medio-como_aumentar_a_atratividade_e_evitar_a_evasao.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

FERNANDES, Victor Vinicius. **Contribuições sobre o envelope simulado na análise de diagnóstico em modelos de regressão**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11534/Diss_Victor_Final_UFSCar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 out. 2023.

FERREIRA, Victor Barcelos; COSTA, Bruno Lazzarotti Diniz. **Entre a intenção e o gesto: desafios para a educação durante a pandemia**. 2020. Disponível em: <<http://observatoriodesigualdades.fjp.mg.gov.br/?p=992>>. Acesso em: 10 set. 2023.

FRANCESCHINI, Vanessa Lima Caldeira. “...eu preferia dormir do que ir pra escola”: um estudo quanti-quali sobre a reprovação na primeira série do Ensino Médio da rede estadual em Ribeirão das Neves, Minas Gerais. 2015. 249 f. Tese (Doutorado) - Curso de Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento

Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A3NQX3/1/tese_franceschini_final_impress_o.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Dicionário de indicadores educacionais**. Brasília. 2004. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/dicionario_de_indicadores_educacionais_formulas_de_calculo.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Indicadores educacionais**. Brasília. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Nota Técnica nº 040/2014**. Indicador para mensurar a complexidade da gestão nas escolas a partir dos dados do Censo Escolar da Educação Básica, Brasília. 2014. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/informacoes_estatisticas/indicadores_educacionais/2014/escola_complexidade_gestao/nota_tecnica_indicador_escola_complexidade_gestao.pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Taxas de rendimento escolar**. 2022. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/educacenso/situacao_aluno/documentos/2020/taxas_de_rendimento_escolar.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2023.

KLEIN, Ruben. Produção e utilização de indicadores educacionais: metodologia de cálculo de indicadores do fluxo escolar da educação básica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 84, n. 206-07-08, 2003. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1378/1117>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

MACHADO, Sílvio Nei da Silva; FRISTCH, Rosângela; PASINATO, Darciel. **Abandono escolar no contexto da pandemia**: desejos, angústias e anseios na fala dos estudantes da Escola Estadual de Ensino Médio Olindo Flores da Silva. *Revista Labor*, Fortaleza, v. 2, n. 26, p. 220-241, jul./dez/ 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/65707/1/2021_art_snsmachadorfritsch.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2023.

MINAS GERAIS. **Ano letivo 2022 começa para 1,7 mi alunos da rede estadual**. Retorno no formato presencial segue todos os protocolos sanitários de prevenção à covid-19. 2022. Disponível em: <<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/ano-letivo-2022-comeca-para-1-7-mi-alunos-da-rede-estadual>>. Acesso em: 24 out. 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Resolução SEE nº 4.310/20**, que dispõe sobre as normas para a oferta de Regime Especial de Atividades Não Presenciais, e institui o Regime Especial de Teletrabalho nas Escolas Estaduais da Rede Pública de Educação Básica e de Educação Profissional, em

decorrência da pandemia Coronavírus (COVID-19), para cumprimento da carga horária mínima exigida. Minas Gerais, MG, 2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1g63RVYRMcGoYXQwnf35_lgup-X1axZBt/view>.. Acesso em: 05 set. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Educação de qualidade.** 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

NERI, Marcelo. **Motivos da Evasão Escolar.** 2009. Disponível em: <<http://200.19.248.10:8002/professores/rmsobrinho/Estudo%20de%20Evas%C3%A3o/Motivos%20da%20evasao%20escolar.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2023.

NERI, Marcelo; OSORIO, Manuel Camillo. Evasão escolar e jornada remota na pandemia. **Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense**, v. 10, n. 19, p. 28-55, 2021. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89214841/479044992-libre.pdf?1659470898=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvasao%20escolar%20e%20jornada%20remota%20na%20pandemia.pdf&Expires=1699968726&Signature=XLXh59kvKTpbng~wwE~x3Rz2q~K5g4zAP2pYCoWs~oEnz~ITjoN8Di245U85I4STcHm961iZOyR7C8k09uVxhLEr6xpvgBuiGm~rfWUOVESwbLPXC4au8GdRrcumfRqC~wmR451XnrfWzeGO~X7ZOPaA0EwlsLDT8V5pJLm2q2tOfS2ZSvZ5qd-5x4dP9BXXs2DoGK6hYqknIJ7IT-E~4FIElpE8upEVCRXF7EiQZpCmq86dKEllkxkn-y7ifbmyyCBIDIk8CpDCtWxsbEGDQ5svRJGmmg-F1zsNM1llsi6qMJvgKMEv2O8-aq5uDoJbkbp8H~SMN7qS-8vuwqLZQfQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA>. Acesso em: 14 nov. 2023.

QUEIROZ, Melissa Dias. **Resposta das escolas à pandemia de COVID-19: uma análise da rede estadual de Minas Gerais.** Belo Horizonte, Minas Gerais, MG, 2022. Disponível em: <http://monografias.fjp.mg.gov.br/bitstream/123456789/2978/1/TCC_41_Csap-MELISSA%20DIAS%20QUEIROZ.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

RIANI, Juliana de Lucena Ruas; RIOS-NETO, Eduardo Luiz Gonçalves. **Background familiar versus perfil escolar do município: qual possui maior impacto nos resultados educacional dos alunos brasileiros?** Revista Brasileira de Estudos Populacionais, São Paulo. V. 25, n.2, p. 251-269, jul./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v25n2/v25n2a04.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2023.

SANTOS, Robson dos; ALBUQUERQUE, Ana Elizabeth M. Análise das taxas de abandono nos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio a partir das características das escolas. **Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais**, v. 2, p. 34-34, 2019. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/cadernos/article/view/3975/3563>>. Acesso em: 08 set. 2023.

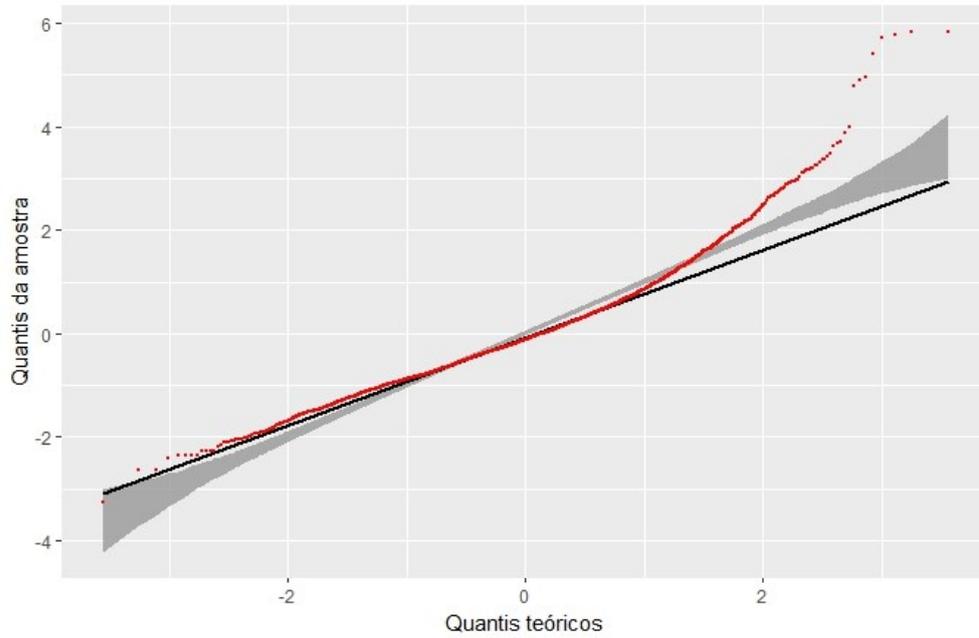
SOARES, Tufi Machado et al. **Fatores associados ao abandono escolar no ensino médio público de Minas Gerais.** *Educação e Pesquisa*, [s.l.], v. 41, n. 3, p.757-772, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517->

9702201507138589. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v41n3/1517-9702-ep-41-3-0757.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

SOUSA, Wellington Bernardo de. **Estimadores de máxima verossimilhança**: casos que não satisfazem as condições de regularidade. 2018. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24425/1/2018_WellingtonBernardoDeSousa_tcc.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023.

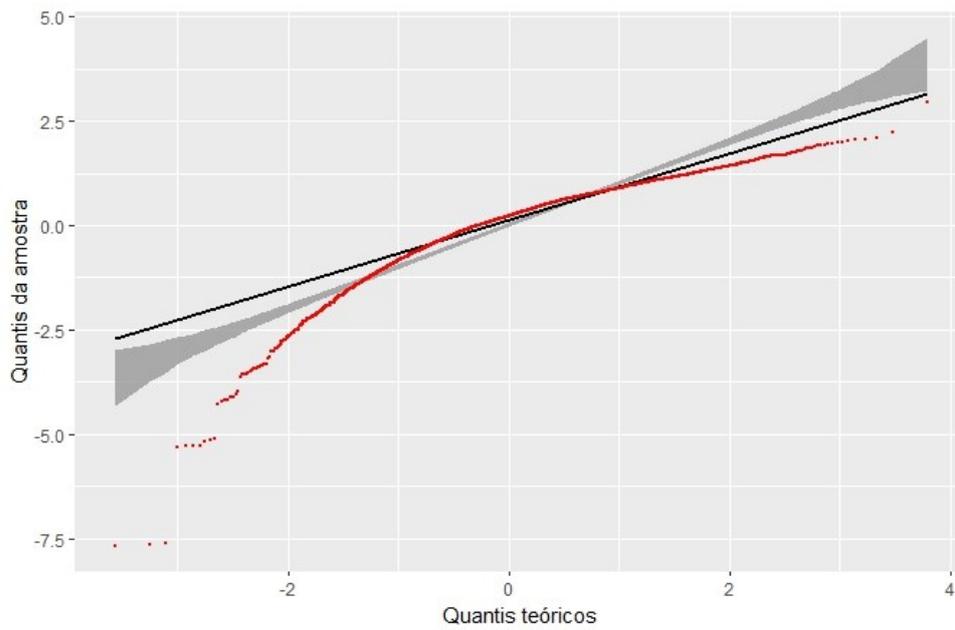
APÊNDICE A – Análise de resíduos de modelos testados

Figura 10 – Envelopes com os resíduos da regressão com distribuição Normal



Fonte: Elaboração própria (2023).

Figura 11 – Envelopes com os resíduos da regressão com distribuição Inversa Gaussiana



Fonte: Elaboração própria (2023).