

WANDERSON DE ALMEIDA MENDES

**INFLUÊNCIA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA
EDUCAÇÃO BÁSICA EM MINAS GERAIS: UMA MODELAGEM HÍBRIDA
MULTIDIMENSIONAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Suely de Fátima Ramos Silveira

Coorientador: Gerson Rodrigues dos Santos

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M538i
2023
Mendes, Wanderson de Almeida, 1988-
Influência das tecnologias da informação e comunicação na
educação básica em Minas Gerais: uma modelagem híbrida
multidimensional / Wanderson de Almeida Mendes. – Viçosa,
MG, 2023.

1 tese eletrônica (167 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Suely de Fátima Ramos Silveira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Administração e Contabilidade, 2023.

Referências bibliográficas: f.153-160.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.589>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Administração pública - Minas Gerais. 2. Ensino
fundamental - Efeitos das inovações tecnológicas - Minas
Gerais. 3. Tecnologia educacional. 4. Estatística educacional.
I. Silveira, Suely de Fátima Ramos, 1959-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Administração e
Contabilidade. Programa de Pós-Graduação em Administração.
III. Título.

CDD 22. ed. 351.8151


WANDERSON DE ALMEIDA MENDES

**INFLUÊNCIA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA
EDUCAÇÃO BÁSICA EM MINAS GERAIS: UMA MODELAGEM HÍBRIDA
MULTIDIMENSIONAL**


Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Administração, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 4 de julho de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **WANDERSON DE ALMEIDA MENDES**
Data: 27/09/2023 11:27:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Wanderson de Almeida Mendes
Autor

Documento assinado digitalmente
 **SUELY DE FATIMA RAMOS SILVEIRA**
Data: 28/09/2023 09:41:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Suely de Fátima Ramos Silveira
Orientadora

A Deus e minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus por me fortalecer nos momentos mais desafiadores da minha jornada e por me guiar incansavelmente mesmo diante das adversidades.

Aos meus pais Geraldo de Almeida Mendes e Jucimar Batalha de Almeida, por estarem sempre ao meu lado, por seu apoio incondicional e por nunca permitirem que eu me sentisse sozinho ao longo desta jornada. Peço humildemente perdão pelos momentos em que estive ausente.

Ao meu irmão Wesley, que sempre me apoiou durante toda a pós-graduação, transmitindo tranquilidade e o conhecimento necessário para enfrentar todas as dificuldades.

À minha noiva, Alexandra, expresso minha gratidão pela paciência demonstrada ao longo desta jornada acadêmica, assim como pelo seu constante companheirismo em momentos alegres e desafiadores. Saiba que, sem o seu apoio, nada disso seria possível. Também peço desculpas pelos momentos em que estive ausente e pelas mudanças de planos de vida durante minha trajetória acadêmica.

Agradeço também à minha orientadora Suely de Fátima Ramos Silveira, que desde o início me acolheu com bastante entusiasmo e que nunca me deixou sozinho. Muito obrigado pela amizade, carinho e apoio em todos os momentos. Tenho muita consideração pela senhora.

Gostaria de expressar minha gratidão ao meu coorientador, Gerson Rodrigues dos Santos, que sempre esteve disponível para conversar, independentemente do dia ou horário. Sua alegria e entusiasmo ao me atender foram contagiantes e fizeram toda a diferença em minha jornada acadêmica.

Aos avaliadores da banca, os professores Marco Aurélio Marques Ferreira, Victor Maia Senna Delgado e Caio César de Medeiros Costa, pela disponibilidade de participarem deste momento tão importante para mim, e pelas considerações e contribuições realizadas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Administração da UFV e funcionários do Departamento de Administração e Contabilidade, pelo suporte durante todo o doutorado e destaco aqui o apoio incondicional que recebi do programa durante o momento mais difícil da minha vida. Em especial, agradeço à Luiza Amélia e ao professor Wesley.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos os meus colegas de pós-graduação pelo companheirismo e amizade demonstrados em todos os momentos do doutorado. Em particular, desejo destacar a Suélem, Marconi, Lucas e Débora, que foram verdadeiros parceiros e fonte

de apoio ao longo desta jornada acadêmica. Sua presença e colaboração foram fundamentais para o meu crescimento e sucesso.

Ao Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC Minas, que sempre me apoiou no desenvolvimento da tese. Tenho muito orgulho de fazer parte desta equipe.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

A todos os participantes das entrevistas, que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

E a todos os meus amigos e familiares que estiveram presente durante o doutorado, muito obrigado!

RESUMO

MENDES, Wanderson de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2023. **Influência das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação básica em Minas Gerais: uma Modelagem Híbrida Multidimensional.** Orientadora: Suely de Fátima Ramos Silveira. Coorientador: Gerson Rodrigues dos Santos.

A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação tem deixado de ser uma possibilidade, tornando-se uma realidade em várias cidades de Minas Gerais. Entretanto, muitas delas carecem de infraestrutura adequada para a utilização das TICs. Neste estudo, propôs-se avaliar a infraestrutura disponível e a utilização das TICs na educação pública fundamental em municípios deste Estado, analisando sua relação com o desempenho educacional. Para atender o objetivo proposto, o estudo foi dividido em quatro etapas metodológicas. A primeira etapa consiste na revisão integrativa, que tem o intuito de analisar artigos publicados em periódicos científicos. A coleta de dados foi realizada a partir das bases do *Web of Science (WOS)* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*. A busca foi realizada em títulos, resumos, palavras-chave e *Keywords Plus* dos artigos, utilizando os descritores “TICs”, “tecnologia da informação e comunicação”, “educação”, “ICTs” “*information and communication technology*” e “*education*”. Na segunda etapa, recorreu-se a um modelo de regressão linear múltipla e três modelos de regressão quantílica (quantil 25, 50 e 75), com o intuito de avaliar a relação entre as TICs e o desempenho educacional. Foram avaliados 824 municípios de Minas Gerais, em que a variável dependente foi a nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). As variáveis independentes estão relacionadas às TICs: educação, saúde e capacidade econômica. Na terceira etapa, foram utilizadas técnicas de análise geoestatística combinadas com inteligência artificial com o intuito de identificar as variáveis mais importantes que afetam o desempenho educacional e identificar as áreas que possuem maiores limitações para a utilização das TICs na educação. Para isso, utilizou-se as técnicas de semivariograma, krigagem e *Machine Learning*. A última etapa, consiste em um estudo qualitativo. Para esta etapa, os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com atores envolvidos na educação, e analisados por meio da técnica de Análise de Conteúdo. Os resultados indicam que os estudos científicos têm discutido sobre a utilização das TICs na educação, com foco na capacitação docente. Além disso, a taxa de publicações de artigos com esta temática aumentou desde os anos 2000. Já as análises por meio dos modelos de regressão indicaram que algumas variáveis conexas às TICs apresentam

relação positiva com o desempenho na educação. Uma delas é o acesso à internet banda larga, que foi significativo em todos os modelos de regressão. A taxa de alunos em escolas com internet no ensino fundamental apresentou relação positiva apenas em níveis mais altos do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB (quantil 75). A análise de inteligência geográfica possibilitou identificar que o sinal de internet banda larga é a variável mais importante, dentre as outras analisadas, para contribuir com a melhoria da média da nota do IDEB municipal. Além disso, foi possível identificar que as regiões de Minas Gerais com maior vulnerabilidade para a utilização das TICs na educação estão em áreas menos desenvolvidas. Também, foi possível identificar a percepção que os profissionais da educação têm em relação às limitações do uso das TICs na educação. Os entrevistados se referiram à falta de planejamento e de políticas públicas

Palavras-Chave: Administração Pública. Educação Básica. Inteligência Geográfica. Tecnologias da Informação e Comunicação.

ABSTRACT

MENDES, Wanderson de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2023. **Influence of Information and Communication Technologies on primary education in Minas Gerais: a Multidimensional Hybrid Modeling.** Adviser: Suely de Fátima Ramos Silveira. Co-adviser: Gerson Rodrigues dos Santos.

The use of Information and Communication Technologies (ICTs) in education has ceased to be a possibility, becoming a reality in several cities in Minas Gerais. However, many of them lack adequate infrastructure for the use of ICTs. In this study, it was proposed to evaluate the available infrastructure and the use of ICTs in basic public education in municipalities in this State, analyzing its relationship with educational performance. To meet the proposed objective, the study was divided into four methodological stages. The first stage consists of the integrative review, which aims to analyze articles published in scientific journals. Data collection was carried out from the Web of Science (WOS) and Scientific Electronic Library Online (SciELO) databases. The search was carried out in titles, abstracts, keywords and Keywords Plus of the articles, using the descriptors “TICs”, “information and communication technology”, “education”, “ICTs”, “information and communication technology” and “education”. In the second stage, a multiple linear regression model and three quantile regression models (quantile 25, 50 and 75) were used, with the aim of evaluating the relationship between ICTs and educational performance. 824 municipalities in Minas Gerais were evaluated, in which the dependent variable was the score on the Basic Education Development Index (IDEB). The independent variables are related to ICTs: education, health and economic capacity. In the third stage, geostatistical analysis techniques combined with artificial intelligence were used with the aim of identifying the most important variables that affect educational performance and identifying the areas that have the greatest limitations for the use of ICTs in education. For this, the techniques of semivariogram, kriging and Machine Learning were used. The last stage consists of a qualitative study. For this stage, data were collected through semi-structured interviews with actors involved in education, and analyzed using the Content Analysis technique. The results indicate that scientific studies have discussed the use of ICTs in education, with a focus on teacher training. Furthermore, the rate of publication of articles on this topic has increased since the 2000s. Analyzes using regression models indicated that some variables related to ICTs have a positive relationship with performance in education. One of them is broadband internet access, which was significant in all regression models. The rate of

students in schools with internet in primary education showed a positive relationship only at higher levels of the Basic Education Development Index - IDEB (quantile 75). The geographic intelligence analysis made it possible to identify that the broadband internet signal is the most important variable, among the others analyzed, to contribute to improving the average municipal IDEB score. Furthermore, it was possible to identify that the regions of Minas Gerais with the greatest vulnerability to the use of ICTs in education are in less developed areas. Also, it was possible to identify the perception that education professionals have regarding the limitations of the use of ICTs in education. Respondents referred to the lack of planning and public policies

Keywords: Public Administration. Basic Education. Geographic Intelligence. Information and Communication Technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da média da densidade (acesso por 100 domicílios) de Banda Larga Fixa em Minas Gerais.....	20
Figura 2 – Mapa do desenvolvimento municipal de Minas Gerais baseado no IFDM (2018)	21
Figura 3 – Modelo analítico da Tese	35
Figura 4 – Propriedades de um semivariograma	43
Figura 5 – Demonstração da modelagem multidimensional	46
Figura 6 – Número de publicações internacionais ao longo dos anos utilizadas na revisão integrativa.....	52
Figura 7 – Número de publicações nacionais ao longo dos anos utilizadas na revisão integrativa	52
Figura 8 – Nuvem de palavras dos resumos e conclusões da literatura nacional.....	54
Figura 9 – Dendrograma da literatura nacional.....	56
Figura 10 – Representação fatorial da literatura nacional	60
Figura 11 – Análise de similitude da literatura nacional.....	62
Figura 12 – Nuvem de palavras dos resumos e conclusões da literatura internacional	64
Figura 13 – Dendrograma da literatura internacional.....	65
Figura 14 – Representação fatorial da literatura internacional.....	67
Figura 15 – Análise de similitude da literatura internacional.....	69
Figura 16 – Mesorregiões do estado de Minas Gerais	88
Figura 17 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável IDEB	90
Figura 18 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Internet nas Escolas.....	92
Figura 19 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Banda Larga	93
Figura 20 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável 4G.....	95
Figura 21 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Telefonia Móvel.....	96
Figura 22 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Alunos por Turma	97
Figura 23 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável AFD grupo 1	98
Figura 24 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável AFD grupo 5	100
Figura 25 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Distorção Idade-Série.	101
Figura 26 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Despesa Educacional..	102
Figura 27 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Despesa com Saúde....	104
Figura 28 – Dotchart de importância variável conforme medido por uma Random Forest..	106
Figura 29 – Mapa do IDEB em Minas Gerais após o Machine Learning	107
Figura 30 – Mapa do IDEB em Minas Gerais após o Machine Learning, estratificado em quatro níveis.....	108

Figura 31 – Mapa dos municípios mineiros onde foram aplicadas as entrevistas.....	114
Figura 32 – Nuvem de palavras das entrevistas	140
Figura 33 – Dendrograma das entrevistas	142
Figura 34 – Análise Fatorial de Correspondência das entrevistas.....	143
Figura 35 – Participação dos municípios na construção da Análise Fatorial de Correspondência das entrevistas.....	144
Figura 36 – Análise de similitude das entrevistas	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição das técnicas empregadas.....	36
Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas nos modelos de regressão tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019	41
Quadro 3 – Descrição das variáveis utilizadas na geoestatística	43
Quadro 4 – Categorias de análise e suas descrições.....	48
Quadro 5 – Cargo dos entrevistados com os códigos utilizados na análise das entrevistas..	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva dos dados utilizados na literatura nacional	55
Tabela 2 – Análise descritiva dos dados utilizados na literatura internacional	64
Tabela 3 – Análise descritiva dos dados utilizadas nas regressões tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019	73
Tabela 4 – Teste de homocedasticidade	76
Tabela 5 - Resultados da Regressão Linear Múltipla tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019.....	77
Tabela 6 – Teste de Multicolinearidade.....	78
Tabela 7 - Resultados da Regressão Quantílica no quantil 25 tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019	79
Tabela 8 - Resultados da Regressão Quantílica na mediana tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019	80
Tabela 9 - Resultados da Regressão Quantílica no quantil 75 tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019	81
Tabela 10 – Municípios com os maiores PIBs per capita da amostra para o ano de 2019.....	83
Tabela 11 – Variáveis significativas nos três modelos de regressão quantílica tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019	84
Tabela 12 – Resumo dos parâmetros dos semivariogramas	105
Tabela 13 – Dados referentes ao ano de 2019 dos municípios onde foram aplicadas as entrevistas	113
Tabela 14 – Análise descritiva das entrevistas realizadas no ano de 2023.....	141

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização do objeto e do local de estudo.....	20
1.2 O problema e sua importância	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 Capacidade Estatal.....	25
2.2 A relação entre educação e as disparidades socioeconômicas	28
2.3 Utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação	30
2.4 Educação e Desenvolvimento.....	33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
3.1 Revisão Integrativa	36
3.2 Regressão Linear Múltipla e Regressão Quantílica.....	39
3.3 Modelagem Híbrida Multidimensional	42
3.4 Análise de Conteúdo.....	46
3.5 Contribuições esperadas da tese	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Análise da literatura sobre TICs na educação	51
4.1.1 Análise da literatura nacional	53
4.1.2 Análise da literatura internacional.....	63
4.1.3 Discussão e reflexões finais sobre a revisão integrativa.....	69
4.2 Avaliação dos efeitos das TICs sobre o desempenho educacional do ensino fundamental dos municípios de Minas Gerais.....	73
4.2.1 Análise descritiva dos dados.....	73
4.2.2 Análise da regressão linear múltipla.....	76
4.2.3 Análise das regressões quantílicas.....	79
4.2.4 Discussão dos resultados das regressões	84
4.3 Identificação de variáveis importantes e de áreas com maiores e menores limitações para a adoção de TICs na educação.....	88
4.3.1 Discussão dos resultados da inteligência geográfica.....	109
4.4 Análise das percepções de atores envolvidos no processo de educação por meio das TICs	113
4.4.1 Infraestrutura	116
4.4.2 Competências	123
4.4.3 Recursos Financeiros.....	128
4.4.4 Linguagem.....	132

4.4.5 Políticas Públicas.....	133
4.4.6 Disposição	136
4.4.7 Análises textuais.....	139
4.4.8 Discussão dos resultados das entrevistas.....	148
5 CONCLUSÕES.....	151
REFERÊNCIAS	153
APÊNDICES	161
APÊNDICE A – Roteiro de entrevista	162
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	165

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser compreendidas como um conjunto de ferramentas e recursos tecnológicos utilizados na comunicação, e no gerenciamento de informações, e têm apresentado um papel fundamental no processo de mudanças no mundo (AMIN, 2018). As TICs estão presentes em diversos setores, tornando-se cada vez mais importantes para o desenvolvimento, levando tanto o setor público como o privado a se adaptarem e acompanharem o processo gerado por tais tecnologias (LEONEL et al., 2019).

Apesar dos benefícios gerados pelo uso das TICs, relacionando praticidade e conforto, existe um longo processo de estruturação. Esse processo está relacionado à infraestrutura oferecida pelo Estado e demais órgãos públicos e privados, à capacidade de utilização dessas tecnologias por parte de usuários demandantes e ofertantes, e ao desenvolvimento das localidades (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008).

Na área da educação, as TICs possuem um papel fundamental no processo de aprendizagem do aluno, fornecendo informação, expandindo a oferta de cursos, aumentando a interação entre alunos e melhorando a produtividade do ensino e aprendizado. Todavia, existem diversos desafios a serem enfrentados para que sua utilização seja efetiva e não aumente a desigualdade na educação (RODRIGUES, 2009; REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011; ARRUDA, 2020).

O uso de TICs na educação depende de vários fatores, como sinal de acesso à internet e telefone, suporte técnico para as escolas e alunos, capacitação técnica para professores, acesso aos equipamentos e políticas educacionais alinhadas ao uso das TICs (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008; RODRIGUES, 2009; REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011; LEONEL et al., 2019).

Tratada pela Constituição Federal Brasileira de 1988 no Art. 205 como direito de todos e dever do Estado e da família, a educação possui papel fundamental para o desenvolvimento, contribuindo significativamente para a melhoria das condições de vida da sociedade (BRASIL, 1988). Todavia, nem todas as pessoas possuem a oportunidade de estudar, principalmente as pessoas mais pobres, influenciando negativamente na renda, fazendo com que a capacidade produtiva seja reduzida e resultando em uma economia fragilizada (TODARO; SMITH, 2012).

Do mesmo modo, nem todas as pessoas possuem acesso aos equipamentos, como computadores, telefones e celulares ou acesso à internet (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011). Muitas localidades no Brasil, principalmente em municípios do interior, não possuem

sinal de telefonia, tanto para telefones fixos quanto para móveis, e sinal internet (ANATEL, 2020). Existem ainda, localidades com limitações de acesso à energia elétrica, resultando em um grande desafio socioeconômico e de infraestrutura para o Estado. Tais limitações são mais severas em regiões mais pobres, como as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Um cenário semelhante ocorre no estado de Minas Gerais, em que as condições socioeconômicas das mesorregiões do Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Norte de Minas são mais difíceis em relação às demais. Desse modo, é necessária uma reflexão para que a adoção das TICs na educação não agrave este cenário de desigualdade.

Neste contexto, a administração pública possui um papel importante na abordagem dessas disparidades, inserindo no planejamento a realização de investimentos em infraestrutura de telecomunicações e acesso à internet para garantir que todas as áreas, especialmente as mais carentes, tenham oportunidade de utilizar as TICs na educação.

Com a crise da pandemia da Covid-19, as TICs ganharam destaque, sendo uma alternativa para diversos setores, inclusive na educação (COUTO; COUTO; CRUZ, 2020; SÁNCHEZ-CRUZ; MASINIRE; LÓPEZ, 2021). Algumas instituições de ensino aderiram ao uso das TICs para dar continuidade as aulas, que foram suspensas, e por conseguinte ao processo de aprendizagem dos alunos e, dessa forma, minimizar os impactos negativos da crise. No Brasil, o governo, por meio da portaria nº 544, de 16 de junho de 2020, autorizou a “substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a situação de pandemia” (BRASIL, 2020). Desse modo, a administração pública teve que adaptar rapidamente suas políticas educacionais para permitir a continuidade do ensino por meio de tecnologias digitais, apesar das inúmeras limitações encontradas nesse processo.

Os estados brasileiros possuem características distintas, em relação às questões econômicas, sociais e culturais, resultando em necessidades específicas para cada unidade da federação. Assim como o Brasil, Minas Gerais possui condições socioeconômicas heterogêneas entre as mesorregiões, o que torna o cenário preocupante quando se considera a utilização das TICs, podendo aumentar a disparidade na educação caso a implementação seja realizada sem o devido planejamento para atender às necessidades de cada mesorregião. Dentre os desafios da utilização das TICs na educação, é possível apontar a infraestrutura, a competência e as habilidades na utilização das tecnologias, além das políticas educacionais claras e as questões sociais e econômicas da população (RODRIGUES, 2009; REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011; NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR, 2020).

Neste contexto, é fundamental que a administração pública se empenhe em desempenhar um papel ativo na formação e capacitação de professores para o uso das tecnologias, na distribuição de dispositivos e na elaboração de diretrizes claras para a integração efetiva das TICs na sala de aula.

Apesar dos recursos das TICs serem ferramentas cada vez mais presentes na sociedade, sua adoção na educação requer um cuidado devido à equidade, uma vez que nem todos os alunos, professores e escolas possuem as mesmas condições de acesso, estrutura e conhecimento. Para Dorup (2004), o papel das TICs na educação é dar suporte ao ensino, ou seja, é um procedimento complementar no processo que irá permitir melhorar a educação. Portanto, é pertinente questionar: como o uso das TICs contribui para a educação pública fundamental nos municípios do estado de Minas Gerais?

O objetivo deste estudo é avaliar a infraestrutura disponível e a utilização das TICs na educação pública fundamental em municípios de Minas Gerais, analisando sua influência no desempenho educacional. Especificamente, pretende-se:

- a) Analisar a discussão sobre o uso das TICs na literatura científica nacional e internacional.
- b) Avaliar a relação entre as TICs e o desempenho educacional do ensino fundamental dos municípios de Minas Gerais;
- c) Localizar áreas com maiores limitações para a utilização das TICs na educação básica, e as variáveis mais importantes para tomadas de decisão, considerando os fatores que influenciam a adoção destas tecnologias e os resultados educacionais;
- d) Identificar as percepções de atores envolvidos no processo de educação por meio das TICs.

A tese desta pesquisa é: as TICs são recursos importantes para a formação e aprendizagem do aluno. Portanto, a limitação do acesso e da utilização das TICs pode comprometer o desempenho dos alunos na escola, havendo a necessidade da implementação de políticas públicas voltadas para infraestrutura para fomentar o uso de tais tecnologias na educação.

Além dos objetivos geral e específicos, este trabalho propõe testar as seguintes hipóteses:

H1 – O acesso à internet de qualidade é um indicador de infraestrutura de TICs no município, podendo ser associado ao desempenho de alunos que utilizam internet para fins educacionais.

A utilização das TICs para fins educacionais contribui positivamente para a média da nota do IDEB municipal.

H2 – As áreas com maiores limitações para o uso das TICs na educação estão em locais menos desenvolvidos.

Para as etapas qualitativas, a expectativa é de que existem poucos estudos que abordam a questão da infraestrutura como limitador do uso das TICs na educação. E também, tem-se a expectativa de que tais limitações variam de acordo com as especificidades locais dos municípios.

A temática relacionada às TICs na educação tem sido discutida em estudos científicos com maior frequência. Trabalhos como o de Hernández et al. (2019), buscaram estudar formas avaliativas na educação envolvendo as TICs. Outros estudos discutiram sobre a questão da competência e habilidade dos usuários e da capacitação de professores na utilização das TICs na educação (GALPERIN; VIECENS, 2017; MANTILLA; DIAZ; FLORES, 2019).

Outros estudos discutiram sobre os processos de ensino à distância e a relação com as TICs (OLIVEIRA; CUNHA; NAKAYAMA, 2016; CHAQUIME; MILL, 2016). Alguns estudos buscaram relacionar o papel das TICs em práticas criativas de professores (VILARINHO-PEREIRA; FLEITH, 2021). E, ainda, outros estudos, como os de Rezaei, Nazarpour e Emami (2011) e de Rodrigues (2009) discutiram sobre desafios do uso das TICs na educação.

Destarte, foi possível perceber que os pesquisadores têm se preocupado em analisar habilidades e competências dos usuários, uma vez que tais elementos são uma das principais limitações na utilização das TICs na educação. Entretanto, a discussão envolvendo as limitações de infraestrutura para a utilização das TICs na educação básica não tem tido a mesma ênfase em estudos empíricos, o que constitui a proposta desta tese.

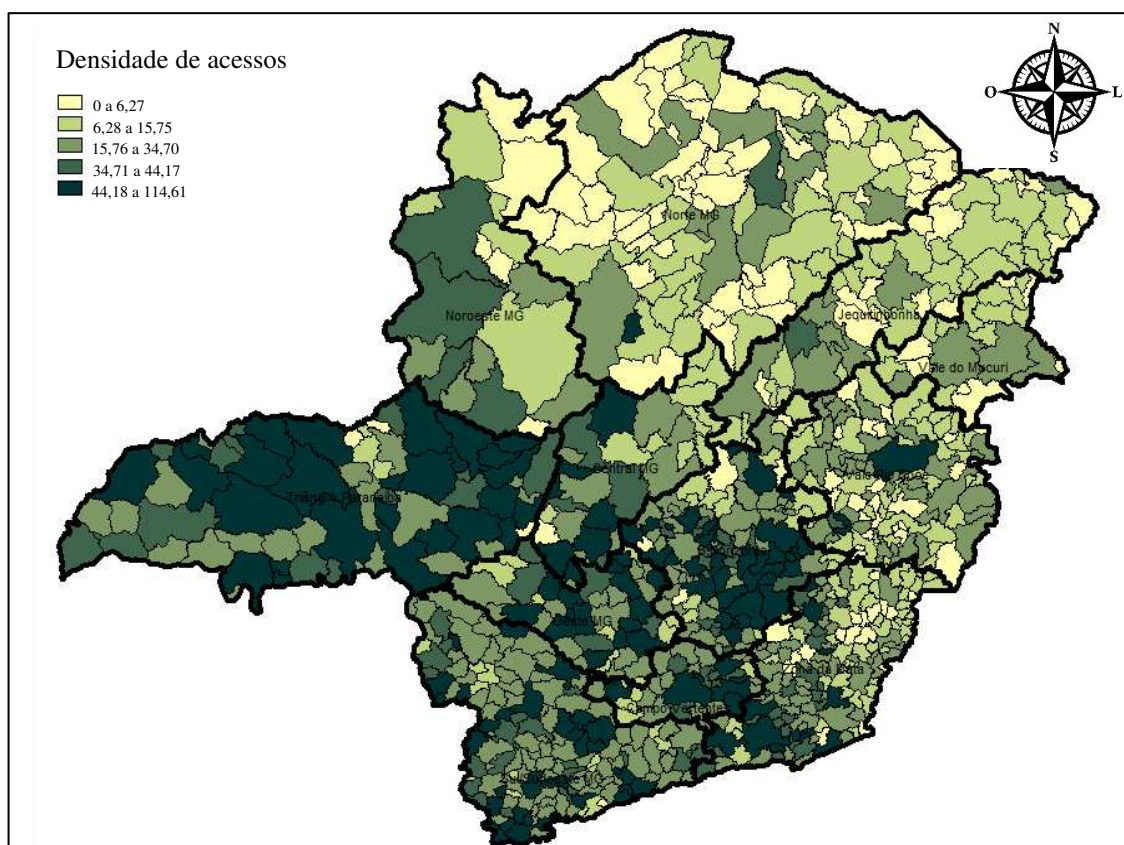
Além deste capítulo introdutório, são apresentados neste estudo, o referencial teórico, abordando sobre capacidade estatal, a relação entre educação e as disparidades socioeconômicas, sobre a utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação e a relação entre educação e o desenvolvimento. Em seguida, são apresentados os procedimentos metodológicos. E, por fim, são apresentados os resultados e conclusões desta pesquisa.

1.1 Contextualização do objeto e do local de estudo

Minas Gerais é o estado brasileiro com o maior número de municípios, 853 no total, e o segundo estado com maior número de habitantes, com 20.538.718 habitantes segundo o censo de 2022, atrás apenas do estado de São Paulo (IBGE, 2023). Os municípios do estado de Minas Gerais possuem características heterogêneas, em que a questão geográfica é relevante, apresentando, também, disparidades socioeconômicas entre suas mesorregiões.

Minas Gerais é um dos estados que mais acessaram internet banda larga na década de 2010, atrás apenas do estado de São Paulo (ANATEL, 2020). O mapa com a densidade média de acessos à internet Banda Larga Fixa a cada 100 domicílios em Minas Gerais no ano de 2019 pode ser visualizado na Figura 1, na qual apresenta-se uma estratificação em 5 categorias, considerando a densidade de acessos.

Figura 1 – Mapa da média da densidade (acesso por 100 domicílios) de Banda Larga Fixa em Minas Gerais

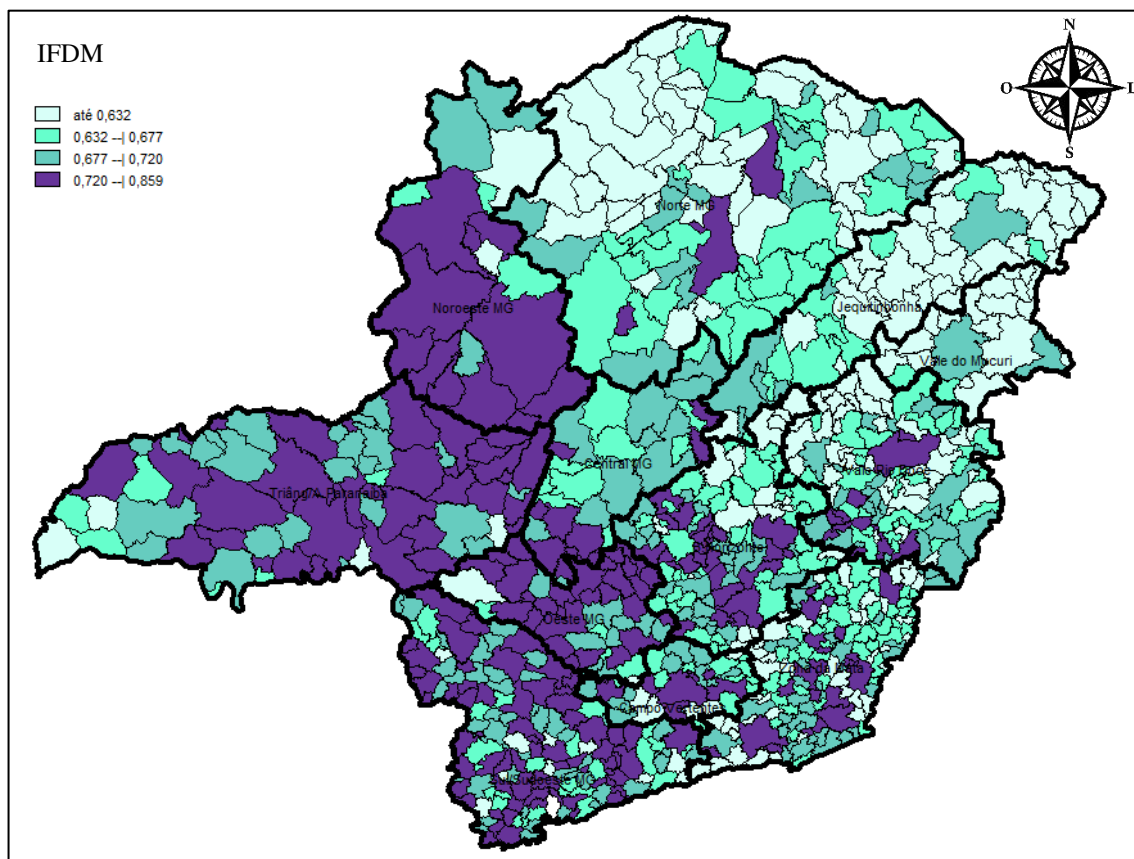


Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Anatel (2020).

Nesse sentido, é possível perceber a existência de disparidade na densidade de acessos à internet Banda Larga Fixa entre os municípios de Minas Gerais, em que aqueles das regiões norte e nordeste do estado tiveram menor densidade de acessos em relação às demais regiões. Essa divisão acontece de forma semelhante em questões socioeconômicas dos municípios, ou

seja, municípios mais pobres tendem a apresentar menores densidade de acessos à internet. Além disso, é possível visualizar que também acontecem disparidades entre municípios de mesma mesorregião, como na mesorregião da Zona da Mata. O mapa da Figura 2 permite visualizar essa disparidade regional por meio do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal do ano de 2016.

Figura 2 – Mapa do desenvolvimento municipal de Minas Gerais baseado no IFDM (2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à telefonia móvel, até 2020, apenas 86,04% dos municípios do estado de Minas Gerais possuíam conexão para a Quarta Geração de telefonia móvel, também conhecida como 4G. No Brasil, essa porcentagem sobe para 90,83% dos municípios (ANATEL, 2020).

Desse modo, o estado de Minas Gerais apresenta um potencial para a melhoria da infraestrutura de tecnologias da informação e comunicação, contudo existem disparidades no estado em relação ao acesso de tais tecnologias, havendo a necessidade de uma reflexão para a implementação de políticas públicas de educação voltadas para as TICs dentro do estado.

Portanto, a escolha do estado de Minas Gerais se justifica por apresentar representatividade regional, em que sua população relativamente numerosa apresenta diferentes

condições socioeconômicas, e uma variedade de contextos educacionais, possibilitando fornecer *insights* relevantes para a compreensão de como as TICs são adotadas em diferentes realidades educacionais.

1.2 O problema e sua importância

A utilização de tecnologias da informação e comunicação tem aumentado consideravelmente na década de 2010. No Brasil, segundo dados da Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL, o número de acessos à internet por meio de banda larga fixa mais do que dobrou de 2011 a 2020, passando de aproximadamente 189,8 milhões para 414,3 milhões de acessos, havendo um crescimento linear anual (ANATEL, 2020).

Em relação à telefonia móvel, o número de municípios brasileiros atendidos com tecnologia 4G também aumentou consideravelmente de 2013 a 2020, totalizando mais de 5 mil municípios atendidos em 2020 (ANATEL, 2020). Todavia, apesar da evolução ao longo dos anos, sabe-se que dentro de uma única cidade existem pontos em que a tecnologia 4G não chega, principalmente em municípios do interior. O número de acessos à telefonia móvel teve um crescimento até meados de 2015, quando sofreu uma queda e, a partir de 2016, se estabilizou, com densidade superior a 100% da população (ANATEL, 2020).

Este cenário de evolução tecnológica tem chegado às escolas brasileiras. Em 2014, segundo um estudo realizado pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto Br (2020), em 2014 apenas 46% das escolas públicas possuíam perfis em redes sociais eletrônicas. Esse percentual aumentou em 2019 para 73% das escolas públicas. No entanto, apenas 14% das escolas públicas possuíam ambiente virtual de aprendizagem, fazendo com que as redes sociais eletrônicas sejam os canais de comunicação mais utilizados entre escolas e alunos (NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR, 2020). Neste contexto, apesar da evolução tecnológica ao longo dos anos, existem muitos desafios para a utilização das tecnologias da informação e comunicação na educação.

Dentre as limitações existentes para o uso das TICs na educação, Rodrigues (2009) menciona a falta de laboratórios de informática, falta de equipamentos, infraestrutura, e de conhecimento e domínio necessários para que os professores utilizem as TICs na educação. No estudo realizado por Rezaei, Nazarpour e Emami (2011) são mencionados cinco desafios para a utilização de tecnologias da informação e comunicação na área da educação: desafios para a política e planejamento educacional; desafios de infraestrutura na educação com base nas TICs;

desafios da capacitação; desafios dentro da linguagem e conteúdo; e desafios relacionados ao financiamento do custo das TICs (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011).

Em relação aos desafios para política e planejamento educacional, os autores abordam sobre a clareza dos objetivos e diretrizes, além da importância de mobilizar recursos necessários para o alcance desses objetivos (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011). É fundamental que a implementação de uma política pública esteja alinhada com seus objetivos para que não haja distorções no resultado que possam prejudicar o bem-estar social (DYE, 2013).

Entretanto, antes da implementação de políticas educacionais baseadas nas TICs, é fundamental a existência de infraestrutura. Segundo Rezaei, Nazarpour e Emami (2011), é necessária a existência de salas adequadas, eletricidade, telefonia, internet e computadores nas escolas. Desse modo, é importante conhecer a realidade local para enfrentar os desafios de infraestrutura na educação com base nas TICs. De acordo com Rudhumbu (2020), professores de universidades de Zimbábue citaram a falta de planos de implementação de políticas relacionadas às TICs e infraestrutura insuficiente como principais barreiras na utilização das TICs.

A conectividade com a internet, por exemplo, tem sido uma limitação para a educação. Segundo Arruda (2020), o nível de pobreza das regiões norte e nordeste do Brasil afetam no baixo número relativo de acessos à internet. Além disso, existe um número considerável de estudantes que o telefone celular é o único meio de acesso à internet (NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR, 2020).

Em relação às limitações ligadas a capacitação e habilidades, segundo Tardif (2012), a formação dos professores contribui para os saberes docentes e suas habilidades, o que é fundamental para a prática do ensino. De acordo com Galperin e Vicens (2017), a falta de formação de professores para o uso das TICs pode ocasionar em efeitos negativos da utilização de computadores sobre o desempenho escolar. Segundo o Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto Br (2020), somente 33% dos professores, considerados no estudo do Núcleo em 2019, realizaram um curso específico para a utilização das TICs.

Em relação aos desafios dentro da linguagem e conteúdo, apesar do aumento da diversidade de idiomas disponíveis entre as TICs, a língua inglesa ainda é predominante, dificultando a compreensão do conteúdo em muitos casos (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011). Além do idioma estrangeiro, a linguagem computacional também é um desafio para uma parcela da população brasileira, fazendo com que o processo de ensino e aprendizagem por meio das TICs seja ineficiente.

Existem também as limitações relacionadas aos recursos financeiros. Rezaei, Nazarpour e Emami (2011) abordam os desafios do financiamento das TICs na educação, discutindo sobre o equilíbrio entre os objetivos educacionais e as questões econômicas, uma vez que os programas educacionais relacionados às TICs exigem financiamento considerável no desenvolvimento.

Por fim, pode-se citar a questão relacionada à disposição do docente para adoção de tecnologias e de novas tecnologias, uma vez que nem todas as pessoas possuem familiaridade e vontade de trabalhar com tecnologias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capacidade Estatal

Presente na literatura desde a década de 1970, o conceito de capacidade estatal possui várias definições tratadas por diversos autores, o que torna um termo complexo de ser tratado. Desse modo, é importante compreender a variedade conceitual de capacidade estatal para a elaboração e desenvolvimento de pesquisas.

O termo capacidade estatal tem origem em estudos da economia política e da sociologia, em pesquisas voltadas para a análise do papel do Estado no desenvolvimento, com foco na centralidade do Estado (AGUIAR; LIMA, 2019). Este termo tem sido tratado juntamente à governança pública, que está relacionada à competência do Estado em oferecer bem-estar para a sociedade (PETERS, 2012).

A capacidade estatal na visão de Tilly (1975) está ligada à formação do Estado por meio da monopolização do poder coercitivo na administração, em que o papel militar é fundamental para dar condições ao Estado de implementar políticas públicas. Nesse contexto, Tilly (1975) demonstra que as necessidades militares de alguns países europeus na guerra, como França, Inglaterra e Alemanha, são responsáveis pela formação dos Estados.

Já Theda Skocpol buscou demonstrar a relação entre Estado e desenvolvimento. Para a autora, capacidade estatal pode ser entendida como a capacidade do Estado em implementar objetivos oficiais, em que a estabilidade do controle administrativo/militar e a integridade soberana são fundamentais para a implementação de políticas públicas (SKOCPOL, 1979).

Assim como Theda Skocpol, Peter Evans também discutiu sobre a relação entre Estado e desenvolvimento. Para Evans (1995), a capacidade estatal está além das características do maquinário estatal, havendo também a relação do Estado e as estruturas sociais. Evans apresenta uma abordagem weberiana em seus estudos, e destaca a autonomia inserida como característica fundamental para a capacidade estatal (AGUIAR; LIMA, 2019).

Já Francis Fukuyama buscou discutir sobre o conceito de capacidade estatal associado ao de governança, definindo-a como a capacidade do governo em planejar, elaborar regras, fazer com que essas regras sejam cumpridas e de prestar serviços para a sociedade (FUKUYAMA, 2013). Para o referido autor, a autonomia dos burocratas é fundamental para que garantir a qualidade governamental.

Segundo Gomide, Pereira e Machado (2017), apesar da utilização do conceito de capacidade estatal em diferentes perspectivas metodológicas, trata-se de um conceito que não

é universalmente aceito, não havendo uma definição única para capacidade estatal. Além disso, o conceito carece de poder explicativo, com explicações tautológicas, tornando-o ainda mais complexo (GOMIDE; PEREIRA; MACHADO, 2017).

Tendo em vista a complexidade do conceito e as diversas perspectivas de sua utilização, Cingolani (2013) identificou sete dimensões relacionadas à capacidade estatal: 1) Coercitiva/Militar; 2) Fiscal; 3) Administrativa ou de implementação; 4) Transformativa ou de industrialização; 5) Relacional ou cobertura territorial; 6) Legal; 7) Política.

A dimensão coercitiva/militar está relacionada à capacidade militar do Estado em manter o território sob seu controle, buscando eliminar, tanto ameaças de conflito interno, quanto externo (CINGOLANI, 2013). Segundo Aguiar e Lima (2019), a capacidade coercitiva/militar está relacionada ao papel do Estado em garantir a ordem pública e a defesa territorial. Autores como Tilly (1975) e Skocpol (1979) se destacam em estudos sobre capacidade estatal coercitiva, abordando sobre o poder militar como determinante para as ações do Estado.

A dimensão relacionada à capacidade fiscal se trata do papel do Estado em extrair recursos financeiros da sociedade, como impostos e taxas (CINGOLANI, 2013). Para Tilly (1975), a capacidade fiscal está relacionada ao aparato repressivo e às atividades ligadas à guerra. De acordo com Besley e Persson (2009), a capacidade fiscal é fundamental para fomentar políticas públicas e para a realização de transferências financeiras.

Baseada na burocracia weberiana, a dimensão administrativa ou de implementação refere-se ao conjunto de habilidades dos burocratas em elaborar e implementar políticas públicas eficazes (WU; RAMESH; HOWLETT, 2015). De acordo com Cingolani (2013), a burocracia profissional sobrevive ao tempo dos governantes, sendo importante para a implementação de políticas públicas. De acordo com Gomide, Pereira e Machado (2017), pesquisas relacionadas à capacidade estatal afetando o desenvolvimento devem considerar as dimensões administrativa e fiscal, uma vez que o foco está voltado para a promoção da atividade econômica por meio de política públicas, organizações e instituições.

A dimensão transformativa ou de industrialização está relacionada à capacidade do Estado em intervir no sistema produtivo para influenciar a atividade econômica (CINGOLANI, 2013). Para Rueschemeyer e Evans (1985), é fundamental que haja uma burocracia nas organizações do Estado para que essa intervenção na economia seja eficaz.

A dimensão relacional ou cobertura territorial envolve a capacidade do Estado em internalizar as interações sociais em suas ações (CINGOLANI, 2013). Para Midgal (1988),

sociedades mais fortes são capazes de influenciar na capacidade do Estado em alcançar seus objetivos. Isso acontece devido à resistência da sociedade diante à intervenção do Estado (AGUIAR; LIMA, 2019).

Já a dimensão legal abrange a capacidade do Estado em garantir o cumprimento de regras legais (AGUIAR; LIMA, 2019). Com base em um governo limitado, a dimensão legal busca oferecer confiabilidade nos compromissos realizados, garantindo o cumprimento de contratos por meio de um conjunto de regras legais (CINGOLANI, 2013).

E, por fim, a dimensão política está relacionada ao poder dos líderes eleitos em virtude das tomadas de decisões de acordo com as prioridades políticas (AGUIAR; LIMA, 2019). Essa dimensão envolve a capacidade de formulação de políticas públicas dos *policymakers* e a influência dos políticos (CINGOLANI, 2013).

Diante da complexidade do termo relacionado à capacidade estatal, debatido por vários autores em diversas perspectivas, é importante compreender em qual dimensão o estudo se insere. Este trabalho apresenta uma abordagem voltada para a capacidade administrativa, em que ações dos burocratas, suas habilidades e a implementação de políticas públicas são fundamentais para garantir a utilização das TICs na educação.

Neste estudo se analisa a capacidade do estado em fornecer infraestrutura suficiente para que seja possível implementar políticas públicas voltadas para a utilização das TICs na educação pública.

A capacidade estatal de promover a infraestrutura para tecnologias da informação e comunicação é crucial para o desenvolvimento do país. A infraestrutura eficiente de TICs pode impulsionar o crescimento econômico, melhorar a qualidade de vida da população e elevar a competitividade do país no contexto global. Assim, é incumbência do Estado conceber políticas públicas que incentivem a construção e atualização da infraestrutura de TICs, por meio de investimentos públicos e incentivos fiscais para o setor privado.

Não obstante, a promoção da infraestrutura de TICs pelo Estado deve também considerar a inclusão digital da população, especialmente aquela em áreas remotas ou com baixa renda. É fundamental que o Estado garanta a acessibilidade à tecnologia para todos os cidadãos, prevenindo contra a criação de uma sociedade digital fragmentada. Para tal, é necessário investir em programas de inclusão digital, com estratégias que visem a capacitação e o acesso da população às TICs. Desse modo, a habilidade estatal de promover infraestrutura para TICs deve levar em conta tanto o desenvolvimento econômico quanto a inclusão social, assegurando um futuro mais equitativo e sustentável para o país.

2.2 A relação entre educação e as disparidades socioeconômicas

Acredita-se que o uso das TICs ajuda no processo de ensino e estudo, possibilitando a melhoria do desempenho escolar, melhorando os indicadores educacionais, como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

No entanto, um dos desafios no uso das TICs na educação brasileira se dá devido às disparidades socioeconômicas no país (SÁNCHEZ-CRUZ; MASINIRE; LÓPEZ, 2021). Entre as mesorregiões de Minas Gerais, por exemplo, existe uma diferença considerável no desenvolvimento, levando a uma série de fatores que podem dificultar a utilização das TICs na educação.

Essa desigualdade socioeconômica prejudica o desempenho escolar dos alunos. Segundo Bourdieu (1980), os indivíduos possuem um capital social que influencia no processo de aprendizagem. Desse modo, a família cujo capital econômico é maior que de outra família, tende a ter melhores condições de oferecer aos filhos contato cultural, como livros, filmes e viagens, facilitando a compreensão de determinado conteúdo devido à identificação, e este processo contribui para o aumento da desigualdade na educação.

As disparidades socioeconômicas constituem um processo desafiador para o uso das TICs na educação. O baixo nível de desenvolvimento corresponde às limitações de acesso a produtos e serviços, públicos ou privados, geradas pela falta de oportunidades em obter um emprego digno e uma renda que dê a possibilidade de as pessoas consumirem além das necessidades básicas (SEN, 2011). Pessoas que estão no nível mais baixo de desenvolvimento, normalmente, possuem mais dificuldades de ter acesso às TICs por meio de recursos próprios, de modo a possibilitar o uso para a educação, devido à necessidade de sobrevivência que se sobrepõe à compra de equipamentos eletrônicos e serviços de comunicação.

A questão regional pode ser um fator preocupante para a implementação de TICs na educação, devido às diversas limitações para se ter o acesso às capacidades básicas em regiões mais pobres (ARRUDA, 2020). Todavia, mesmo em municípios ricos, existem pessoas vivendo em extrema pobreza, uma vez que a pobreza pode se concentrar em diferentes pontos dentro do município.

Alguns fatores como a extensão territorial, clima, cultura e urbanização contribuem para o aumento das disparidades regionais. Nesse sentido, é fundamental compreender as necessidades específicas de cada região, respeitando suas particularidades. De acordo com Myrdal (1963), as disparidades regionais são agravadas pelo próprio desenvolvimento, visto

que as regiões mais desenvolvidas possuem mais recursos, maior capacitação dos profissionais e melhores condições de saúde, o que atrai a atenção de investidores, enquanto as regiões menos desenvolvidas possuem menos pessoal qualificado, maior proporção de idosos e menos oportunidade para trabalho, fazendo com que a população ativa profissionalmente procure municípios mais desenvolvidos, além de não despertar interesse para investimentos privados.

Para Williamson (1965), os problemas relacionados às disparidades regionais não são simples. Os resultados de sua pesquisa sugerem que a desigualdade regional é maior na fase inicial do desenvolvimento do país em razão de uma série de efeitos responsáveis pelo desequilíbrio entre as regiões, e que nas etapas mais maduras do desenvolvimento, as disparidades regionais são reduzidas.

No Brasil, o problema com as disparidades regionais tem a origem no período colonial, ainda no processo de ocupação territorial, formando um espaço econômico desfavorável para algumas regiões e privilegiando outras, resultando em um mercado desequilibrado, e afetando a situação das dimensões educação, saúde, moradia, emprego, renda e qualidade de vida (DINIZ, 2002). Para Barros (2011), as disparidades regionais estão relacionadas com fatores que vão além das falhas de mercado, pois mesmo que o mercado esteja em bom funcionamento, as disparidades ainda existiriam devido às especializações de cada região nos setores do mercado.

Desse modo, o desenvolvimento contribui para atrair os recursos necessários para seu próprio crescimento, como apontado por Williamson (1965) e Myrdal (1963), fazendo com que as dimensões educação, saúde e renda tenham a possibilidade de melhorar seus serviços. O problema, é o resultado negativo desse processo, como a migração de mão de obra, capital financeiro e intelectual, das regiões mais pobres para as mais ricas.

Acredita-se que seja necessária a existência de infraestrutura de qualidade nos municípios para que a utilização das TICs nas atividades educacionais seja eficaz, resultando na melhoria do desempenho na educação. No entanto, as áreas de melhor infraestrutura estão em regiões mais desenvolvidas.

As regiões com baixa infraestrutura possuem maior dificuldade para a implementação de atividades que utilizam as TICs. Desse modo, é necessário que haja investimento em infraestrutura de TICs, antes que sejam cobradas atividades que utilizam TICs na educação.

2.3 Utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação

A busca pela melhoria da qualidade da educação tem sido objeto de estudo de muitas pesquisas. A qualidade da educação está relacionada a uma série de elementos condicionantes, como por exemplo, a formação e renda dos professores, infraestrutura da escola, condição socioeconômica dos alunos, distorção da idade e série, evasão escolar, número de alunos por turma, escolaridade dos pais (principalmente da mãe), tempo de dedicação aos estudos fora da sala de aula, conteúdos complementares de estudo, entre outros (BECKER, 1993).

O estudo de Hanushek (2011), por exemplo, indica que recompensas econômicas apropriadas podem afetar positivamente o desempenho de professores particularmente eficazes, resultando na melhoria da qualidade da educação. O autor ainda comenta que eliminar professores ineficazes, pode contribuir para o aumento do desempenho escolar e para o aumento salarial dos demais professores (HANUSHEK, 2011).

Já a pesquisa de Giroto (2019), abordou sobre a Base Nacional Comum Curricular. Dentre os resultados, destaca-se a questão da desigualdade na educação brasileira, podendo afetar o processo de ensino e aprendizagem.

Mendes et al. (2022) realizaram uma pesquisa sobre os efeitos dos investimentos públicos educacionais na qualidade da educação brasileira. Os resultados apontaram que os investimentos influenciam positivamente a qualidade da educação e ainda, destacou a questão regional como um fator importante para a qualidade da educação.

O trabalho de Mello e Bertagna (2016) apresentou uma discussão sobre a qualidade da educação, utilizando uma abordagem qualitativa de análise. Dentre os resultados, as autoras destacam a desigualdade socioeconômica da sociedade, o que implica nos resultados educacionais.

Uma forma do estudante aprimorar os estudos e, conseqüentemente, melhorar a educação é por meio do auxílio das TICs. As tecnologias da informação e comunicação são consideradas um conjunto de recursos tecnológicos que oferece informação e comunicação. Desse modo, as TICs possuem um papel complementar no aprendizado, dando suporte ao processo educacional, permitindo o aumento da produtividade e contribuindo com o aprendizado do aluno (DORUP, 2004).

Trabalhos como os de Rodrigues (2009), Rezaei, Nazarpour e Emami (2011), Chaquime e Mill (2016), Oliveira, Cunha e Nakayama (2016), Galperin e Viçens (2017) e Samussne et al. (2021) buscaram abordar a relação entre a educação e as TICs.

Rodrigues (2009), em seu estudo, buscou avaliar o posicionamento dos professores de uma escola pública da cidade de Florianópolis, em relação aos desafios da utilização das TICs na prática docente. Os resultados apontaram algumas limitações para o uso das TICs, como a inexistência de laboratórios de informática, número insuficiente de equipamentos e falta de profissionais para apoio técnico.

Em 2011, Rezaei, Nazarpour e Emami (2011) publicaram uma pesquisa com o intuito de discutir sobre algumas limitações do uso das TICs na educação. Trata-se de um artigo de revisão, no qual os autores destacam os desafios para a política e planejamento educacional, os desafios de infraestrutura na educação com base nas TICs, os desafios da capacitação, os desafios dentro da linguagem e conteúdo, e os desafios relacionados ao financiamento do custo das TICs.

A pesquisa de Chaquime e Mill (2016) teve como objetivo, analisar a contribuição da atuação na tutoria virtual de cursos de educação à distância (EaD), por meio das TICs, no desenvolvimento profissional do docente. Dentre os resultados, foi possível observar que a experiência com a tutoria virtual é um elemento importante para o desenvolvimento profissional do docente.

O trabalho de Oliveira, Cunha e Nakayama (2016) teve como objetivo, analisar a literatura sobre a utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) no gerenciamento na modalidade de educação à distância. O estudo apresenta como principal contribuição, a discussão da gestão da educação à distância por meio do AVA.

Galperin e Vicens (2017) realizaram uma revisão de literatura sobre a influência das tecnologias da internet sobre as dimensões do desenvolvimento, como a educação. Os resultados apontam a necessidade de um conjunto de habilidades para a utilização das tecnologias, bem como o investimento em capital humano para o aprimoramento dessas habilidades.

O estudo de Samussne et al. (2021) avaliou os fatores que influenciam a possibilidade da utilização das TICs na educação em Moçambique por meio da percepção dos professores. Os resultados indicaram 3 fatores de influência: a expectativa de desempenho, as condições facilitadoras e a expectativa de esforço.

O avanço tecnológico tem permitido cada vez mais que as pessoas tenham acesso à informação. O que antes era divulgado apenas em rádios e jornais, com o tempo televisões foi ganhando espaço, até chegar ao uso da internet, onde os conteúdos são acessados com maior flexibilidade e maior rapidez.

Além da internet, redes de telefonia, computadores, celulares e similares também têm evoluído consideravelmente, aumentando o desempenho das TICs e possibilitando o aumento do acesso à informação e comunicação. Segundo Galperin e Viegas (2017), as economias mais avançadas estão tendo resultados positivos na luta contra pobreza devido aos investimentos realizados para disponibilizar internet.

Na educação, as TICs têm sido uma importante ferramenta para o aprendizado dos alunos e também de professores (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008; LEONEL et al., 2019). O acesso à internet, por exemplo, possibilita que as pessoas tirem dúvidas sobre determinado conteúdo escolar, facilitando o aprendizado dentro da sala de aula. Além disso, a interação com outros alunos pode ser realizada por meio da internet e telefone, aumentando as opções de comunicação entre alunos, o que também possibilita o esclarecimento de dúvidas no conteúdo.

Segundo Zhang (2007), apesar dos avanços das TICs, a cultura de um país, juntamente com outros fatores sociais, são responsáveis por criar uma cultura pedagógica, capaz de influenciar na utilização das TICs na educação, tornando-se necessário a adoção de abordagens culturalmente adaptativas. A questão cultural na educação é abordada por Bourdieu (1980), indicando a importância da criação de um capital social, ou capital cultural, no desempenho da educação.

Muitas pessoas não possuem condições econômicas para adquirir um computador, telefone celular ou ter o acesso à internet em seus aparelhos. Além disso, em vários locais, os acessos à internet e telefonia são muito limitados, principalmente em localidades rurais, onde a infraestrutura é precária, restringindo o acesso dos benefícios do uso das TICs (ARRUDA, 2020).

Segundo os estudos de Zhang (2007) e Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher, (2017), dentre os desafios para os educadores, estão a questão da infraestrutura, a busca por profissionais dispostos a novas ideias e tecnologias, e conduzir as TICs de forma sistêmica para a mudança nas escolas.

Com a paralização das aulas presenciais devido à pandemia da Covid-19 em 2020, as TICs começaram a ser vistas como uma alternativa para a continuação das aulas, tanto na rede pública, como, principalmente, na rede privada de ensino (ARRUDA, 2020; COUTO; COUTO; CRUZ, 2020). Todavia, as limitações socioeconômicas e de infraestrutura dificultam o uso da tecnologia na educação, o que mostra a complexidade do problema e a importância de ações a serem tomadas. Segundo os estudos de Silva (2011) e Sánchez-Cruz, Masinire e López (2021),

a dependência pela internet para continuação das atividades escolares implica em maior desigualdade, podendo prejudicar o processo de educação.

O uso das TICs como suporte para educação pode contribuir para a melhoria da qualidade educacional, mas a baixa condição socioeconômica de muitos brasileiros dificulta o acesso às TICs e à infraestrutura de comunicação. Do mesmo modo, a posição geográfica também influencia neste processo de utilização das TICs, havendo a necessidade implementação de políticas públicas voltadas para redução da pobreza e para a melhoria da infraestrutura.

2.4 Educação e Desenvolvimento

As discussões sobre desenvolvimento começaram a tomar maiores proporções a partir da Segunda Guerra Mundial, com um conceito relacionado à renda e que era sinônimo de crescimento econômico. Dentre os primeiros estudos de desenvolvimento, estão os modelos de crescimento econômico de Harrod-Domar e de Solow (TODARO; SMITH, 2012).

O modelo de Harrod-Domar se baseava em ideias keynesianas, em que a poupança tinha um papel fundamental no crescimento da economia (HARROD, 1939; DOMAR, 1946). Já o modelo de Solow considerava, além da poupança, o crescimento populacional e o avanço da tecnologia como elementos para o crescimento econômico (SOLOW, 1956).

Com o passar dos anos, o conceito de desenvolvimento começou a evoluir e deixou de ser visto como apenas um sinônimo de crescimento econômico, se tornando algo mais complexo, dando espaço para elementos sociais como educação, longevidade e saneamento básico (TODARO; SMITH, 2012).

Na visão de Sen (2011), o crescimento econômico está relacionado ao desempenho dos setores no mercado, gerando emprego e renda à população, enquanto o desenvolvimento é algo mais complexo, envolvendo a liberdade e o acesso às capacidades básicas, garantindo a qualidade de vida, justiça e preservando a cultura existente. O fato de haver um crescimento econômico, não significa que determinado município seja desenvolvido, uma vez que o desenvolvimento depende também dos outros fatores.

Nesse conceito, a educação ganha papel fundamental no desenvolvimento. A Teoria do Capital Humano explica a relação do desenvolvimento com a educação e saúde (SCHULTZ, 1961; MINCER, 1974; BECKER, 1993; HANUSHEK, 2013). No caso da saúde, o organismo saudável permite o indivíduo a melhorar suas habilidades e, conseqüentemente, aumentar a produtividade, resultando no aumento da renda. Para aprimorar suas habilidades, o indivíduo

precisa ainda aprimorar seus conhecimentos, o que é realizado por meio do processo de educação.

Segundo Hanushek e Woessmann (2009), o aumento de habilidades cognitivas ao longo dos anos, permitiu que países melhorassem seu crescimento econômico. Hanushek (2013) afirma que países em desenvolvimento terão dificuldades em relação ao desempenho econômico, caso não melhorarem a qualidade da educação escolar.

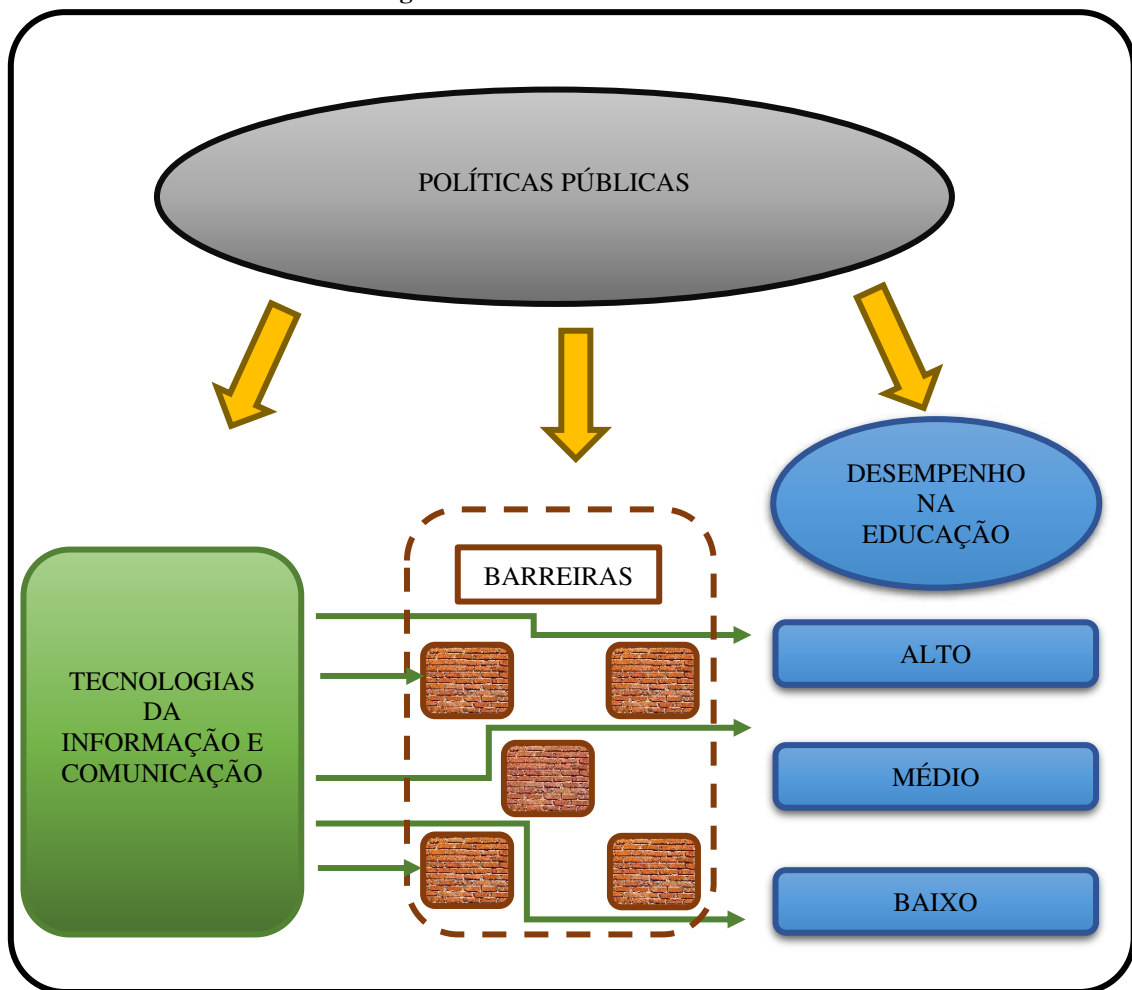
A educação ainda permite a melhoria da saúde, uma vez que o indivíduo adquire maior conhecimento para fazer escolhas mais saudáveis, conscientizando-o, por exemplo, a fazer uma alimentação balanceada, praticar atividades físicas e ir ao médico periodicamente (BECKER, 1993). Além do mais, como a educação contribui na melhoria da renda, o indivíduo tem melhores condições em executar tais ações, refletindo em sua qualidade de vida (SEN, 2011).

Além disso, a educação permite quebrar o ciclo intergeracional da pobreza, responsável por fazer com que o indivíduo fique preso às condições socioeconômicas de sua família, quebrando o círculo vicioso do ciclo intergeracional da pobreza, o que é fundamental para o desenvolvimento.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir dos conceitos e discussões apresentados no referencial, neste tópico são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Na Figura 3 apresenta-se o modelo analítico desta pesquisa, considerando que a utilização das TICs pode afetar positiva ou negativamente o desempenho na educação. No entanto, existem barreiras que limitam a utilização dessas tecnologias, o que pode comprometer os resultados da educação. Para isso, as políticas públicas surgem como fatores que podem contribuir para a redução dessas barreiras.

Figura 3 – Modelo analítico da Tese



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos objetivos propostos nesta pesquisa, adotar-se-á uma abordagem metodológica quantitativa e qualitativa para a tratamento e análise de dados. Para tanto, os procedimentos metodológicos foram divididos em quatro etapas, buscando atender a cada objetivo específico. Os métodos quantitativos e qualitativo utilizados para a análise de dados são descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição das técnicas empregadas

ETAPA	OBJETIVO	TÉCNICA EMPREGADA	COLETA DE DADOS	UNIDADE DE ANÁLISE
ETAPA 1	Analisar a discussão sobre o uso das TICs realizada na literatura científica nacional e internacional.	Revisão Integrativa -Nuvem de palavras -Método de Reinert -Análise Fatorial de Correspondência -Análise de Similitude	-Dados secundários	Artigos publicados em periódicos
ETAPA 2	Avaliar a relação entre as TICs e o desempenho educacional do ensino fundamental dos municípios de Minas Gerais.	-Regressão Linear Múltipla -Regressão Quantílica	-Dados secundários	Municípios Mineiros
ETAPA 3	Localizar áreas com maiores limitações para a utilização das TICs na educação básica, e as variáveis mais importantes para tomadas de decisão, considerando os fatores que influenciam a adoção destas tecnologias e os resultados educacionais.	Modelagem Híbrida Multidimensional -Semivariograma -Krigagem -Machine Learning	-Dados secundários	Municípios Mineiros
ETAPA 4	Identificar as percepções de atores envolvidos no processo de educação por meio das TICs.	Análise de Conteúdo -Nuvem de palavras -Método de Reinert -Análise Fatorial de Correspondência -Análise de Similitude	-Dados primários -Entrevistas semiestruturadas	Municípios selecionados em Minas Gerais

Fonte: Elaboração própria.

No estágio inicial qualitativo (Etapa 1), foram avaliados os artigos publicados em periódicos. Nos estágios quantitativos (Etapa 2 e Etapa 3), todos os municípios em Minas Gerais com dados acessíveis foram examinados, utilizando dados secundários coletados. Finalmente, na última etapa, foram realizadas entrevistas com *stakeholders* em municípios de Minas Gerais, selecionados com base na estratificação da análise geoestatística e considerando as 12 mesorregiões do estado. Os procedimentos metodológicos empregados em cada fase são descritos em maior detalhe abaixo.

3.1 Revisão Integrativa

A fim de atender o primeiro objetivo específico da pesquisa, foi realizada uma abordagem metodológica qualitativa para a execução da análise. Para tanto, foi utilizado o método de Revisão Integrativa, para análise a partir de artigos já publicados em periódicos científicos.

A revisão integrativa pode ser entendida como um procedimento metodológico baseado em revisão de literatura, onde se analisa pesquisas teóricas e empíricas (WHITTEMORE;

KNAF, 2005). Segundo Souza, Silva e Carvalho (2010), este método é indicado para se iniciar uma pesquisa, buscando o conhecimento do assunto por meio de pesquisas já publicadas.

A coleta de dados foi realizada a partir das bases do *Web of Science (WOS)* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, que são plataformas que dão acesso a trabalhos científicos. A escolha pelas bases se deve à confiabilidade, acessibilidade e pela relevância no meio acadêmico, possibilitando a pesquisa em diversos periódicos nacionais e internacionais.

Para a seleção dos artigos, foi realizado um procedimento de filtragem, buscando no campo de pesquisas avançadas das páginas eletrônicas das bases do *Web of Science* e *SciELO*. A busca foi realizada pelos títulos, resumos, palavras-chave do autor e *Keywords Plus* dos artigos, utilizando os descritores “TICs”, “tecnologia da informação e comunicação”, “educação”, “ICTs” “*information and communication technology*” e “*education*”. Para o procedimento de busca nas bases, foram utilizados operadores booleanos, a fim de combinar os descritores e melhorar a filtragem dos artigos. Não foi delimitado um período de publicação, uma vez que se viu importante analisar tanto artigos mais antigos quanto mais recentes.

Para conduzir a revisão integrativa, foi realizada uma análise dos resumos e conclusões dos artigos empregando 4 técnicas: nuvens de palavras; Classificação Hierárquica Descendente, também conhecida como método de Reinert; Análise Fatorial de Correspondência – AFC; e Análise de Similitude.

Para a criação das nuvens de palavras dos resumos e conclusões das literaturas nacional e internacional, foram consideradas as palavras que se repetiram pelo menos 10 vezes ao longo dos textos da literatura nacional e pelo menos 40 vezes para os textos da literatura internacional. A discrepância ocorre devido à maior quantidade de artigos internacionais encontrados em comparação com os artigos nacionais. Na análise, foram excluídas palavras que pertencem às categorias gramaticais de advérbios, artigos, onomatopeias, pronomes e preposições.

A técnica de nuvem de palavras é um recurso visual empregado para retratar a frequência de palavras presentes em um conjunto de dados textuais. Essa técnica se destaca por ser uma maneira efetiva de identificar rapidamente as palavras mais comuns em um *corpus* específico, enfatizando as palavras mais relevantes ou significativas. A nuvem de palavras é criada a partir de uma lista de palavras selecionadas a partir dos dados textuais, onde as palavras são dimensionadas com base em sua frequência, fazendo com que as palavras mais frequentes sejam maiores e mais proeminentes (CAMARGO; JUSTO, 2013).

Em seguida, foi utilizada a técnica da Classificação Hierárquica Descendente, também conhecida como método de Reinert, com o intuito de para analisar os dados por meio de

dendrogramas das classes. Trata-se de uma técnica de análise de dados que possibilita a hierarquização de objetos ou variáveis a partir de sua similaridade e dissimilaridade. A partir da formação de grupos maiores, estes são divididos em subgrupos menores, de acordo com a sua afinidade. Essa técnica possibilita a visualização da estrutura dos dados de forma hierárquica, o que facilita a interpretação e identificação de padrões e tendências (CAMARGO; JUSTO, 2013).

Para a execução da análise de Classificação Hierárquica Descendente, procedeu-se à exclusão dos termos pertencentes às classes gramaticais de advérbios, artigos, onomatopéias, pronomes e preposições. O estudo foi conduzido a partir da análise dos resumos e das conclusões dos artigos provenientes da literatura nacional e internacional.

Já a Análise Fatorial de Correspondência – AFC foi utilizada para representar graficamente a distribuição das classes de vocabulário no texto. Esta técnica permite examinar dados de natureza qualitativa e detectar padrões de associação entre variáveis categóricas. Por meio da AFC, é possível reduzir a dimensionalidade dos dados e estabelecer variáveis latentes que sintetizam as informações contidas nas variáveis originais. Uma das vantagens desta técnica é capacidade de lidar com um volume considerável de dados e várias categorias, permitindo a identificação de relações entre as variáveis e a visualização das categorias mais relevantes para a análise (CALADO; SATOLO, 2022).

Na Análise Fatorial de Correspondência também foi feita retirada dos termos das classes gramaticais de advérbios, artigos, onomatopéias, pronomes e preposições, analisando os resumos e conclusões dos artigos.

Por fim, a Análise de Similitude foi aplicada como uma estratégia para gerar grafos que evidenciam as conexões semânticas entre as palavras mais frequentes no corpo textual. Trata-se de uma técnica estatística que objetiva medir a similaridade entre objetos ou indivíduos por meio da comparação das suas características, com a finalidade de estabelecer o grau de semelhança entre eles. A análise de similitude possibilita, ainda, a clusterização de objetos e indivíduos em grupos homogêneos, facilitando a interpretação dos dados e a identificação de padrões e tendências. Em face da complexidade dos dados analisados, a Análise de Similitude é uma técnica fundamental para a análise de dados em diferentes tipos de dados, incluindo dados categóricos, ordinais e contínuos. (CAMARGO; JUSTO, 2013).

No intuito de efetivar a Análise de Similitude, procedeu-se com a exclusão das palavras de classes gramaticais específicas, tais como advérbios, artigos, onomatopéias, pronomes e preposições. A literatura nacional foi analisada com base em palavras que apresentaram

frequência mínima de 10 ocorrências, enquanto que, para a literatura internacional, foram consideradas palavras com frequência mínima de 40 ocorrências.

3.2 Regressão Linear Múltipla e Regressão Quantílica

Esta etapa da pesquisa tem uma abordagem quantitativa, na qual buscou analisar todos os municípios do estado de Minas Gerais com dados disponíveis no ano de 2019. A escolha do ano se justifica por ser o último com dados disponíveis. O estado de Minas Gerais, mesmo sendo um dos estados com elevado número acessos à internet e telefonia móvel, segundo a Anatel (2020), é também um estado com disparidades socioeconômicas intra e inter-regionais (IBGE, 2020). Minas Gerais reúne características que muitos pesquisadores consideram como uma síntese do Brasil, o que justifica a escolha pelo estado.

Considerando as características apresentadas pelo estado de Minas Gerais, visando atender ao segundo objetivo específico, foram utilizados os métodos de Regressão Linear Múltipla e Regressão Quantílica com o intuito de avaliar os efeitos das TICs no indicador de desempenho educacional, representado pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). As variáveis utilizadas nesta etapa podem ser visualizadas no Quadro 2.

Historicamente, a técnica de regressão foi primeiramente desenvolvida por Francis Galton. Destaca-se, portanto, o papel da regressão em estabelecer padrões ainda não vistos e responder perguntas que ainda não foram feitas (GUJARATI; PORTER, 2011).

Nesta pesquisa, primeiramente foi utilizada a regressão linear múltipla, que é “uma técnica estatística, descritiva e inferencial, que permite a análise da relação entre uma variável dependente (Y) e um conjunto de variáveis independentes (X’s)” (PESTANA; GAGEIRO, 2008, p. 474). Por meio desta técnica, é possível avaliar o comportamento da variável dependente em relação às variáveis independentes (HAIR JR. et al., 2009).

Na Equação 1, é possível visualizar a equação da Regressão Linear Múltipla, em que o Y é a variável dependente, α é o intercepto, $b_{1, 2, \dots, k}$ são os coeficientes de regressão, $X_{1, 2, \dots, n}$ são as variáveis independentes, o μ é o termo de erro, e os subscritos i são cada uma das observações (FÁVERO, 2015).

$$Y_i = \alpha + b_1 \cdot X_{1i} + b_2 \cdot X_{2i} + \dots + b_k \cdot X_{ki} + \mu_i \quad (1)$$

Foram realizados testes para avaliar os pressupostos de homocedasticidade, normalidade e multicolinearidade, além do nível de significância global do modelo. O teste de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg teve a função de analisar a homocedasticidade, os testes de

Shapiro-Wilk e de Shapiro-Francia para verificar a normalidade da distribuição dos resíduos, o teste *Variance Inflation Factor* (VIF) para identificar presença de multicolineariedade entre as variáveis explicativas, e o teste F para testar a significância global do modelo de regressão.

Em seguida, foi utilizada regressão quantílica. A escolha da regressão quantílica se deve ao fato desta técnica avaliar o comportamento do desempenho educacional em diferentes níveis diante das variáveis independentes. Ou seja, enquanto a regressão linear múltipla analisa a média dos valores, a regressão quantílica permite estudar valores discrepantes, sendo mais robusta para os pressupostos de regressão. Isso possibilita analisar os efeitos das TICs em grupos de municípios que tiveram notas mais altas, ou notas mais baixas no IDEB.

De acordo com Cameron e Trivedi (2009, p. 85), a Regressão Quantílica é utilizada quando há o interesse de compreender o comportamento da variável dependente em quantis condicionais. Segundo Koenker (2005, p. 25), a Regressão Quantílica possibilita uma maneira de explorar as fontes de heterogeneidade na resposta que estão associadas às covariáveis. As variáveis utilizadas nos modelos de regressão são descritas no Quadro 2.

Nesse sentido, o método de Regressão Quantílica pode ser descrito de acordo com a Equação 2, em que: Q é o resultado para o Quantil N e o β é o coeficiente do modelo (CAMERON; TRIVEDI, 2009, p. 87).

$$Q_N(\beta_Q) = \sum_{i: y_i \geq x'_i \beta} q |y_i - x'_i \beta_Q| + \sum_{i: y_i < x'_i \beta} (1 - q) |y_i - x'_i \beta_Q| \quad (2)$$

A variável dependente deste estudo corresponde à média municipal do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do ensino fundamental de escolas públicas. Este índice permite mensurar o desempenho dos estudantes e avaliar quantitativamente o ensino fundamental das escolas públicas dos municípios mineiros.

Com o fim de compreender o comportamento do IDEB em diferentes quantis em relação às variáveis independentes, foram estimadas regressões quantílicas para os quantis 25%, 50% (mediana) e 75%. A regressão para 25% capta os efeitos das variáveis independentes sobre o IDEB dos municípios que apresentaram menor desempenho. Já a regressão para 75% apresenta os resultados para os municípios de maior desempenho. A Regressão Quantílica na mediana (50%), segundo Koenker (2005), é menos sensível aos *outliers*, deixando o resultado mais robusto.

Quadro 2 – Descrição das variáveis utilizadas nos modelos de regressão tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variável Dependente		Descrição	Fonte		Literatura
IDEB		Média do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do ensino fundamental de escolas públicas.	INEP		(COSTA-HÜBES, 2013; MELLO; BERTAGNA, 2016)
Variáveis Independentes		Descrição	Fonte	Expec.	Literatura
TICs	Internet nas escolas	Taxa de alunos em escolas com Internet no ensino fundamental.	IMRS	+	(RODRIGUES, 2009)
	Laboratório	Taxa de alunos em escolas com laboratório de informática no ensino fundamental.	IMRS	+	(RODRIGUES, 2009)
	Banda Larga	Número de acessos Banda Larga fixa dividido pelo número de habitantes do município.	ANATEL	+	(RODRIGUES, 2009)
	Telefonia Móvel	Número de acessos à telefonia móvel dividido pelo número de habitantes do município.	ANATEL	+	(RODRIGUES, 2009)
Variáveis de controle	Alunos por Turma	Média de alunos por turma.	INEP	-	(FIALHO; SCALDAFERRI, 2018)
	AFD grupo 1 *	Adequação da Formação Docente (AFD): Percentual de docentes com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona.	INEP	+	(FIALHO; SCALDAFERRI, 2018)
	AFD grupo 5 *	Adequação da Formação Docente (AFD): Docentes sem formação superior.	INEP	-	(FIALHO; SCALDAFERRI, 2018)
	Distorção idade-série	Taxa de distorção idade-série.	INEP	-	(RIND et al., 2022)
	Despesa educacional	Despesa liquidada com educação dividida pelo número de habitantes.	INEP	+	(MENDES et al., 2022)
	Despesa com saúde	Despesa liquidada com saúde dividida pelo número de habitantes.	FINBRA	+	(BECKER, 1993)
	PIB per capita	Produto Interno Bruto dividido pelo número de habitantes.	IBGE	+	(MENDES et al., 2022)
Densidade demográfica	Número de habitantes dividido pela área geográfica do município em quilômetros quadrados.	IBGE	+	(JESUS et al., 2019)	

Fonte: Elaboração própria.

Nota: *As variáveis AFD possuem 5 grupos no total.

As variáveis independentes são formadas por variáveis de interesse do estudo e também por variáveis de controle. As variáveis de interesse são relacionadas às TICs, considerando internet e laboratórios de informática nas escolas, acessos à internet banda larga no município e à telefonia móvel no município.

As variáveis de controle são formadas por um conjunto de elementos que também afetam a variável dependente, com o intuito de controlar a análise. Sendo assim, referindo-se às variáveis das dimensões educação, saúde, econômica, financeira, urbanização.

3.3 Modelagem Híbrida Multidimensional

Esta etapa possui uma abordagem quantitativa que buscou analisar municípios de Minas Gerais no período de 2019, considerando a disponibilidade de dados. A escolha pelos municípios de Minas Gerais se dá pelo fato da heterogeneidade socioeconômica do estado (IBGE, 2020), além de ser um dos estados com maior acesso à internet e telefonia móvel (ANATEL, 2020). A descrição das variáveis utilizadas pode ser visualizada no Quadro 3.

Buscando atender ao terceiro objetivo específico, propôs a utilização de uma modelagem híbrida multidimensional, a qual combinou a técnica de análise geoestatística com a modelagem do *Machine Learning*. Tal análise tem por propósito conhecer as áreas de maior e menor limitações para oferecer educação com suporte das TICs, e as variáveis mais importantes para o processo de tomada de decisão. Tal análise leva em consideração o desempenho na educação, a infraestrutura dos municípios relacionada à sinais de telefonia, acesso à internet e acesso a computadores.

Segundo Cressie (2015), estudos que apresentam dados com localização espacial diferente, necessitam desenvolver modelos que indicam a existência de dependência entre medições em locais diferentes. Desse modo, a geoestatística é apresentada como uma importante ferramenta de análise.

A análise de geoestatística se trata de um estudo da estatística que analisa variáveis regionalizadas para a avaliação da variabilidade espacial, levando em consideração a relação entre pontos amostrados vizinhos georreferenciados de uma área de interesse (RIOS, 2018, p. 1). Portanto, a análise geoestatística realiza a interpolação de dados geoposicionados.

De acordo com Yamamoto e Landim (2013, p. 10), a análise de geoestatística possibilita a compreensão da “aparente aleatoriedade dos dados, os quais apresentam, porém, uma possível estruturação espacial, estabelecendo, desse modo, uma função de correlação espacial”. Por meio dessa correlação existente entre vizinhos, é possível estimar valores para determinados pontos de análise. Quanto menor a distância entre os pontos amostrados na interpolação, maior será a probabilidade desses pontos apresentarem semelhanças.

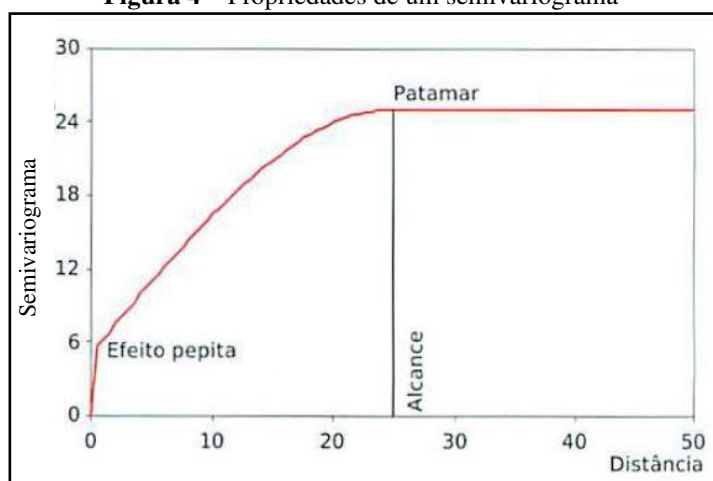
Neste estudo, primeiramente, foi utilizada a técnica de Semivariograma. Segundo Yamamoto e Landim (2013), o semivariograma mensura a semivariância entre pontos amostrais estabelecidos em uma determinada distância. Os componentes do semivariograma são o alcance, o patamar e o efeito pepita. O alcance é o ponto limite onde se tem continuidade espacial, ou seja, é o ponto que delimita a distância máxima da área amostrada capaz de afetar a variabilidade dos dados.

Quadro 3 – Descrição das variáveis utilizadas na geoestatística

Variáveis	Descrição	Fonte
IDEB	Média do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) municipal do ensino fundamental de escolas públicas.	INEP
Internet nas escolas	Taxa de alunos em escolas com Internet no ensino fundamental.	IMRS
Banda Larga	Número de acessos Banda Larga fixa dividido pelo número de habitantes do município.	ANATEL
4G	Acesso à quarta geração de telefonia móvel (4G).	ANATEL
Telefonia Móvel	Número de acessos telefonia móvel dividido pelo número de habitantes do município.	ANATEL
Alunos por Turma	Média de alunos por turma.	INEP
AFD grupo 1	Adequação da Formação Docente (AFD): Percentual de docentes com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona.	INEP
AFD grupo 5	Adequação da Formação Docente (AFD): Docentes sem formação superior.	INEP
Distorção idade-série	Taxa de distorção idade-série.	INEP
Despesa educacional	Despesa liquidada com educação dividida pelo número de habitantes.	INEP
Despesa com saúde	Despesa liquidada com saúde dividida pelo número de habitantes.	FINBRA
Laboratório	Taxa de alunos em escolas com laboratório de informática no ensino fundamental.	IMRS
Densidade demográfica	Número de habitantes dividido pela área geográfica do município em quilômetros quadrados.	IBGE
PIB per capita	Produto Interno Bruto dividido pelo número de habitantes.	IBGE

Fonte: Elaboração própria.

O patamar é o ponto da semivariância onde se dá a estabilidade na variabilidade dos dados. E o efeito pepita é a variabilidade espacial que não se consegue mensurar na curta escala (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). A representação de um semivariograma pode ser visualizada na Figura 4.

Figura 4 – Propriedades de um semivariograma

Fonte: Yamamoto e Landim (2013, p. 41).

O semivariograma permite constatar a existência de dependência espacial do atributo mapeado dos pontos amostrais que possuem uma distância definida, o que permite avançar com a análise de geoestatística utilizando outro método, que no caso deste estudo, foi a Krigagem. Quando não existe variabilidade espacial, acontece o efeito pepita puro, não sendo possível aplicar a krigagem. Os modelos utilizados neste estudo para a construção dos semivariogramas, foram os modelos Esférico e o Exponencial, como descritos na Equação 3 e Equação 4, respectivamente, em que $\gamma(h)$ é o valor do semivariograma para o lag h , C_0 é o efeito pepita, C é a variância espacial, α é o alcance e h é o lag ou distância entre dois pontos (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma(h) = C_0 + C \left[1,5 \frac{h}{\alpha} - 0,5 \left(\frac{h}{\alpha} \right)^3 \right] \text{ para } h < \alpha \\ \gamma(h) = C_0 + C \text{ para } h \geq \alpha \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp \left(- \frac{h}{\alpha} \right) \right] \quad (4)$$

Após constatada a dependência espacial por meio do Semivariograma, foi utilizada técnica geoestatística, Krigagem, desenvolvida por Daniel G. Krige. De acordo com Yamamoto e Landim (2013, p. 54), Krigagem se trata de “um processo geoestatístico de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço e/ou tempo, com base em valores adjacentes quando considerados interdependentes pela análise variográfica”. As estimativas deste processo não são tendenciosas, além dos valores estimados apresentarem variância mínima.

O modelo utilizado para a análise deste estudo foi a Krigagem Ordinária, que é um dos modelos de krigagem mais utilizados. Para Yamamoto e Landim (2013, p. 69), “a krigagem ordinária é um método local de estimativa e, dessa forma, a estimativa em um ponto não amostrado resulta da combinação linear dos valores encontrados na vizinhança próxima”.

A equação do modelo de Krigagem Ordinária pode ser visualizada na Equação 5, em que $Z_{KO}^*(X_0)$ é o valor estimado da variável Z no local X_0 . Esse é o valor desconhecido que está sendo estimado usando a krigagem ordinária. Os λ_i são os pesos atribuídos aos pontos de amostragem $Z(X_i)$ na interpolação. Cada ponto de amostragem recebe um peso λ_i , que representa a contribuição desse ponto na estimativa do valor desconhecido $Z_{KO}^*(X_0)$. Os pesos

são determinados com base na distância e/ou similaridade dos pontos de amostragem em relação ao ponto de estimativa X_0 . O parâmetro $Z(X_i)$ são os valores conhecidos da variável Z nos pontos de amostragem X_i . Esses pontos são usados para calcular os pesos λ_i e contribuem para a estimativa do valor desconhecido $Z_{KO}^*(X_0)$ (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

$$Z_{KO}^*(X_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(X_i) \quad (5)$$

De acordo com Krige e Dohm (1993), o método de Krigagem teve sua primeira aplicação na África do Sul para analisar jazidas de ouro. Como obter conhecimento sobre toda área quanto à quantidade, localização e qualidade do que se está estudando torna-se algo oneroso e inviável, a Krigagem, por meio de estimativas baseadas nas amostras, facilita esse processo.

Para este estudo, tal procedimento permite investigar os locais de homogeneidade espacial, gerando assim, áreas de similaridade estatística, e identificar onde a utilização das TICs é mais favorável para a melhoria do desempenho da educação e onde carecem de maior atenção do Estado, sendo estes, possíveis locais para a implementação de políticas públicas de educação voltadas para as TICs.

Desse modo, neste estudo, os dados de cada municípios foram atribuídos aos seus respectivos centroides, sendo estes pontos, as amostras da análise. Assim, a Krigagem estima a probabilidade das demais áreas de cada município em obter características semelhantes aos do centroide, levando em consideração os dados das amostras vizinhas.

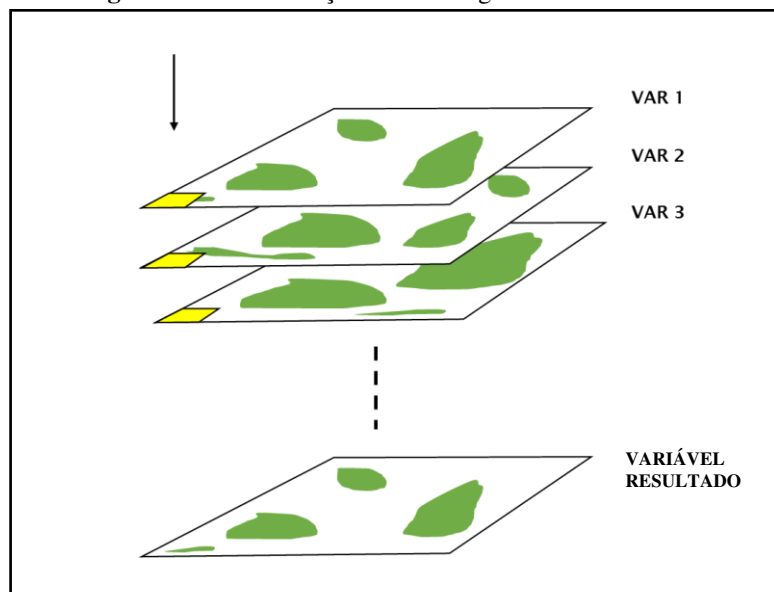
Depois de realizada a krigagem, foi utilizada a técnica de *Machine Learning* a fim de identificar as variáveis mais importantes que afetam a nota do IDEB (variável dependente), além de identificar as áreas mais vulneráveis para o uso das TICs na educação básica.

Machine Learning é uma técnica que permite a aprendizagem computacional por meio de programação a partir de dados de *inputs* que alimentam a máquina, fornecendo respostas para problemas complexos. Desse modo, os *inputs* de processos de aprendizagem ou algoritmos representam os dados de treinamento que fornecem a experiência da máquina. O resultado dessa experiência fornece os *outputs*, que são tarefas complexas executadas pela programação (GATES, 2017).

Neste estudo, esta técnica fez a modelagem multidimensional gerados pela krigagem, e por meio de inteligência geográfica, analisou pixel a pixel de todos os mapas da modelagem,

gerando um novo mapa da variável dependente, mas agora com informações adquiridas pelo *Machine Learning* sobre as demais variáveis. Este processo é demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Demonstração da modelagem multidimensional



Fonte: Elaborada pelo autor.

O algoritmo utilizado no *Machine Learning* foi o *Random Forest* com o intuito de executar a tarefa de regressão. Este algoritmo cria árvores para uma tomada de decisão, classificando objetos em um conjunto de treinamento. Então, se utiliza um processo semelhante a uma votação, selecionando a classificação escolhida pela maioria das árvores (GATES, 2017).

A presente etapa metodológica adota uma abordagem inovadora na pesquisa, uma vez que emprega técnicas de inteligência geográfica. Neste estudo, utiliza-se um conjunto de ferramentas metodológicas utilizadas na geociência para análise de solos, como na mineração e agricultura de precisão, em uma pesquisa da área de ciências sociais, mais precisamente, na área da administração pública.

3.4 Análise de Conteúdo

Para atender ao quarto objetivo específico, foi utilizada uma abordagem qualitativa, em que os dados foram coletados por meio de entrevistas, fundamentadas em um roteiro semiestruturado, realizadas com atores envolvidos no processo educacional.

Foi utilizada a técnica de amostragem por saturação, que é um método empregado na pesquisa qualitativa, no qual os participantes são selecionados com base na relevância e na qualidade dos dados coletados. Nesse tipo de abordagem, os pesquisadores continuam a recrutar

participantes até que a saturação de dados seja alcançada, ou seja, quando não surgem mais informações ou percepções significativas dos participantes adicionais (EDWARDS; HOLLAND, 2013). A amostragem por saturação tem como objetivo assegurar que as informações coletadas sejam abrangentes e suficientemente representativas para abordar as questões de pesquisa. Segundo Guest, Bunce e Johnson (2006), a saturação das informações das entrevistas pode ocorrer nas primeiras doze entrevistas. A partir disso, as informações começam a se repetir.

A amostragem por saturação é um tipo de amostra não probabilística, que é um método usado para selecionar participantes de uma entrevista que não adere aos princípios estatísticos de aleatoriedade. Nesse tipo de amostragem, os participantes são escolhidos com base em critérios subjetivos, como conveniência, acessibilidade ou critério do pesquisador. É relevante ressaltar que a amostragem por saturação não almeja a generalização estatística, mas sim a profundidade e a compreensão dos fenômenos investigados (SILVA; RUSSO, 2019).

Os atores entrevistados são de municípios do estado de Minas Gerais. A escolha dos municípios foi a partir dos resultados da análise geoestatística, considerando municípios das áreas maiores e menores condições de oferecer educação com suporte das TICs. Além disso, considerou-se buscar por, pelo menos, um município de cada mesorregião para a aplicação das entrevistas. Ao todo, foram 16 municípios: Divinópolis, Senador Firmino, Campina Verde, Antônio Carlos, Poços de Caldas, Araújos, Ubá, Januária, Buritis, Conceição do Mato Dentro, Rubim, Carlos Chagas, Divinolândia de Minas, Dom Cavati, Teófilo Otoni e Belo Horizonte.

Dentre os 28 entrevistados, estão profissionais que ocupam os cargos de secretário e subsecretário municipal de educação, professor, diretor de escola, técnico em informática, auxiliar administrativo, supervisor, pedagogo e coordenador. As entrevistas abordaram a temática da educação pública dos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano).

Para a realização das entrevistas, foi feito o contato com as secretarias municipais de educação e escolas do ensino fundamental (anos finais) e após a anuência à pesquisa, foram agendadas as entrevistas, que foram realizadas por vídeo conferência. O período de coleta das entrevistas ocorreu entre os meses de março e maio de 2023. Após a realização das entrevistas, foi feita a transcrição para a análise dos textos.

Para a análise das entrevistas, foi aplicado o método de Análise de Conteúdo, que, segundo Bardin (2011, p. 37) se trata de um “conjunto de técnicas de análise das comunicações” que busca analisar as mensagens por meio de processos sistemáticos e objetivos em seus conteúdos. As categorias foram estabelecidas com base na literatura adotada, com o intuito de

responder ao objetivo proposto deste estudo. As categorias analisadas estão descritas no Quadro 4.

Cada categoria de análise permite a avaliação das condições da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação pública dos municípios analisados.

Além disso, assim como na primeira etapa da pesquisa em que se analisou a literatura, para a interpretação das entrevistas, também se utilizou das técnicas de análises textuais de Nuvem de Palavras, Classificação Hierárquica Descendente, Análise Fatorial de Correspondência e Análise de Similitude.

A Nuvem de Palavras permite realizar uma análise visual das palavras de um *corpus* textual, destacando aquelas mais frequentes e mais importantes (CAMARGO; JUSTO, 2013). Nesta etapa do estudo, foram retiradas as palavras das classes gramaticais pertencentes aos advérbios, artigos, onomatopeias, pronomes e preposições, com o intuito de destacar as palavras mais importantes para a análise do estudo. Além disso, com o objetivo de identificar as palavras mais frequentes com mais clareza, foram consideradas apenas aquelas palavras que se repetiram ao menos 50 vezes no *corpus* textual.

Quadro 4 – Categorias de análise e suas descrições

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO	LITERATURA
Infraestrutura	A proposta desta categoria será avaliar as condições da infraestrutura local, assim como a disponibilidade e qualidade dos estabelecimentos, equipamentos e ferramentas.	Zhang (2007); Rezaei, Nazarpour e Emami (2011); Rudhumbu (2020); Arruda (2020).
Competências	A finalidade desta categoria é identificar e avaliar as competências e habilidades em TICs dos atores envolvidos na educação, assim como a existência de capacitação de professores e estudantes.	Zhang (2007); Rezaei, Nazarpour e Emami (2011); Tardif (2012).
Recursos Financeiros	Esta categoria terá como objetivo avaliar o uso dos recursos financeiros, assim como sua origem e destino. Desse modo, essa categoria permitirá observar se tais recursos são suficientes ou não para a implementação de políticas de TICs.	Rezaei, Nazarpour e Emami (2011).
Linguagem	O objetivo desta categoria é avaliar a capacidade de compreensão de professores e alunos sobre idioma das TICs e linguagem computacional.	Rezaei, Nazarpour e Emami (2011).
Políticas Públicas	Esta categoria tem a intenção de avaliar as políticas de educação nos municípios relacionadas às TICs, assim como compreender o jogo político por trás das ações.	Rezaei, Nazarpour e Emami (2011); Rudhumbu (2020).
Disposição	Esta categoria tem o objetivo de avaliar a disposição do docente para adoção de tecnologias.	Samussne, et al. (2021).

Fonte: Elaboração própria.

Além da Nuvem de Palavras, também foi realizada a técnica de Classificação Hierárquica Descendente, que permite a construção de *clusters* textuais, também conhecido como classes de palavras. Tais classes são realizadas a partir de uma preparação dos textos, separando as palavras mais importantes para a análise, que em seguida, passa por um processo

de análise de relação entre as palavras e identificar padrões textuais. A técnica ainda realiza um agrupamento hierárquico para a formação das classes por meio de algoritmos de agrupamento. Para a visualização dos resultados, é criado um dendrograma que permite analisar os diferentes níveis hierárquicos (CAMARGO; JUSTO, 2013).

Já a Análise Fatorial de Correspondência se trata de uma técnica que permite a identificação de padrões de associações entre palavras e classificações textuais. Esta técnica também começa com a preparação dos textos, excluindo as palavras menos importantes, assim como caracteres que não agregam na análise. Em seguida, é feita uma análise das associações de palavras e das classes textuais, buscando por palavras mais relevantes. Após essa etapa, é realizada a extração dos fatores, que contém o agrupamento baseado na associação entre as palavras e as classes (CAMARGO; JUSTO, 2013).

Por fim, foi realizada a Análise de Similitude, que se trata de uma técnica que realiza uma análise de similaridade textual, buscando identificar relações de proximidade entre as palavras do *corpus* textual. A análise começa com a preparação do *corpus* textual, separando as palavras mais importantes para a análise. Em seguida, os textos são convertidos em vetores numéricos que permite o cálculo de similaridade textual, baseando-se em medidas de distância ou correlação. Por meio da representação dos vetores, calcula-se a similaridade entre as unidades textuais selecionadas, criando-se uma representação gráfica baseada em grafos, que permite a visualização das relações de proximidade textual (CAMARGO; JUSTO, 2013).

3.5 Contribuições esperadas da tese

A partir dos procedimentos e análises empregados neste estudo, espera-se por contribuições incrementais de forma teórica e prática para a academia, utilizando-se procedimentos metodológicos inovadores no campo da administração.

Deste modo, como contribuição teórica, este estudo busca investigar os avanços e as restrições, tanto da infraestrutura quanto da capacidade ou incapacidade, existentes no âmbito educacional, buscando refletir e discutir sobre políticas públicas para inserção de novas abordagens por meio das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Como contribuições práticas espera-se que, por meio dos procedimentos a serem realizados nesta pesquisa, possa identificar áreas prioritárias para a implementação de políticas educacionais voltadas para as TICs. Além disso, o estudo se destaca em entender a atuação das TICs como ferramenta para a educação, contudo verificando como sua implementação falha pode gerar maiores agravos dentro do sistema de educação brasileiro, dificultando a

democratização do ensino, uma vez que pessoas de maior poder econômico possuem maior facilidade em ter acesso às TICs, podendo gerar desigualdade na educação, ou seja, onde estamos e onde precisamos chegar para avançar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico, são apresentados os resultados e discussões desta pesquisa que examinou o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na educação. A análise baseou-se em revisão da literatura científica nacional e internacional, seguida de análises de regressão para verificar comportamento do desempenho educacional em relação às TICs. Ademais, utilizou-se análise de inteligência geográfica, combinando métodos da geoestatística e *Machine Learning*, para apresentar resultados e discussões em um terceiro tópico. Por fim, a pesquisa também incluiu uma análise qualitativa, com entrevistas e questionários aplicados com profissionais da área da educação.

4.1 Análise da literatura sobre TICs na educação

Nesta etapa da pesquisa são apresentados os resultados da revisão integrativa, sendo possível identificar o que está sendo discutido na literatura nacional e internacional sobre o uso de TICs na educação. Para o desenvolvimento deste tópico, buscou-se as bases *Web of Science* para as pesquisas dos artigos internacionais e *SciELO* para os artigos nacionais.

A busca por pesquisas internacionais resultou em 235 artigos no total. Após uma análise dos trabalhos, foram eliminados os artigos que não estavam diretamente relacionados à educação básica, chegando ao número de 58 artigos científicos. Os artigos encontrados a partir dos resultados foram publicados no período entre 2007 até 2022, sendo os anos mais recentes com os maiores números de publicações, o que mostra a evolução histórica sobre pesquisas relacionadas ao uso das TICs na educação básica. A frequência das publicações internacionais pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 6 – Número de publicações internacionais ao longo dos anos utilizadas na revisão integrativa



Fonte: Resultados da pesquisa.

Já a pesquisa com os artigos nacionais gerou um total de 25 artigos. Entretanto, após uma análise dos estudos, foi realizada uma seleção, excluindo artigos que não estavam relacionados à temática abordada nesta pesquisa. Em seguida, foram selecionados 17 artigos para a análise de revisão sistemática. A frequência das publicações nacionais pode ser visualizada na Figura 7.

Figura 7 – Número de publicações nacionais ao longo dos anos utilizadas na revisão integrativa



Fonte: Resultados da pesquisa.

O período de publicação dos trabalhos selecionados está entre o ano de 2001 e 2022. Como acontece também nos artigos internacionais, este resultado indica que este tema tem se tornado mais discutido a partir dos anos 2000. Este fato pode estar relacionado ao avanço tecnológico no mundo no novo milênio, estando cada vez mais presente na vida das pessoas.

Para a realização da revisão integrativa, foi feita uma análise dos resumos e conclusões dos artigos. Inicialmente, elaborou-se uma Nuvem de Palavras para a literatura nacional e outra para a literatura internacional. Em seguida, foi feita a análise utilizando o método da Classificação Hierárquica Descendente de Reinert apresentando os dendrogramas das classes. Além disso, foram feitas representações gráficas apresentando o posicionamento das classes de vocabulários no corpo textual utilizando a Análise Fatorial de Correspondência – AFC. E, por fim, foi utilizada a Análise de Similitude, apresentando os grafos com as ligações das palavras mais frequentes no corpo textual. De acordo com Camargo e Justo (2013), tais técnicas permitem a realização da análise textual do *corpus*, fornecendo informações gráficas para a análise.

4.1.1 Análise da literatura nacional

Ao analisar a nuvem de palavras ilustrada na Figura 8, é possível perceber a palavra “professor” como a mais frequente nos textos. Os artigos analisados têm como foco principal o papel fundamental do professor para a utilização das TICs na educação. Em seguida, aparecem as palavras “ensino”, “escola”, “educação”, “tics” e “aluno”. Estas seis palavras mais frequentes demonstram que os textos estão coerentes com a temática estudada nesta pesquisa.

É fundamental salientar a relevância da palavra “formação”, revelada por sua frequência, indicando que os trabalhos analisados discutiram sobre a importância da formação docente para a implementação das TICs na educação. A formação docente possibilita que os professores tenham um conjunto de habilidades e competências para a utilização das TICs na educação (LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020).

Em um dos artigos analisados na revisão integrativa, Fialho e Neves (2022, p. 19-20) destacam a limitação da capacitação do docente para a utilização das TICs:

No entanto, evidenciou-se a percepção de que no Brasil o poder público demorou a investir na formação dos professores para uso das TDICs [TICs] e na democratização do seu acesso, o que acentuou ainda mais as desigualdades sociais históricas, refletidas nas dificuldades de acesso e permanência na escola e universidade (FIUZA FILHO; NEVES, 2022, p. 19-20).

Além do mais, as TICs também têm sido usadas para ajudar no combate à pandemia (FIALHO; NEVES, 2022). O uso de inteligência artificial e *big data* permitiu que os governos rastreassem a propagação do vírus e tomassem medidas preventivas para impedir a disseminação. Os aplicativos de rastreamento de contatos também foram desenvolvidos e implementados para alertar as pessoas que tiveram contato próximo com alguém infectado.

No entanto, o uso das TICs durante a pandemia também apresentou desafios (COUTO; COUTO; CRUZ, 2020; SÁNCHEZ-CRUZ; MASINIRE; LÓPEZ, 2021). A falta de acesso à internet e dispositivos adequados limitou a capacidade de algumas pessoas de trabalhar e estudar remotamente. Além disso, o excesso de informações desconstruídas nas redes sociais e a desinformação tornaram-se um problema sério, dificultando a tomada de decisões informadas por parte das pessoas.

Em resumo, o uso das TICs foi fundamental durante a pandemia, permitindo que as pessoas se conectassem e trabalhassem remotamente, além de ajudar no combate à propagação do vírus. No entanto, é importante continuar trabalhando para garantir o acesso equitativo às tecnologias e combater a desinformação, a fim de que possamos fazer um uso ainda mais efetivo das TICs em situações de crise como esta (COUTO; COUTO; CRUZ, 2020; SÁNCHEZ-CRUZ; MASINIRE; LÓPEZ, 2021).

Ao aplicar o método de Reinert, pode-se visualizar que os textos se dividiram em cinco classes. Como foram analisados os resumos e conclusões de 17 artigos, o número de textos foi 34. Importante destacar que houveram 338 segmentos de textos dos quais foram aproveitados 277, representando um total de 81,95% dos segmentos. Os dados da análise do método de Reinert podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise descritiva dos dados utilizados na literatura nacional

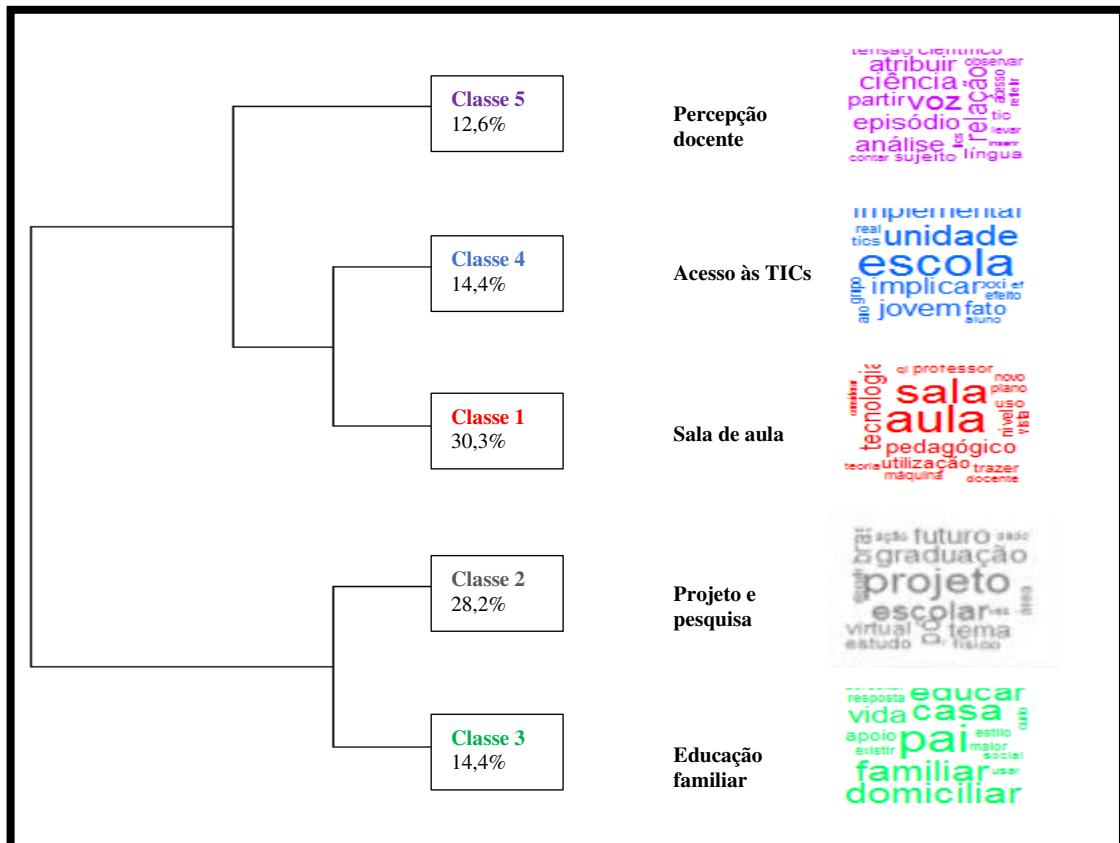
Dados	Valores
Número de textos	34,00
Número de segmentos de textos	338,00
Número de formas	2.792,00
Número de ocorrências	11.804,00
Número de lemas	1.952,00
Número de formas ativas	1.708,00
Número de formas suplementares	74,00
Número de formas ativas com a frequência ≥ 3	528,00
Média das formas por segmento	34,92
Número de classes	5,00
277 segmentos classificados de 338	81,95 %

Fonte: Resultados da pesquisa.

Utilizando o método de classificação hierárquica descendente de Reinert, construiu-se um dendrograma para a literatura nacional e um para a literatura internacional, dividindo os segmentos de textos em classes, ou *clusters*, em que cada uma das classes aborda sobre um determinado tema (CAMARGO; JUSTO, 2013). Em relação à literatura nacional, os segmentos de textos foram divididos em 5 classes: Sala de aula; Projeto e pesquisa; Educação familiar; Acesso às TICs; e Percepção docente. O dendrograma da classificação hierárquica descendente da literatura nacional pode ser visualizado na Figura 9.

Na Classe 1 do dendrograma da literatura nacional, tem-se como destaque a questão da sala de aula e o papel do professor para a utilização das TICs na educação. Esta classe abrangeu 30,3% dos segmentos de textos aproveitados na classificação hierárquica descendente, correspondendo a 84 segmentos de textos. Percebe-se que a Classe 1 foi a de maior número de segmentos de textos.

Figura 9 – Dendrograma da literatura nacional



Fonte: Resultados da pesquisa.

Dentre os segmentos de textos da Classe 1, destacam-se os dois artigos. Primeiramente, o trabalho mais atual, elaborado por Silva, Biessimo e Machado (2021), aborda a incorporação das TICs no ensino e destaca a importância de os docentes possuírem habilidades específicas

em relação ao uso pedagógico dessas tecnologias. É necessário que os professores continuem a adquirir e desenvolver competências, conhecimentos e atitudes relevantes para incluir recursos tecnológicos em suas atividades diárias.

O estudo discute a fase inicial de um modelo de integração de tecnologia na educação, elaborado pelo Laboratório de Experimentação Remota, que pesquisou o nível de conhecimento e experiência de professores em relação ao uso de TICs em suas aulas. Os resultados indicaram que o modelo de formação tem sido eficaz ao possibilitar que os professores aprendam a utilizar tecnologias em sala de aula e reflitam sobre suas próprias práticas pedagógicas.

No texto, é possível notar a utilização do termo “sala de aula” relacionado à importância em aprimorar as competências dos professores para a utilização das TICs. Ou seja, é preciso desenvolver competências para usar as TICs em sala de aula.

Inquestionavelmente, a integração das TIC na sala de aula passa por competências específicas dos docentes em relação ao uso pedagógico dessas tecnologias. Portanto, para que a integração desses recursos nas aulas seja mais efetiva, é necessário que os professores tenham conhecimentos, habilidades e atitudes pertinentes e que possam desenvolvê-las no intuito de incluir os recursos tecnológicos em suas tarefas diárias (SILVA; BILESSIMO; MACHADO, 2021, p. 3).

O segundo artigo se trata do trabalho realizado por Sampaio e Coutinho (2013), que discute a importância de os professores terem habilidades tecnológicas para utilizar recursos como os quadros interativos em sala de aula. O governo português implementou o Plano Tecnológico da Educação, que tem como objetivo formar e certificar os professores nas competências fundamentais para as TICs, incluindo o uso pedagógico do quadro interativo. O artigo apresenta uma síntese de diversos estudos sobre o uso dessa tecnologia em contexto educativo, avaliando suas vantagens e desvantagens no processo de ensino-aprendizagem. O texto enfatiza que os docentes precisam de tempo e formação para adquirir as competências necessárias para fazer uso do quadro interativo de forma pedagógica, integrando-a em seus planos de aula de forma eficaz.

Já a Classe 2, denominada de projeto e pesquisa, abrangeu 78 segmentos de textos, representando 28,2% dos 277 segmentos aproveitados pelo método de classificação hierárquica descendente de Reinert. A Classe 2 foi a que utilizou o segundo maior número de segmentos de textos.

Dentre os principais segmentos de texto da Classe 2, destacam-se dois artigos. O trabalho de Obara et al. (2009) analisou um projeto desenvolvido com o objetivo de inserir a educação ambiental no currículo escolar. Foi utilizada a pesquisa-ação como metodologia e

desenvolveu programas como a Educação Continuada em Educação Ambiental, Projetos Interdisciplinares, Inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e Produção de Material Didático.

O projeto foi avaliado positivamente, devido à construção de uma base teórica e metodológica em educação ambiental, desenvolvendo uma postura de professor-pesquisador, e aprimorando as práticas educacionais, utilizando as TICs e atividades em sala de aula, campo e laboratório para contribuir para a compreensão do valor ecológico, cultural, social e econômico da região e a importância da conservação e manejo da biodiversidade local (OBARA et al., 2009).

O trabalho de Sarmento, Villarouco e Gomes (2020) também se destacou na Classe 2. Neste estudo, os autores abordam a atualização dos sistemas educacionais no Brasil, visando se adequar a padrões internacionais de qualidade em educação. Para solucionar os problemas encontrados na rede pública de escolas brasileiras, a adoção de TICs é sugerida, apontando para a tendência da implantação da educação híbrida. A pesquisa em questão discute os *layouts* padrões de ambientes de aprendizagem propostos em referências nacionais e as inovações sugeridas em estudos científicos sobre ambientes de aprendizagem inovadores. Com base em métodos de avaliação e projeto ergonômico para o ambiente construído, foram desenvolvidas propostas inovadoras de arranjos espaciais de ambientes de aprendizagem.

A Classe 3 está relacionada à educação em casa, tendo o papel dos pais como fundamental para o aprendizado dos alunos. Nesta classe foram utilizados 40 segmentos de textos, o que representa 14,4% do total de segmentos de textos aproveitados pela análise do método de classificação hierárquica descendente.

Dentre os principais segmentos de texto da Classe 3 destaca-se o trabalho de Franky e Chiappe (2018), que analisa a educação familiar com auxílio das TICs. O artigo utilizou uma metodologia qualitativa com casos múltiplos focados em famílias colombianas. Os resultados indicam que os pais reconheceram as TICs como ferramentas eficazes para desenvolver o talento e aprendizado dos filhos.

A Classe 4 corresponde ao acesso às TICs na educação por parte de professores e alunos. Esta classe, assim como a Classe 3, também envolveu 40 segmentos de textos, representando 14,4% dos 277 segmentos aproveitados pelo método de classificação hierárquica descendente de Reinert.

Os trabalhos de Benite e Benite (2008) e Francisco, Toé e Alberti (2002) se destacaram entre os principais segmentos de texto da Classe 4. No artigo de Benite e Benite (2008), foi

abordado o uso de computadores por professores na primeira década do século XXI, indicando resultados satisfatórios no ensino.

O perfil revelado pelos relatos dos professores e alunos nos leva a concluir que a real disponibilidade dos computadores nas escolas públicas da Baixada Fluminense ainda é exceção, fato que vai de encontro às propostas oficiais. Porém, quando professores de química optaram por ensino mediado por computador, esta utilização está baseada em propostas coerentes e de grande valia do ponto de vista pedagógico (BENITE; BENITE, 2008).

Já o trabalho de Francisco, Toé e Alberti (2002), discute sobre a implementação de laboratório de informática numa escola pública estadual de um município do Rio Grande do Sul. Levando em consideração o período da publicação do artigo, os resultados apontaram a dificuldade na mudança de estabelecimentos educacionais.

E por fim, a classe com o menor percentual de segmentos de textos aproveitados, a Classe 5, tendo abordado a percepção do docente em relação ao uso das TICs na educação. Esta classe abrangeu apenas 12,6% dos segmentos de textos aproveitados na classificação hierárquica descendente, correspondendo a 35 segmentos de textos.

Dentre os segmentos de textos da Classe 5, destaca-se o trabalho de Duarte e Rezende (2011), que discutiu a percepção de uma docente do ensino fundamental em relação à utilização das TICs. Os resultados apontam melhora na motivação dos alunos, de acordo com a percepção da professora entrevistada na pesquisa.

Ao realizar a análise fatorial de correspondência, pode-se verificar os agrupamentos das palavras mais frequentes dos segmentos de textos da literatura nacional. Deste modo, é possível visualizar a similaridade das classes. As classes geradas pela análise fatorial são as mesmas criadas pelo método classificação hierárquica descendente. A análise fatorial de correspondência da literatura nacional pode ser visualizada na Figura 10.

A Classe 4 foi a que mais se aproximou da Classe 1, abordando sobre a questão do acesso às TICs nas escolas. A prática docente é um elemento crucial no processo educacional, e a implementação de ambientes informatizados escolares pode representar um desafio considerável para os professores (FIALHO; NEVES, 2022). Ao incorporar as TICs na sala de aula, os docentes precisam adaptar-se a novas metodologias de ensino e aprendizagem, que englobam desde a utilização de plataformas virtuais até a produção de materiais digitais.

Assim sendo, é imprescindível que os docentes possuam habilidades e conhecimentos para lidar com as TICs, a fim de empregá-las de maneira efetiva em seu processo pedagógico e fomentar uma educação mais interativa e dinâmica (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017). Desse modo, a sala de aula passa a ser, um espaço de construção de conhecimento que se adapta às novas realidades tecnológicas, propiciando aos alunos uma formação mais contemporânea e em consonância com as exigências do mundo contemporâneo.

Já a Classe 5, se conecta com as classes 1 e 4, porém, um pouco mais distante, abordando sobre a percepção do professor ao uso das TICs na educação. A importância do papel do docente em relação às atividades tecnológicas em sala de aula é fundamental para a melhoria do processo educacional por meio das TICs, uma vez que o professor é o profissional mais próximo dos alunos, permitindo conhecer as dificuldades enfrentadas pelos alunos (FIAES et al., 2021).

Com maior distância das demais classes, estão as classes 2 e 3, apresentando temas mais específicos em seus textos. Na Classe 2, trata-se da elaboração de projetos e programas, tendo como base a pesquisa por processos e melhoramento do espaço para a alocação dos equipamentos e alunos. Já a Classe 3 diz respeito à educação familiar, tendo como papel principal a participação dos pais no processo de aprendizagem utilizando as TICs.

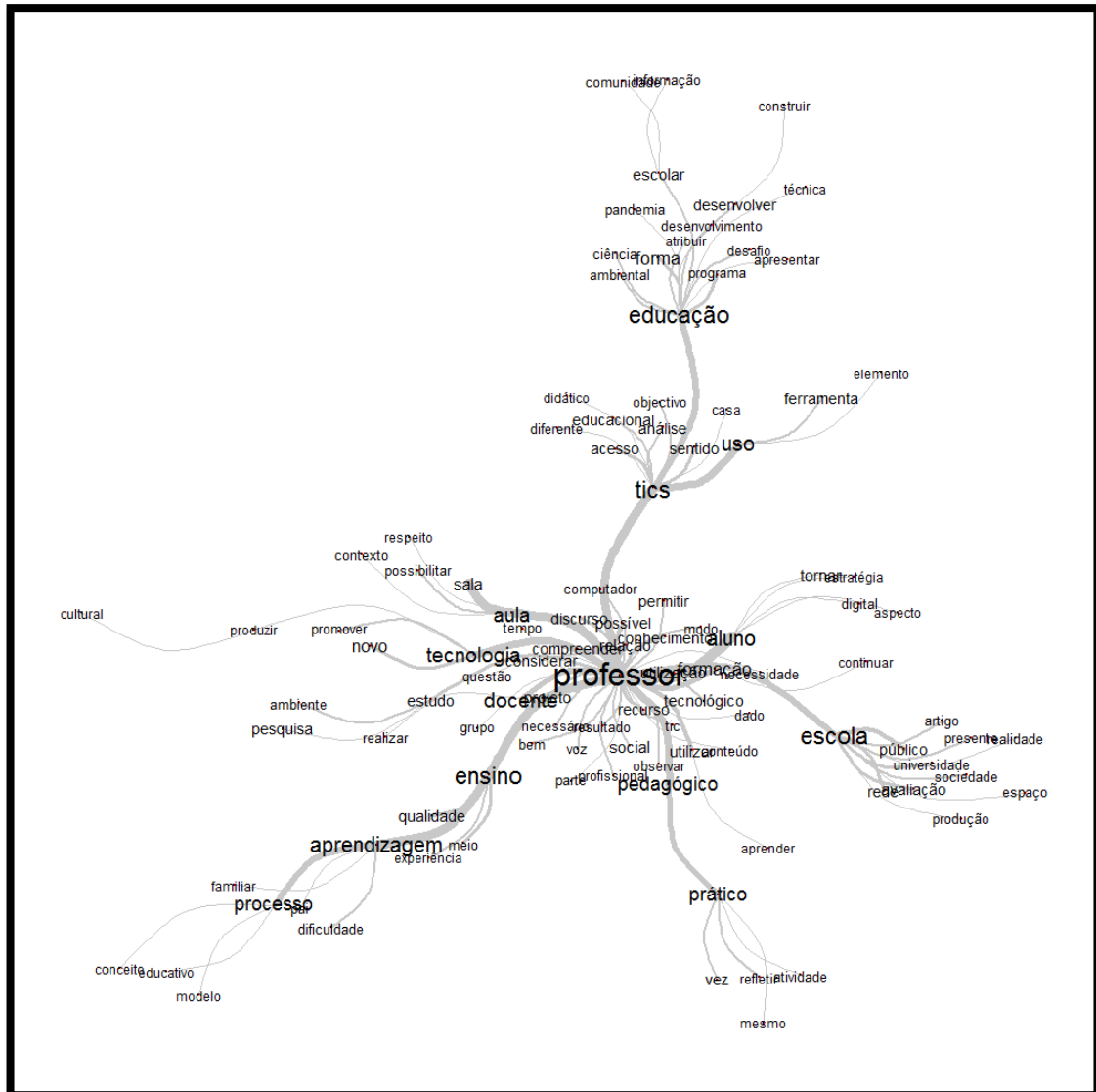
O gráfico apresentado na Figura 10 permite notar maior semelhança entre as classes 1 e 4, ficando na região mais central do quadrante. Em contrapartida, nota-se que as palavras “pai”, “casa” e “familiar” estão num ponto mais distante do quadrante. Isto acontece devido ser um tema específico de um artigo encontrado na pesquisa, diferente dos demais artigos.

Partindo para uma próxima análise, a Figura 11 permite visualizar os grafos da análise de similitude da literatura nacional. É possível perceber a palavra “professor” como tema central dos artigos, seguida de ramificações importantes como “TICs”; “educação”; “escola”; “ensino”; “aprendizagem”; “pedagógico”; “prático”; e “tecnologia”.

Ao redor da palavra “professor”, estão palavras ligadas à sala de aula e tecnologia, indicando que o professor possui um papel fundamental na abordagem da temática. As TICs transformaram a maneira como as pessoas aprendem e ensinam, sendo uma parte essencial da

vida cotidiana. Como resultado, as escolas precisam incorporar as TICs em seus currículos para garantir que seus alunos tenham habilidades tecnológicas suficientes para buscar alcançar sucesso na vida adulta. No entanto, a simples introdução de tecnologia na sala de aula não é suficiente. É importante ter professores que sejam capazes de usar efetivamente as TICs em suas aulas (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011).

Figura 11 – Análise de similitude da literatura nacional



Fonte: Resultados da pesquisa.

A importância do professor no uso das TICs na escola pode ser vista em vários aspectos. Primeiramente, os professores precisam ter conhecimento das ferramentas e recursos tecnológicos disponíveis e serem capazes de escolher aqueles que são mais adequados para atender às necessidades de seus alunos. Os professores também precisam ter habilidades para

usar essas ferramentas de forma eficaz e garantir que os alunos as usem de maneira apropriada e segura. Isso é visto com a presença da palavra “formação” ao lado da palavra “professor” na Figura 11 (ROJO-RAMOS et al., 2020).

Além disso, o papel do professor é crucial na integração das TICs no currículo escolar. Eles precisam ser capazes de desenvolver planos de aula que incorporem tecnologia e integrá-la aos objetivos de aprendizagem. Isso pode incluir a criação de projetos de pesquisa que envolvam a pesquisa na Internet, a criação de apresentações em slides ou a colaboração *on-line* (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017; LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018).

Destaca-se, portanto, que a importância do professor no uso das TICs na escola é fundamental para o sucesso dos alunos. Os professores precisam ser capazes de integrar as TICs em suas aulas de forma eficaz, personalizar o aprendizado dos alunos e fornecer *feedback* em tempo real. Com professores bem treinados em tecnologia, os alunos podem obter uma educação mais rica e adaptável, preparando-os para o sucesso na vida adulta em um mundo cada vez mais tecnológico.

4.1.2 Análise da literatura internacional

Em relação aos trabalhos internacionais, os resultados se assemelham consideravelmente aos artigos nacionais. Analisando a nuvem de palavras na Figura 12, nota-se que a palavra “*teacher*” teve destaque na frequência nos textos internacionais. Assim como também acontece na literatura nacional, o papel do docente é bastante discutido na literatura internacional, sendo peça chave nos artigos da área de TICs na educação (FIAES et al., 2021).

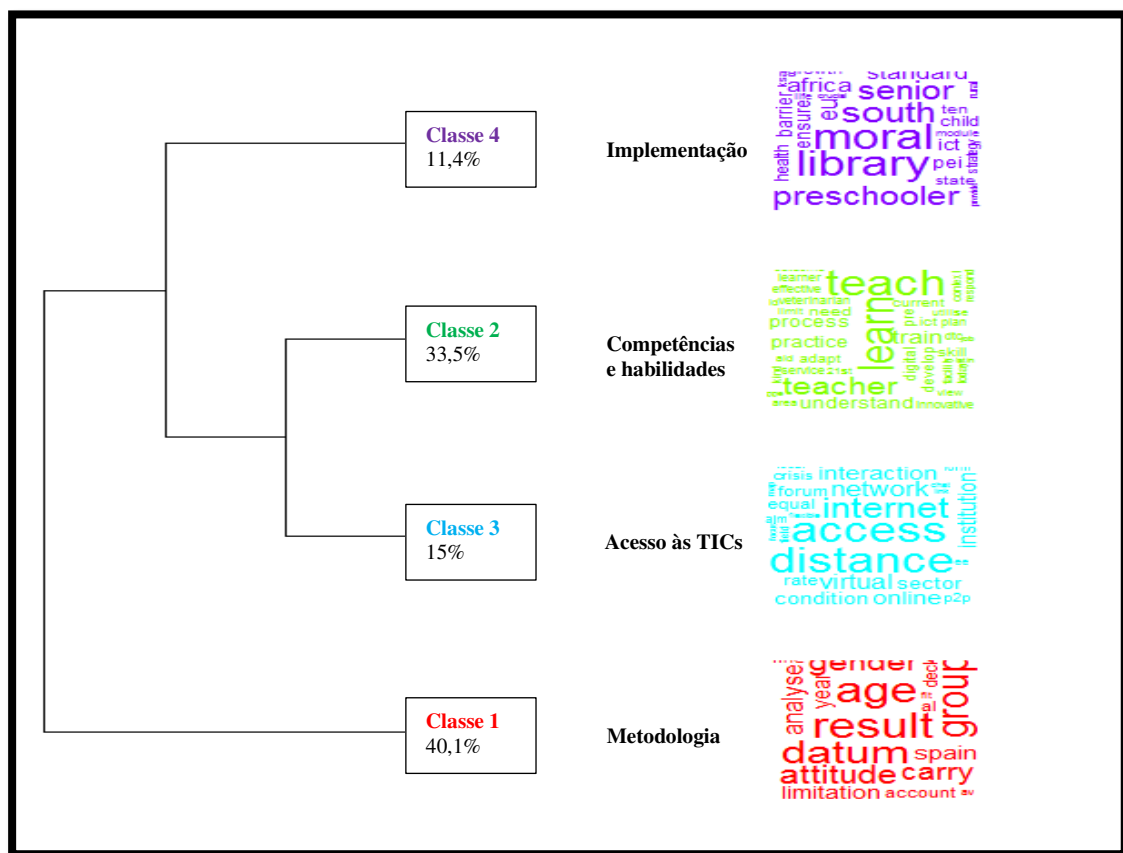
Tão frequente quanto a palavra “*teacher*”, são as palavras “*ICT*”, “*education*” e “*student*”, ocupando a parte central na nuvem de palavras, o que também indica que os artigos analisados estão de acordo com a temática abordada nesta pesquisa. Essa relação entre tecnologia, estudante e professor é fundamental para que o uso das TICs na educação seja possível, uma vez que se não houver essa interação entre estes elementos, dificultará a sua prática (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Ao analisar o método de Reinert da literatura internacional, percebe-se que os textos se dividiram em quatro classes, uma a menos que na análise dos trabalhos nacionais. Foram analisados os resumos e conclusões de 58 artigos, resultando em 116 textos. Os dados da análise do método de Reinert da literatura internacional estão expostos na Tabela 2.

salientar que a Classe 1 foi a com maior número de segmentos de textos. O dendrograma com as palavras com as classes identificadas nos resumos e conclusões da literatura internacional pode ser visualizado na Figura 13.

Já a Classe 2 corresponde ao conjunto de competências e habilidades necessários para que os usuários possam utilizar as TICs. Esta classe abrangeu 406 segmentos de textos, representando 33,5% dos 1.213 segmentos aproveitados pelo método de Reinert. A Classe 2 foi a que utilizou o segundo maior número de segmentos de textos.

Figura 13 – Dendrograma da literatura internacional



Fonte: Resultados da pesquisa.

Os segmentos de texto da Classe 2 mencionaram sobre a importância de os professores possuírem formação adequada para ensinar utilizando o auxílio das TICs, conforme explica (TOLNAIOVÁ, 2021).

Teachers, with their personalities, knowledge and skills, constitute a relevant factor, or determinant in digital education. Future teacher training is therefore relevant for digital education too. We can state that the majority of frameworks that deal with this aspect understand digital competence as operational, technical and information skills. However, along with the recent change of situation regarding the development

and usage of ICT in education came a need for broader consideration. Presently, we can see more complex approaches and frameworks that employ more digital competence (not only) in teachers. This competence greatly exceeds the ability to use technical equipment (TOLNAIOVÁ, 2021, p. 130).

A Classe 3 está relacionada ao acesso às TICs, englobando equipamentos e ferramentas de base tecnológica. Esta classe envolveu 182 segmentos de textos dos 1.213 segmentos aproveitados pela classificação hierárquica descendente, resultando em 15% do total de segmentos aproveitados. De acordo com Rezaei, Nazarpour e Emami (2011), a infraestrutura possibilita o acesso às TICs nas atividades escolares.

Por fim, a Classe 4 abordou a implementação de programas e ações voltadas para TICs nas escolas. Percebe-se que 11,4% dos segmentos aproveitados pela classificação hierárquica descendente foram utilizadas nesta classe, totalizando em 138 segmentos de textos. Brandalise (2019) explica que é necessário um planejamento adequado para que as ações sejam efetivas.

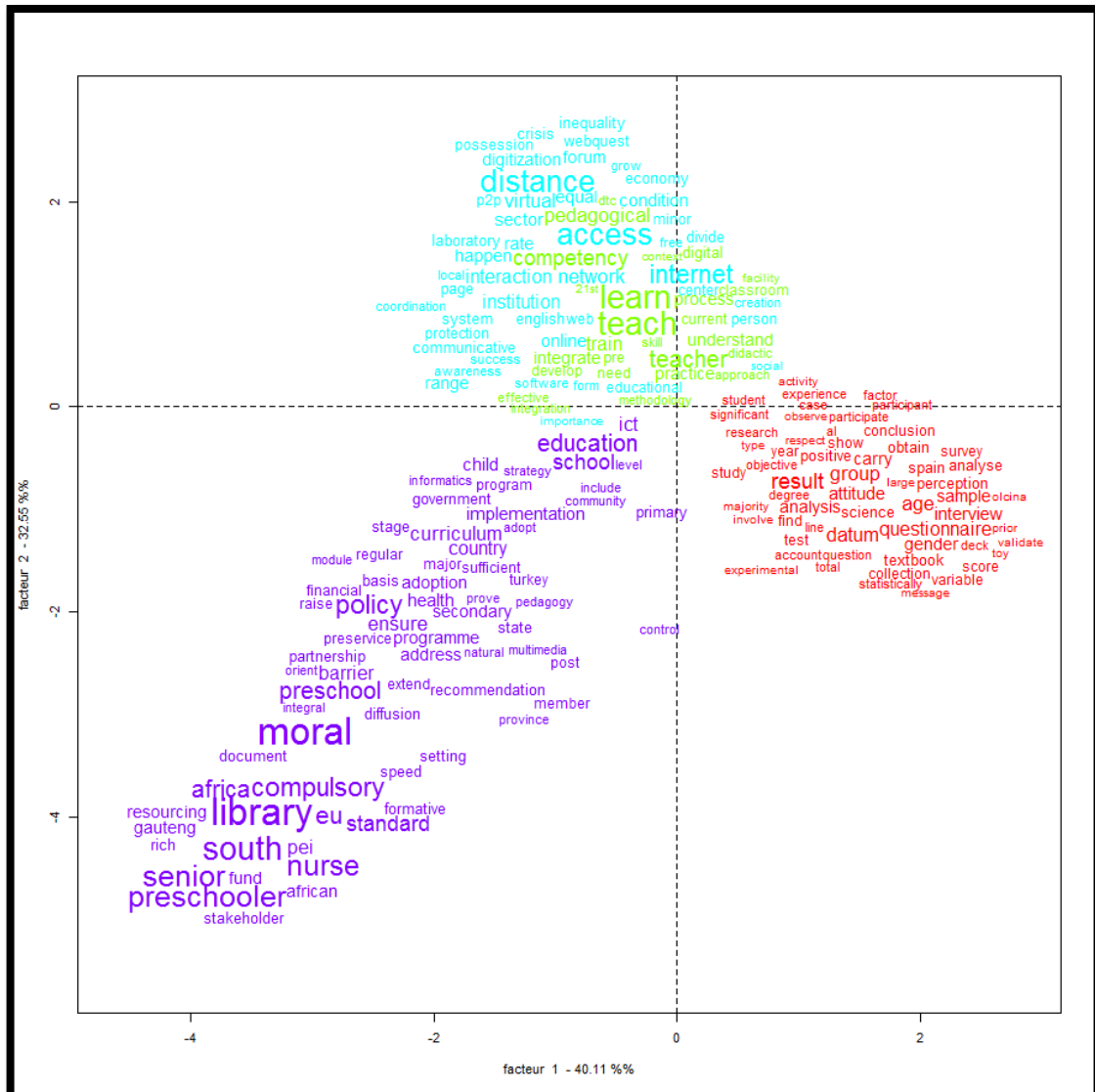
Em relação à análise fatorial de correspondência, é possível ver os agrupamentos das palavras mais frequentes dos segmentos de textos analisados. Este método mantém as mesmas classes criadas no dendrograma pelo método classificação hierárquica descendente (CAMARGO; JUSTO, 2013). Percebe-se que a maioria das palavras estão agrupadas ao lado esquerdo do quadrante, mantendo a Classe 1 Metodologia mais distante das demais classes. A análise fatorial de correspondência da literatura internacional pode ser visualizada na Figura 14.

Percebe-se que as classes 2 e 3, que representam as competências e habilidades e o acesso às TICs, são as mais próximas, de acordo com a análise fatorial por correspondência. O desenvolvimento das competências e habilidades dos professores em relação às TICs é fundamental para o acesso dos alunos a essas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem (FIALHO; NEVES, 2022). Os professores são os responsáveis por mediar a relação dos alunos com as TICs e, por isso, precisam estar capacitados para utilizar essas ferramentas de maneira adequada e eficiente, possibilitando o acesso dos alunos a conteúdos variados e à formação de habilidades necessárias para o mundo contemporâneo.

No entanto, o acesso dos alunos às TICs também é um fator crítico para o desenvolvimento de suas competências e habilidades na educação. A falta de acesso adequado às tecnologias pode limitar as possibilidades de aprendizado e formação dos alunos, especialmente aqueles que vivem em áreas rurais ou de baixa renda (GODOY; SANSSANOVIEZ; PEZARICO, 2020). Dessa forma, é fundamental que as instituições educacionais garantam o acesso dos alunos às TICs, oferecendo recursos e treinamentos

adequados para que estes possam desenvolver suas competências e habilidades em relação a essas ferramentas. Assim, a relação entre as competências e habilidades dos professores e o acesso dos alunos às TICs se torna fundamental para o desenvolvimento de uma educação de qualidade e inclusiva.

Figura 14 – Representação fatorial da literatura internacional



Fonte: Resultados da pesquisa.

Já a Classe 4, apesar de um pouco mais distante, ela fica no mesmo lado no quadrante que as classes 1 e 2, que é o lado esquerdo. A implementação de conjuntos de ações e programas governamentais é a base do assunto discutido na Classe 4. A implementação das TICs nas escolas é um processo que exige planejamento e investimento para garantir resultados positivos na educação. É importante que a adoção das TICs não seja vista como uma simples inserção de

equipamentos e ferramentas tecnológicas, mas sim como uma mudança na forma de ensinar e aprender. A integração das TICs na educação permite o acesso a diversos conteúdos, o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para o mundo contemporâneo e a formação de cidadãos críticos e responsáveis em relação ao uso das tecnologias (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008; LEONEL et al., 2019).

Por fim, num bloco mais distante, se encontra a Classe 1, que está direcionada aos procedimentos metodológicos dos artigos analisados. Nota-se que as palavras “*questionnaire*” e “*interview*” se destacam entre as demais, indicando a utilização de questionários e entrevistas nos artigos da literatura internacional.

Em relação à análise de similitude realizada na literatura internacional, percebe-se o papel do professor como central nos resumos e conclusões dos artigos sobre processo de utilização das TICs na educação. Desse modo, tem-se a palavra “*teacher*” no centro dos grafos, com ramificações importantes ao seu redor. A análise de similitude pode ser visualizada na Figura 15.

Próximos à palavra “*teacher*”, estão as palavras “*educational*”; “*train*”; e “*competency*”, que indicam a abordagem das pesquisas voltadas para a importância da capacitação dos professores no uso das TICs. Além destas palavras, é possível identificar palavras relacionadas ao acesso às tecnologias em torno da palavra “*teacher*”, como “*ICTs*”, “*computer*”, “*technological*” e “*access*”. Isso que indica a preocupação dos autores em discutir sobre a importância do acesso dos professores às TICs e também de capacitar esses profissionais para que os alunos possam desempenhar suas atividades escolares por meio das TICs (FIALHO; NEVES, 2022).

A palavra “*ICT*”, traduzindo significa Tecnologia da Informação e Comunicação, também apresentou uma posição importante na análise de similitude, rodeado com palavras como “*development*”, “*resource*” e “*implementation*”. Esses resultados indicam a abordagem dos autores sobre necessidade de recursos para a implementação de atividades e programas que utilizam as TICs.

utilização das TICs na educação estarem direcionadas para o conjunto de habilidades e competências dos usuários das TICs.

Desta forma, mesmo reconhecendo a importância do acesso às TICs para o desenvolvimento dos estudantes na educação, os autores destacam que o simples acesso à tecnologia não é suficiente para garantir a efetividade da sua utilização na educação. É necessário que os professores e alunos desenvolvam habilidades e capacitação em tecnologia para que possam utilizar essas ferramentas de forma eficiente e eficaz (LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020).

A formação dos professores para o uso das TICs é um problema a ser enfrentado em Minas Gerais. Muitos professores não possuem conhecimento técnico suficiente para utilizar adequadamente as tecnologias disponíveis, além de muitos deles também não terem acesso a capacitações e treinamentos para aprimorar suas habilidades (PACHECO, MIRANDA, 2018; LEONEL et al., 2019).

Para os professores, isso significa a necessidade de conhecimentos em informática básica, como a utilização de *softwares* de produtividade, ferramentas de edição de vídeo e imagem e plataformas de ensino à distância. Além disso, é importante que eles estejam atualizados em relação às tendências tecnológicas e saibam aplicar essas tecnologias em suas aulas de forma integrada e dinâmica (GALPERIN; VIECENS, 2017; MANTILLA; DIAZ; FLORES, 2019).

Já para os alunos, a necessidade de habilidades em tecnologia é ainda maior, já que eles são a geração que nasceu em um mundo que utiliza os recursos digitais de forma considerável. É fundamental que eles saibam utilizar as tecnologias para acessar e processar informações, trabalhar colaborativamente, criar conteúdos digitais e resolver problemas de forma criativa e, conseqüentemente, melhorar o desempenho escolar. Os resultados do estudo de Rind et al. (2022) realizado no Paquistão indicam que os alunos tiveram aumento de desempenho escolar com o uso das TICs.

Para que isso seja possível, é preciso que as instituições de ensino ofereçam capacitação em tecnologia tanto para professores quanto para alunos, de forma que eles possam desenvolver suas habilidades e utilizar as ferramentas digitais de efetivamente (PACHECO, MIRANDA, 2018).

Em suma, a utilização de TICs na educação é uma tendência inevitável, mas para que essa tendência se torne uma realidade efetiva, é necessário que se invista em habilidades e

capacitação em tecnologia para que alunos e professores possam utilizá-las com eficiência e eficácia, alcançando melhores resultados no processo de ensino e aprendizagem.

Outro ponto importante a ser discutido, é que, enquanto o direcionamento dos trabalhos analisados nesta revisão integrativa está para a questão do conjunto de habilidades e competências, esta pesquisa possui como ênfase a abordagem sobre as limitações da infraestrutura para a utilização das TICs, sendo um diferencial apresentado neste trabalho, buscando preencher uma lacuna na literatura científica.

A utilização das TICs na educação é uma tendência mundial, uma vez que oferece uma série de benefícios para alunos, professores e instituições de ensino. No entanto, em Minas Gerais, a falta de infraestrutura tem sido um dos principais obstáculos para a implementação plena das TICs na educação. De forma geral, existem desigualdades na infraestrutura escolar e qualidade de ensino fundamental entre as mesorregiões do estado de Minas Gerais (GONÇALVES et al., 2019). A questão da infraestrutura tem sido uma barreira importante a ser enfrentada no uso das TICs para a prática dos docentes (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

No caso das TICs, o problema das disparidades entre as mesorregiões também é notável. Um dos problemas mais evidentes é a falta de acesso à internet de qualidade em algumas regiões do estado. Isso afeta diretamente a educação, pois muitas escolas não conseguem disponibilizar recursos digitais para seus alunos, como plataformas de ensino a distância e conteúdos digitais interativos. Além disso, muitos alunos também não possuem acesso à internet em suas casas, o que dificulta ainda mais o uso das TICs no ensino, apesar do avanço neste ponto devido a necessidade de as pessoas permanecerem em casa durante a pandemia (FIAES et al., 2021).

Outra questão relevante é a falta de equipamentos adequados para a utilização das TICs. Muitas escolas não possuem computadores em número suficiente para atender a demanda dos alunos, e de muitos desses equipamentos estarem obsoletos e com baixa capacidade de processamento. Além do mais, muitas escolas também não possuem projetores multimídia ou quadros interativos, o que dificulta a apresentação de aulas mais dinâmicas e interativas (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Desse modo, é fundamental que haja investimentos em infraestrutura tecnológica nas escolas, garantindo a conectividade e a disponibilidade de recursos tecnológicos para todos os alunos e professores.

É importante destacar que os problemas de infraestrutura para a utilização das TICs na educação em Minas Gerais afetam principalmente as escolas públicas, que são as que mais

sofrem com a falta de recursos. Neste sentido, é fundamental que sejam tomadas medidas para garantir a inclusão digital e tecnológica dos estudantes, para que eles possam ter acesso a uma educação de qualidade e estejam preparados para o mercado de trabalho cada vez mais digitalizado.

4.2 Avaliação dos efeitos das TICs sobre o desempenho educacional do ensino fundamental dos municípios de Minas Gerais

4.2.1 Análise descritiva dos dados

Nesta etapa do estudo, buscou-se avaliar o comportamento do desempenho da educação fundamental em relação à variação das TICs. A hipótese desta etapa é de que a variação da nota do IDEB está relacionada à variação da utilização das TICs. Desse modo, espera-se que a utilização das TICs apresente um efeito positivo sobre a nota do IDEB. O estudo de Rind et al. (2022) indica que as TICs podem contribuir para o desempenho escolar dos alunos.

O estudo possui uma amostra de 824 municípios, totalizando 96,6% do total de municípios em Minas Gerais. Na Tabela 3 é possível visualizar a análise descritiva dos dados utilizados nas regressões.

Tabela 3 – Análise descritiva dos dados utilizadas nas regressões tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variáveis	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
IDEB	824,00	4,68	0,54	2,80	6,40
Internet nas escolas (%)	824,00	96,77	6,95	39,61	100,00
Laboratório (%)	824,00	69,50	25,55	0,00	100,00
Banda Larga	824,00	1,01	0,76	0,02	4,60
Telefonia Móvel	824,00	9,13	2,79	1,19	31,66
PIB per capita (R\$)	824,00	21.450,58	24.832,69	5.984,22	313.035,00
AFD grupo1 (%)	824,00	0,63	0,12	0,10	0,92
AFD grupo5 (%)	824,00	0,03	0,05	0,00	0,54
Distorção idade-série (%)	824,00	18,34	7,07	1,60	54,50
Alunos por Turma	824,00	26,04	4,26	9,80	35,90
Despesa educacional (R\$)	824,00	766,49	304,30	78,64	4.158,01
Despesa com saúde (R\$)	824,00	855,94	319,52	55,60	2.860,84
Densidade Demográfica	824,00	72,73	341,75	1,32	7.581,23

Fonte: Resultados da pesquisa.

A nota do IDEB utilizada neste estudo, se trata do desempenho da educação pública dos municípios de Minas Gerais no ensino fundamental 2 (6º a 9º ano). A partir da análise descritiva dos dados, exposta na Tabela 3, é possível perceber que a maior parte da amostra está próxima da média, devido ao valor do desvio padrão. Dos 824 municípios da amostra, 710 obtiveram nota do IDEB entre 4,0 e 5,5, representando aproximadamente 86,16% do total da amostra.

É possível visualizar também a amplitude entre os valores máximos e mínimos das notas do IDEB. Apenas 37 municípios apresentaram nota acima de 5,5, ou seja, menos do que 5% da amostra. A maior parte destes municípios com notas mais altas (40,54%) são da mesorregião

Sul/Sudoeste de Minas, que é uma mesorregião com desenvolvimento considerável para os padrões do estado de Minas Gerais.

Além disso, a amostra conta com 77 municípios que obtiveram nota abaixo de 4,0, destacando as mesorregiões Norte de Minas, Vale do Rio Doce, Zona da Mata e Vale do Mucuri como aquelas com o maior número de municípios com as notas mais baixas da amostra. Tais mesorregiões são também as que apresentam os menores níveis de desenvolvimento no estado. Estes dados demonstram a disparidades entre as mesorregiões de Minas Gerais (GONÇALVES et al., 2019).

Em relação à taxa de alunos em escolas com internet no ensino fundamental, percebe-se um número considerável nos valores mais alto, em que 742 municípios apresentaram taxa superior a 90%. Todavia, existem municípios com limitações neste indicador, apresentando taxa inferior a 60%.

Já a taxa de alunos em escolas com laboratório de informática no ensino fundamental, apresentou maior discrepância entre os dados. Em alguns municípios (116 municípios), todos os alunos do ensino fundamental contam com laboratório de informática. Entretanto, alunos de 25 municípios da amostra não possuem esse acesso, devido à inexistência de laboratório de informática nas escolas. O estudo de Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017) aborda sobre a importância da infraestrutura e da formação do docente para o uso das TICs na educação.

Em relação ao número de acessos banda larga por habitante, pode-se perceber que os valores estão próximos de 1, em que 361 municípios (43,81% da amostra) obteve valores acima de 1 contrato por habitante. As mesorregiões Sul/Sudoeste de Minas, Metropolitana de Belo Horizonte e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba foram as que tiveram mais municípios com mais de 1 contrato por habitante em 2019. Em contrapartida, os municípios com os menores valores são da mesorregião Norte de Minas.

Algo parecido acontece com o número de acessos telefonia móvel por habitante. Municípios do Norte de Minas aparecem nas últimas posições, apresentando o menor número de contratos por habitante, o que representa a limitação de mesorregiões mais pobres em Minas Gerais (COSTA et al., 2012). Entretanto, a discrepância entre os valores máximos e mínimos é maior do que em relação à banda larga, chegando a valores entre 20 e 30 contratos por habitante. A maior concentração de municípios está entre 7 e 12 contratos por habitantes, representando quase 70% da amostra.

A variável com maior discrepância do estudo é o Produto Interno Bruto – PIB per capita, com o desvio padrão de R\$ 24.832,69. A amplitude entre os valores máximos e mínimos também são consideráveis, apresentando uma diferença de R\$ 307.050,78 entre estes valores. Os valores estão concentrados próximos à média, em que 83,86% da amostra está abaixo dos 30 mil reais per capita. Municípios do Jequitinhonha e Norte de Minas são os que apresentam os menores valores, enquanto os municípios das mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte, Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba são os que possuem a maior capacidade econômica da amostra (IBGE, 2020).

A AFD Grupo 1, trata-se da taxa de adequação da formação docente, em que os profissionais possuem formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona (INEP, 2023). Percebe-se que a maior concentração dos valores está próxima à média. Dos 824 municípios da amostra, 664 apresentaram taxas entre 50% e 80%.

Já a AFD Grupo 5, se trata da taxa de adequação da formação docente de docentes sem formação superior. Pode-se perceber que os valores estão concentrados próximos aos valores mínimos da amostra. Todavia, existem municípios que necessitam de atenção para este indicador, principalmente aqueles mais carentes. A formação do docente é um elemento fundamental para que as TICs possam ser utilizadas de forma efetiva na educação (PACHECO, MIRANDA, 2018; LEONEL et al., 2019).

Em relação à taxa de distorção idade-série, pode-se analisar que os valores estão concentrados próximos à média da amostra, em que 602 municípios do estudo apresentaram, em média, taxas entre 10% e 25%. Municípios da mesorregião Zona da Mata foram os que apresentaram as maiores taxas de distorção.

A variável média de alunos por turma também teve como resultado valores concentrados próximos à média, em que 63,71% da amostra apresentou salas de aula com média de alunos entre 22 e 30 alunos para cada turma. Percebe-se também, que esta variável não possui uma dispersão considerável, devido à legislação que estabelece limite máximo de alunos por turma.

Em relação à despesa liquidada com educação por habitante, pode-se verificar que existe uma amplitude considerável entre os valores máximos e mínimos. Todavia, a concentração dos valores ficou entre R\$500,00 e R\$1.000,00, representando 72,94% da amostra. O mesmo acontece com a despesa com saúde por habitante, em que a concentração dos valores ficou entre R\$500,00 e R\$1.000,00. Este resultado representa 73,18% da amostra.

Por fim, a variável densidade demográfica apresenta amplitude considerável entre os valores máximos e mínimos, apresentando valores próximos à média da amostra. Os resultados também indicam que 753 municípios da amostra obtiveram densidade abaixo dos 100 habitantes por quilômetro quadrado.

4.2.2 Análise da regressão linear múltipla

Após a apresentação da análise descritiva dos dados, foi realizada a análise da regressão linear múltipla. Primeiramente, foi realizado o teste de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg para verificar a existência de heterocedasticidade nos resíduos do modelo. O resultado do teste indicou que os resíduos não se distribuem em torno da reta de regressão de forma constante, apresentando nível de significância de 10%. Este resultado rejeita H_0 para variância constante, indicando ausência de homocedasticidade (GUJARATI; PORTER, 2011; FÁVERO, 2015). O teste de Breusch-Pagan/Cook-Weisberg pode ser visualizado na Tabela 4.

Tabela 4 – Teste de homocedasticidade

Variáveis: valores ajustados do Ideb
chi2(1) = 3,28
Prob > chi2 = 0,0703
Ho: Variância constante

Fonte: Resultados da pesquisa.

Neste sentido, o problema relacionado ao pressuposto de heterocedasticidade pode ser corrigido utilizando erros padrão robustos. O segundo pressuposto analisado foi o de normalidade da distribuição dos resíduos. Para isso, foram realizados os testes de Shapiro-Wilk e de Shapiro-Francia. Os dois testes indicaram que os resíduos apresentam distribuição normal, validando o pressuposto de normalidade conforme apresentado na Tabela 5 (GUJARATI; PORTER, 2011; FÁVERO, 2015). Os resultados da regressão linear múltipla são apresentados na Tabela 5.

Além disso, foi realizado o teste de significância global por meio do Teste F, indicando significância a nível de 1%, conforme apresentado na Tabela 5 (GUJARATI; PORTER, 2011; FÁVERO, 2015). O modelo apresentou R quadrado de 0,2440, representando que 24,4% da variação da nota do IDEB pode ser explicada pela variação das variáveis independentes.

Para avaliar a existência de multicolinearidade, foi utilizado o *Variance Inflation Factor* (VIF). O resultado desta análise indica que o modelo não apresenta multicolinearidade, ou seja, as variáveis explicativas não estão altamente correlacionadas. O teste de multicolinearidade

pode ser visualizado na Tabela 6. Após atender os pressupostos, pode-se analisar os resultados da regressão linear múltipla.

Tabela 5 - Resultados da Regressão Linear Múltipla tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variáveis	Coefficiente Beta
Internet nas escolas	0,003
Laboratório	0,000
Banda Larga	0,140 ***
Telefonia Móvel	0,005
PIB per capita	0,000
AFD grupo1	0,324 *
AFD grupo5	0,036
Distorção idade-série	-0,032 ***
Alunos por Turma	-0,012 **
Despesa educacional	0,000 *
Despesa com saúde	0,000
Densidade Demográfica	0,000
Constante	4,663
Teste de normalidade	Prob>z
Shapiro-Wilk	0,225
Shapiro-Francia	0,301
Prob > F	0,000
R2	0,2440
Número de observações	824

Notas: *Significativo a nível de 10%; **Significativo a nível de 5%; *** Significativo a nível de 1%.
Fonte: Resultados da pesquisa.

Analisando a regressão linear múltipla, 5 variáveis foram significativas. A variável Banda Larga, que representa o acesso à internet banda larga, ou seja, o número de novos contratos realizados no ano de 2019 para este tipo de internet, apresentou coeficiente positivo, em nível de significância de 1%. Isso representa que aumentar o número de novos contratos para internet banda larga contribui positivamente para o aumento da média da nota do IDEB municipal, caso as demais variáveis independentes permaneçam inalteradas.

O acesso à internet de qualidade é um indicador de infraestrutura de TICs no município. Este resultado indica a importância de os municípios investirem em acesso à internet, possibilitando que alunos possam utilizar internet para fins educacionais. Todavia, se sabe que somente o acesso à internet não é suficiente, havendo a necessidade de outros fatores, embora as outras três variáveis relacionadas às TICs (Internet nas escolas, Laboratório e Telefonia Móvel) não foram significativas neste modelo (RODRIGUES, 2009).

Em relação à adequação da formação docente, em que os profissionais possuem formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona, representada pela variável AFD grupo1, foi constatado um nível de significância de 10%, apresentando coeficiente positivo. Este resultado indica que a formação superior na área da disciplina do professor contribui para o aumento da nota do IDEB. Bourdieu (1980) explica que é necessário investir em capital social para o aprimoramento das habilidades.

Tabela 6 – Teste de Multicolinearidade

Variável	VIF	1/VIF
Despesa educacional	2,920	0,342
Despesa com saúde	2,260	0,443
Banda Larga	1,960	0,511
Telefonia Móvel	1,870	0,535
PIB per capita	1,830	0,546
AFD grupo1	1,370	0,731
Alunos por Turma	1,330	0,752
AFD grupo5	1,280	0,782
Internet nas escolas	1,200	0,836
Densidade Demográfica	1,100	0,913
Laboratório	1,080	0,924
Distorção idade-série	1,040	0,964
Média VIF	1,600	

Fonte: Resultados da pesquisa.

A taxa de distorção idade-série apresentou coeficiente negativo em nível de significância de 1%. Este resultado indica que o aluno estudar em uma série atrasada, que não condiz com sua idade, prejudica o desempenho no IDEB. Estes alunos podem influenciar outros alunos de forma negativa, afetando a absorção de conhecimento dentro das aulas.

A variável Alunos por Turma também apresentou coeficiente negativo, com um nível de significância de 5%. Este resultado representa que salas de aula com um número elevado de alunos tende a prejudicar a qualidade das aulas, afetando negativamente o desempenho escolar, mensurado pela nota do IDEB.

Por fim, a variável Despesa educacional foi significativa a nível de 10%, apresentando um coeficiente positivo. Apesar do coeficiente beta estar muito próximo de zero (0,0001678), os resultados indicam que o aumento dos investimentos na educação básica contribui que os municípios alcancem maiores notas no IDEB.

4.2.3 Análise das regressões quantílicas

Com o intuito de avaliar os efeitos das variáveis independentes sobre diferentes níveis de desempenho escolar fundamental, foi realizada a análise das regressões quantílicas. Para a execução das regressões, foram utilizados erros padrão robustos, a fim de garantir maior robustez, o que permite corrigir problemas relacionados à heterocedasticidade. Os modelos ainda utilizaram a padronização das variáveis, o que segundo Gujarati e Porter (2011), permite dispor todas as variáveis em pé de igualdade, apresentando média zero e variância unitária. Por meio da Tabela 7 é possível visualizar os resultados da regressão no quantil 25.

Os resultados apresentados no quantil 25 indicam quatro variáveis significativas no modelo. A primeira variável é o acesso à internet banda larga, que está relacionada às TICs. Esta variável apresentou significância a nível de 1% e coeficiente beta positivo, indicando que o aumento do número de contratos realizados referentes à internet banda larga, contribui para o aumento da nota do IDEB. Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017) comentam que a infraestrutura escolar relacionada a equipamentos e internet é fundamental para o que o professor possa desempenhar atividades relacionadas às TICs em sala de aula.

Tabela 7 - Resultados da Regressão Quantílica no quantil 25 tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variáveis	Coefficiente Beta
Internet nas escolas	0,057
Laboratório	0,059
Banda Larga	0,197 ***
Telefonia Móvel	0,056
PIB per capita	0,021
AFD grupo1	0,089 *
AFD grupo5	0,005
Distorção idade-série	-0,492 ***
Alunos por Turma	-0,113 **
Despesa educacional	0,032
Despesa com saúde	0,049
Densidade Demográfica	-0,018
Constante	-0,615

Notas: *Significativo a nível de 10%; **Significativo a nível de 5%; *** Significativo a nível de 1%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

A segunda variável é a AFD Grupo 1, que é a taxa adequação da formação docente, em que os profissionais possuem formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona. Esta variável obteve

significância a nível de 10% e coeficiente beta positivo, representando que o aumento desta taxa contribui para o melhor desempenho no IDEB. É importante que o professor tenha capacitação e formação necessária para que ele possa utilizar as TICs de modo efetivo nas práticas educacionais (FIAES et al., 2021).

A variável Distorção idade-série apresentou significância a nível de 1% e coeficiente beta negativo. Este resultado está conforme o esperado, uma vez que o aumento da distorção idade-série prejudica a qualidade do ensino e aprendizado, afetando o desempenho escolar no IDEB (RIND et al., 2022).

Por fim, o número de alunos por turma foi significativo a nível de 5% e coeficiente beta negativo, ou seja, quanto maior o número de alunos dentro da sala de aula, menor tende a ser a nota do IDEB, indicando que salas mais cheias prejudicam o desempenho escolar do aluno.

O segundo modelo de regressão quantílica se trata da análise feita na mediana (quantil 50). Esta análise é indicada em modelos em seja necessário realizar o tratamento de *outliers*, uma vez que a estimativa é feita na mediana (KOENKER, 2005). Os resultados deste modelo podem ser visualizados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados da Regressão Quantílica na mediana tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variáveis	Coefficiente Beta
Internet nas escolas	0,015
Laboratório	0,046
Banda Larga	0,210 ***
Telefonia Móvel	-0,012
PIB per capita	0,022
AFD grupo1	0,093 *
AFD grupo5	0,017
Distorção idade-série	-0,460 ***
Alunos por Turma	-0,069
Despesa educacional	0,102
Despesa com saúde	0,021
Densidade Demográfica	-0,031
Constante	-0,036

Notas: *Significativo a nível de 10%; **Significativo a nível de 5%; *** Significativo a nível de 1%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Neste modelo, apenas 3 variáveis foram significativas. O acesso à internet banda larga novamente aparece com significância a nível de 1%, apresentando efeito positivo sobre a nota do IDEB. Este resultado corrobora a análise feita no quantil 25, indicando que o aumento do

número de contratos com internet banda larga feitos, contribui para o aumento da nota do IDEB, corroborando com as afirmações de Schuhmacher; Alves Filho e Schuhmacher (2017). É importante salientar que o fato de aumentar o número de novos contratantes pode contribuir para o aumento do acesso à internet.

A taxa AFD Grupo 1 novamente apresentou coeficiente beta positivo, com o nível de significância de 10%, indicando que o docente com o nível de escolaridade adequado à disciplina que ele leciona contribui para o melhor desempenho do estudante na realização da avaliação do IDEB. Tal formação contribui para o aprimoramento das habilidades, o que impacta no desempenho do aluno (BOURDIEU, 1980).

A distorção idade-série também foi novamente significativa, apresentando o nível de significância de 1% e coeficiente beta negativo. Este resultado também corrobora o resultado da primeira análise, indicando que alunos estudam em séries que não correspondem a sua idade, ou seja, que estão atrasados, prejudica o desempenho na avaliação no IDEB.

O terceiro modelo de regressão foi realizado no quantil 75. Esta análise é feita considerando as notas mais altas do IDEB. Os resultados da regressão quantílica no quantil 75 podem ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados da Regressão Quantílica no quantil 75 tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variáveis	Coefficiente Beta
Internet nas escolas	0,091 **
Laboratório	-0,013
Banda Larga	0,137 ***
Telefonia Móvel	-0,015
PIB per capita	-0,069 **
AFD grupo1	0,048
AFD grupo5	-0,026
Distorção idade-série	-0,380 ***
Alunos por Turma	-0,104 **
Despesa educacional	0,131 **
Despesa com saúde	0,098 **
Densidade Demográfica	-0,045
Constante	0,623

Notas: *Significativo a nível de 10%; **Significativo a nível de 5%; *** Significativo a nível de 1%.
Fonte: Resultados da pesquisa.

Uma observação interessante neste modelo é que, desta vez, houve um número maior de variáveis significativas. Iniciando pela taxa de alunos em escolas com internet no ensino

fundamental, que teve um nível de significância de 10%. O resultado indica que taxas mais altas aumentam as chances de os alunos terem melhores desempenhos no IDEB.

A variável acesso à internet banda larga novamente foi significativa, apresentando um nível de 1%. Nos três modelos esta variável apresentou coeficiente beta positivo, indicando que o aumento do número de contratantes influencia no aumento da nota do IDEB. Tais resultados corroboram, mais uma vez, o estudo de Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017).

O PIB per capita, neste modelo, apresentou significância, a nível de 5%. Todavia, o coeficiente desta variável foi negativo, o que não era esperado neste estudo. Apesar deste resultado não apresentar o mesmo sinal do coeficiente da pesquisa de Mendes et al. (2022), ambos apresentaram coeficientes próximos a zero, sendo um efeito quase nulo. Vale ressaltar que o PIB per capita não representa a distribuição de renda uniforme do município, em que muitas das vezes a concentração de renda fica em uma pequena parcela da população.

Por meio da Tabela 10, é possível visualizar que o índice de Gini situa-se, em média, em 0,49, revelando uma concentração de renda nos municípios, indicando a desigualdade de renda dos municípios (IBGE, 2020). Além disso, é possível perceber que o número de habitantes da maioria destes municípios está abaixo da média da amostra, que é de 25.504 habitantes.

A variável distorção idade-série novamente aparece como significativa, a nível de 5%. Este resultado indica que quanto maior a taxa de distorção idade-série, menor tende a ser o desempenho da nota do IDEB, o que corrobora os resultados das outras regressões quantílicas.

O número de alunos por turma apresentou significância a nível de 5%, obtendo um coeficiente beta negativo, como esperado. Este resultado indica que o aumento do número de alunos dentro de sala de aula faz com que a nota do IDEB seja reduzida, prejudicando, assim, o desempenho do aluno.

Neste modelo, diferentemente dos demais, as variáveis de despesas foram significativas. A despesa educacional apresentou nível de significância de 5% e o coeficiente beta positivo, o que indica que o investimento na educação contribui para que tenha melhores notas nesta faixa do IDEB, corroborando o estudo de Mendes et al. (2022).

A despesa com saúde também foi significativa a nível de 5% com o coeficiente beta positivo. Este resultado também sugere que o investimento em saúde também afeta positivamente o desempenho do aluno em relação à nota do IDEB.

Tabela 10 – Municípios com os maiores PIBs per capita da amostra para o ano de 2019

Município	População	PIB em 1.000 reais	Ideb	PIB per capita	Índice de Gini	Economia
São Gonçalo do Rio Abaixo	10.920	3.418.342,00	5,10	313.034,98	0,48	Mineração
Extrema	36.225	10.136.625,00	5,40	279.824,02	0,40	Indústria
Jeceaba	4.912	1.224.886,00	4,80	249.366,04	0,48	Indústria e o Serviço
Conceição do Mato Dentro	17.842	3.929.279,00	4,10	220.226,38	0,50	Mineração
Catas Altas	5.376	1.103.630,00	5,10	205.288,32	0,39	Mineração
Araporã	6.869	1.376.751,00	5,00	200.429,61	0,42	Energia/hidrelétrica
Confins	6.730	1.301.634,00	4,70	193.407,73	0,45	Transporte aéreo
Itatiaiuçu	11.146	1.753.855,00	5,40	157.352,86	0,41	Mineração
Nova Lima	94.889	11.859.913,00	4,20	124.987,23	0,69	Mineração
São José da Barra	7.426	791.805,00	4,80	106.626,04	0,51	Mineração
Ouro Branco	39.500	4.182.641,00	4,90	105.889,65	0,52	Mineração
Tapira	4.773	455.512,00	5,50	95.435,16	0,55	Mineração
São Sebastião da Bela Vista	5.504	449.272,00	4,90	81.626,45	0,43	Administração pública
Nova Ponte	15.545	1.253.580,00	5,90	80.642,01	0,53	Indústria e a Agropecuária
Itapeva	9.783	785.542,00	5,20	80.296,64	0,49	Serviços
Três Marias	32.356	2.471.143,00	5,50	76.373,56	0,53	Indústria

Fonte: Resultados da pesquisa com base em (IBGE, 2020).

É possível ver na Tabela 11 as variáveis significativas nos três modelos de regressão. Após ter realizada a análise das três regressões, percebe-se que algumas variáveis possuem nível de significância nas três faixas do IDEB (alta, média e baixa) abordadas neste estudo, como é o caso do acesso à internet banda larga. Percebe-se que esta variável apresenta maior efeito sobre o IDEB quando analisada na faixa mediana. Para Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017), a deficiência na conexão da internet prejudica o professor de utilizar as TICs para as atividades escolares.

Os três modelos apresentados neste estudo demonstraram que a variável relacionada à distorção idade-série é significativa, apresentando um coeficiente beta negativo. Observa-se que o efeito dessa variável sobre a variável dependente é ainda mais pronunciado nas faixas com notas mais baixas no IDEB.

Tanto a variável AFD grupo 1, quanto a variável alunos por turma apresentaram significância em apenas dois modelos. E as variáveis internet nas escolas, despesa educacional e despesa com saúde foram significativas em apenas no modelo de regressão no quantil 75. Os resultados do estudo de Mendes et al. (2022) também indicam que a despesa com a educação pode contribuir com a qualidade da educação.

Tabela 11 – Variáveis significativas nos três modelos de regressão quantílica tendo como variável resposta a média municipal do IDEB e as demais variáveis como independentes para o estado de Minas Gerais no ano de 2019

Variáveis	Coefficiente Beta Quantil 25	Coefficiente Beta Quantil 50	Coefficiente Beta Quantil 75
Internet nas escolas	NS	NS	0,091
Laboratório	NS	NS	NS
Banda Larga	0,197	0,210	0,137
Telefonia Móvel	NS	NS	NS
PIB per capita	NS	NS	-0,069
AFD grupo1	0,089	0,093	NS
AFD grupo5	NS	NS	NS
Distorção idade-série	-0,492	-0,460	-0,380
Alunos por Turma	-0,113	NS	-0,104
Despesa educacional	NS	NS	0,131
Despesa com saúde	NS	NS	0,098
Densidade Demográfica	NS	NS	NS

Fonte: Resultados da pesquisa.

Legenda: Não significativo (NS).

Em todos os casos em que a variável apresentou nível de significância em mais de um modelo, o sinal do coeficiente beta se manteve, o que confirma os resultados apresentados em cada modelo, fazendo com que um modelo corrobore o outro. O mesmo acontece quando se compara os modelos das regressões quantílicas com a regressão linear múltipla.

Analisando os resultados, é possível constatar que, dentre as variáveis relacionadas às TICs neste estudo, apenas duas apresentaram nível de significância, indicando que algumas TICs possuem uma relação positiva com a média do desempenho educacional municipal, o que responde à primeira hipótese desta pesquisa.

H1 – O acesso à internet de qualidade é um indicador de infraestrutura de TICs no município, podendo ser associado ao desempenho de alunos que utilizam internet para fins educacionais. A utilização das TICs para fins educacionais contribui positivamente para a média da nota do IDEB municipal.

Portanto, aceita-se *H1*.

4.2.4 Discussão dos resultados das regressões

O IDEB é um indicador utilizado no Brasil para avaliar a qualidade do ensino básico, que leva em consideração o desempenho dos alunos em testes de matemática e português, bem como a taxa de aprovação escolar. Neste contexto, a utilização das TICs na educação pode influenciar diretamente o desempenho dos alunos e, conseqüentemente, a nota do IDEB, como demonstrado nos resultados das regressões.

Existem algumas possíveis relações entre a utilização das TICs e a nota do IDEB. Por exemplo, a aplicação das TICs pode permitir que os estudantes tenham acesso a uma variedade de informações atualizadas, o que pode contribuir para uma aprendizagem mais completa e abrangente (RIND et al., 2022). Dessa forma, a acessibilidade proporcionada pelas TICs pode impactar positivamente o desempenho dos alunos, resultando em uma nota mais alta no IDEB.

A utilização consciente da internet pode enriquecer a cultura do estudante, proporcionando mais conhecimentos gerais. O capital social, como proposto por Bourdieu (1980), pode contribuir para a assimilação mais efetiva do conteúdo. Por exemplo, um aluno que tenha acesso a informações complementares na internet pode ter uma melhor compreensão de temas discutidos em sala de aula, ampliando sua compreensão sobre questões sociais, culturais e econômicas.

Além disso, a utilização das TICs pode tornar as aulas mais interativas e interessantes, incentivando um maior engajamento dos alunos no processo de aprendizagem (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008). Esse engajamento pode resultar em uma maior participação dos alunos nas atividades escolares e, conseqüentemente, uma taxa de aprovação mais elevada, o que também impacta positivamente na nota do IDEB.

A aplicação das TICs também pode proporcionar a utilização de recursos pedagógicos mais diversificados e eficazes, o que pode contribuir para uma melhoria na qualidade do ensino. Essa melhoria pode ser refletida no desempenho dos alunos e na taxa de aprovação escolar, fatores que também afetam a nota do IDEB.

Os resultados das análises de regressão realizadas nesta etapa permitem vislumbrar o comportamento do índice educacional frente às TICs, destacando o acesso à internet banda larga como um elemento significativo em todas as análises. É importante salientar que o uso responsável da internet, comprometido e voltado para os estudos, é essencial para a eficácia da melhoria do desempenho educacional. Contudo, o uso excessivo da internet para fins de entretenimento pode levar a problemas como a dependência, prejudicando a produtividade escolar (SILVA, 2011).

Vale ressaltar que a banda larga oferece maior velocidade e qualidade de conexão, permitindo um serviço ininterrupto. No entanto, seu alcance é limitado a uma pequena área próxima ao aparelho de internet. Apesar do aumento da acessibilidade da banda larga, a infraestrutura local muitas vezes não é adequada para sua implementação, o que limita o acesso de muitas pessoas. Desse modo, é imprescindível que haja políticas públicas que forneçam

infraestrutura adequada para as regiões antes de exigir a prática do uso das TICs nas atividades escolares (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

A relação existente entre a disponibilidade de internet banda larga e o IDEB pode ser constatada sob diversos aspectos. Em primeiro lugar, a internet banda larga possibilita a utilização de tecnologias educacionais, tais como plataformas virtuais de aprendizado, jogos e simuladores, os quais podem enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, a internet banda larga facilita o acesso dos alunos a informações atualizadas e materiais didáticos, o que pode contribuir para uma aprendizagem mais eficiente e abrangente (RIND et al., 2022). Essa acessibilidade pode ter uma influência positiva no desempenho dos alunos em testes de matemática e português, elementos que impactam diretamente na nota do IDEB.

Outro ponto de destaque é que a disponibilidade de internet banda larga pode tornar mais fácil a comunicação e o acompanhamento do desempenho dos alunos pelos professores, o que pode permitir a identificação mais precisa de dificuldades de aprendizagem e um acompanhamento mais personalizado. Esse procedimento pode contribuir significativamente para a melhoria na qualidade do ensino. O estudo de LIMA; LIMA; SACHSIDA (2018) aponta uma melhora significativa do IDEB no estado de Minas Gerais devido ao impacto de uma política pública de internet banda larga denominado Programa Banda Larga nas Escolas.

Entretanto, é importante ressaltar que a relação entre a disponibilidade de internet banda larga e o IDEB não é direta e simples, uma vez que diversos fatores podem influenciar a qualidade da educação, tais como a formação dos professores, infraestrutura escolar e gestão escolar (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017; PACHECO, MIRANDA, 2018). Dessa maneira, a utilização da internet banda larga na educação deve ser realizada de forma adequada e planejada, considerando as necessidades e especificidades de cada escola e turma (LIMA; LIMA; SACHSIDA, 2018).

Uma alternativa para a internet banda larga é a internet móvel, utilizada em celulares. A quinta geração de internet móvel (5G) representa uma importante evolução tecnológica, com menor impacto ambiental e mecanismos inteligentes de antenas que direcionam o sinal diretamente para os dispositivos móveis. No entanto, a cobertura da quarta geração de internet móvel (4G) ainda não está disponível em todas as localidades. Algumas regiões, como Olhos D'Água, no Norte de Minas Gerais, possuem cobertura limitada de internet, prejudicando o acesso dos habitantes a essa tecnologia (ANATEL, 2020).

Observa-se ainda que o uso de computadores pelos jovens é frequentemente limitado a jogos e redes sociais. Em muitos casos, os computadores foram substituídos por dispositivos móveis, como o telefone celular, que estão cada vez mais interativos. Algumas escolas possuem laboratórios de informática, que podem ser utilizados pelos professores para complementação do conteúdo. No entanto, a falta de utilização desses recursos pode prejudicar sua eficácia na inclusão digital dos alunos na escola (ARRUDA, 2020).

Além das TICs, a nota do IDEB é influenciada por diversos outros fatores, entre eles, a formação e capacitação docente, a distorção idade-série e a proporção de alunos por turma. A formação e capacitação dos docentes são aspectos fundamentais para aprimorar a qualidade do ensino. Professores bem formados e capacitados têm maior habilidade para aplicar diferentes metodologias de ensino e estratégias pedagógicas que se adequem às necessidades e especificidades dos alunos (COSTA-HÜBES, 2013). Dessa maneira, os discentes podem obter uma aprendizagem mais eficiente e eficaz, o que pode influenciar positivamente na nota do IDEB.

A distorção idade-série é outra variável que pode influenciar na qualidade do ensino e, conseqüentemente, na nota do IDEB. Essa distorção acontece quando o aluno está em uma série que não condiz com a sua idade. Essa problemática pode provocar um atraso no aprendizado e o aumento da evasão escolar. Portanto, é importante adotar políticas educacionais que objetivem a redução da distorção idade-série (FIALHO; SCALDAFERRI, 2018).

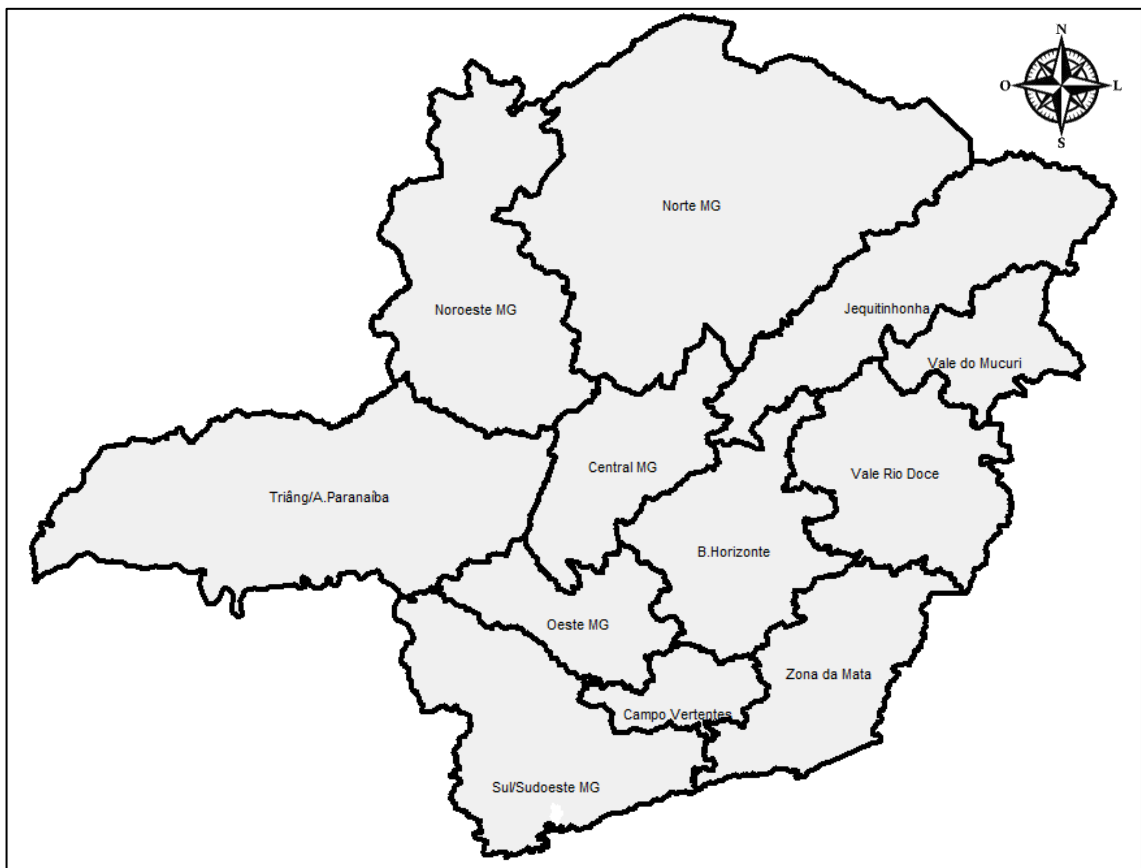
A proporção de alunos por turma também é uma variável que pode influenciar na qualidade do ensino. Quando há um grande número de alunos em uma turma, torna-se mais complexo para o docente fornecer uma atenção mais individualizada a cada aluno. Assim, os estudantes podem apresentar maiores dificuldades de aprendizagem e o desempenho da turma como um todo pode ser prejudicado, influenciando diretamente na nota do IDEB.

Para aprimorar a qualidade do ensino e, conseqüentemente, elevar a nota do IDEB, é imprescindível investir na formação e capacitação dos docentes, implementar ações para minimizar a distorção idade-série e ajustar a proporção de alunos por turma às necessidades pedagógicas, para que seja possível proporcionar uma educação de qualidade a todos os alunos.

4.3 Identificação de variáveis importantes e de áreas com maiores e menores limitações para a adoção de TICs na educação

Neste tópico são apresentados mapas resultantes de análises de indicadores do estado de Minas Gerais. Portanto, a Figura 16 permite identificar a localização das mesorregiões mineiras.

Figura 16 – Mesorregiões do estado de Minas Gerais



Fonte: Resultados da pesquisa.

Reconhecidamente, o estado de Minas Gerais apresenta desigualdades inter-regionais e intrarregionais. Os indicadores permitem identificar as características de cada mesorregião.

Nesse contexto, buscou-se identificar áreas prioritárias para a implementação de políticas públicas que possam permitir o uso das TICs na educação básica, considerando os fatores que influenciam a adoção destas tecnologias e os resultados educacionais, foram utilizadas técnicas de geoestatística e o aprendizado de máquina, também conhecido como *Machine Learning*.

O que se visou aqui foi identificar as regiões onde a infraestrutura associada às “redes” para a disponibilização de “sinais de banda larga” possa contribuir para o melhor acesso à internet, possibilitando o uso das TICs na educação básica.

A melhoria da qualidade da educação básica e o consequente desempenho dos estudantes carecem de políticas públicas de educação bem como de políticas associadas a elas, como o investimento em infraestrutura, tendo em vista que em muitos municípios há carência desde estradas, edificações de escolas, alimentação escolar, treinamento e capacitação de docentes, até o acesso ao sinal de transmissão de internet banda larga.

A geostatística se trata de um ramo da estatística espacial, havendo a existência de dependência espacial (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). Desse modo, a variabilidade dos dados ocorre de acordo com a continuidade espacial, ou seja, valores amostrados mais próximos geograficamente, tendem a ser mais semelhantes se comparados a valores amostrados em pontos distantes.

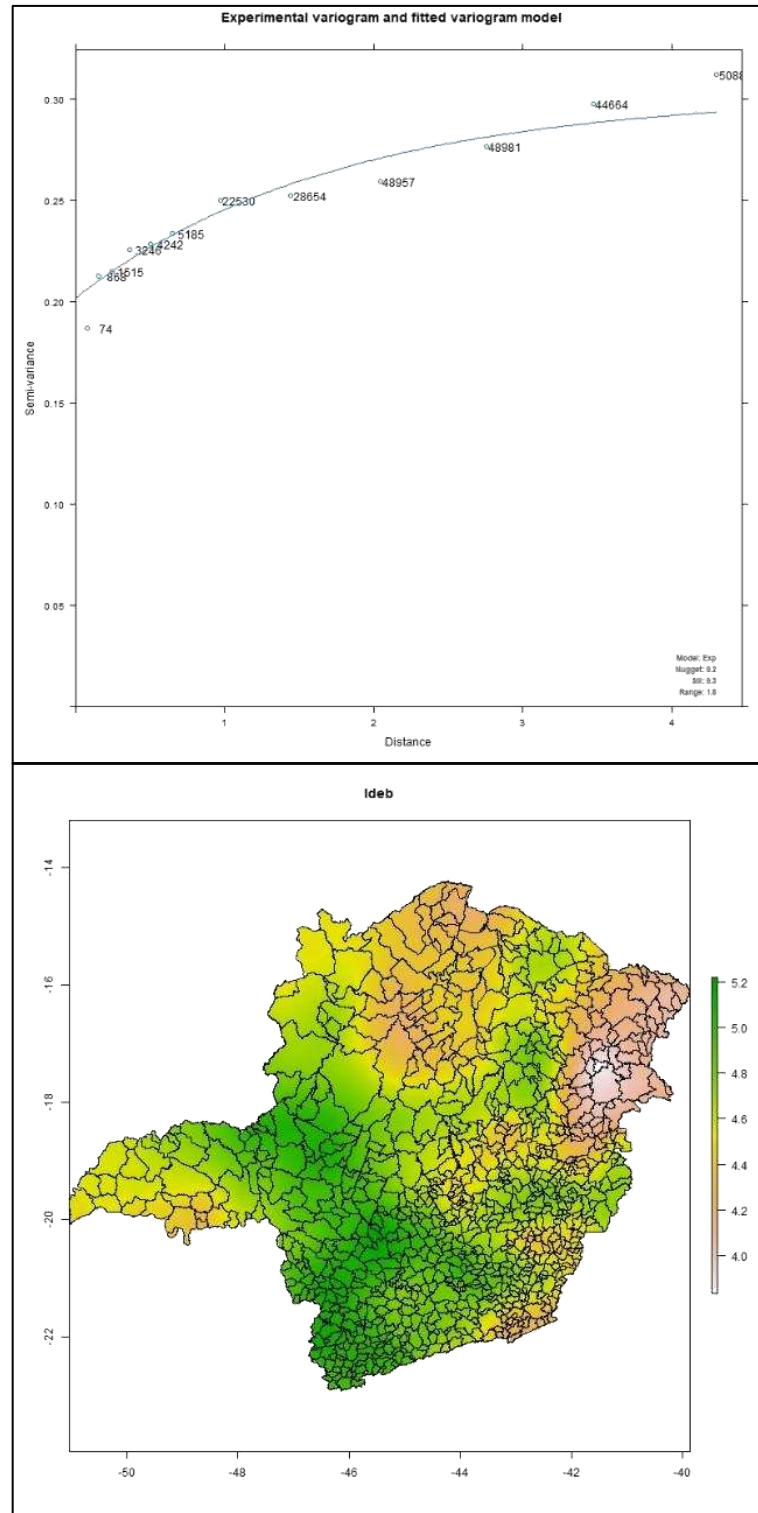
Primeiramente, foi construído o Semivariograma, a fim de identificar a existência da dependência espacial do atributo mapeado nos pontos amostrados que possuem uma distância definida. O semivariograma se trata de um gráfico que avalia a interferência espacial sobre a variabilidade dos dados amostrados (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Em seguida, constatada a dependência espacial, foi utilizada a técnica Krigagem, que, a partir dos dados do semivariograma, permite interpolar as áreas não amostradas com base nos pontos amostrais (KRIGE; DOHM, 1993; YAMAMOTO; LANDIM, 2013). Os modelos foram validados utilizando validação cruzada. Utilizou-se o Sistema de Coordenadas Geográficas (latitude e longitude) com o Sistema Geodésico de Referência – SIRGAS 2000, e a unidade de medida é dada em graus decimais.

Na Figura 17, é possível visualizar os resultados do gráfico semivariograma e do mapa da krigagem da variável IDEB. Os pontos do semivariograma representam a média da diferença de pontos agrupados num determinado espaço geográfico (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

De acordo com o semivariograma da Figura 17, a variabilidade da diferença entre os pares amostrais aumenta conforme a distância também aumenta. Nas distâncias menores, a variação entre os valores é menor. A partir do alcance de aproximadamente 1,8° de distância, equivalente a 200 quilômetros, não existe interferência geográfica sobre a semivariância.

Figura 17 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável IDEB



Fonte: Resultados da pesquisa.

Percebe-se, ainda, que a área em verde escuro, que abrange mesorregiões como Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas e Oeste de Minas, representam notas mais altas no IDEB. É possível visualizar no mapa a relação de interdependência entre

municípios vizinhos, em que municípios mais próximos tendem a possuir notas semelhantes no IDEB.

Além disso, é possível visualizar que o IDEB apresenta diferentes níveis de desempenho, que estão relacionados às condições socioeconômicas das mesorregiões. Segundo Costa et al. (2012), Minas Gerais apresenta condições sociais e econômicas específicas para cada mesorregião.

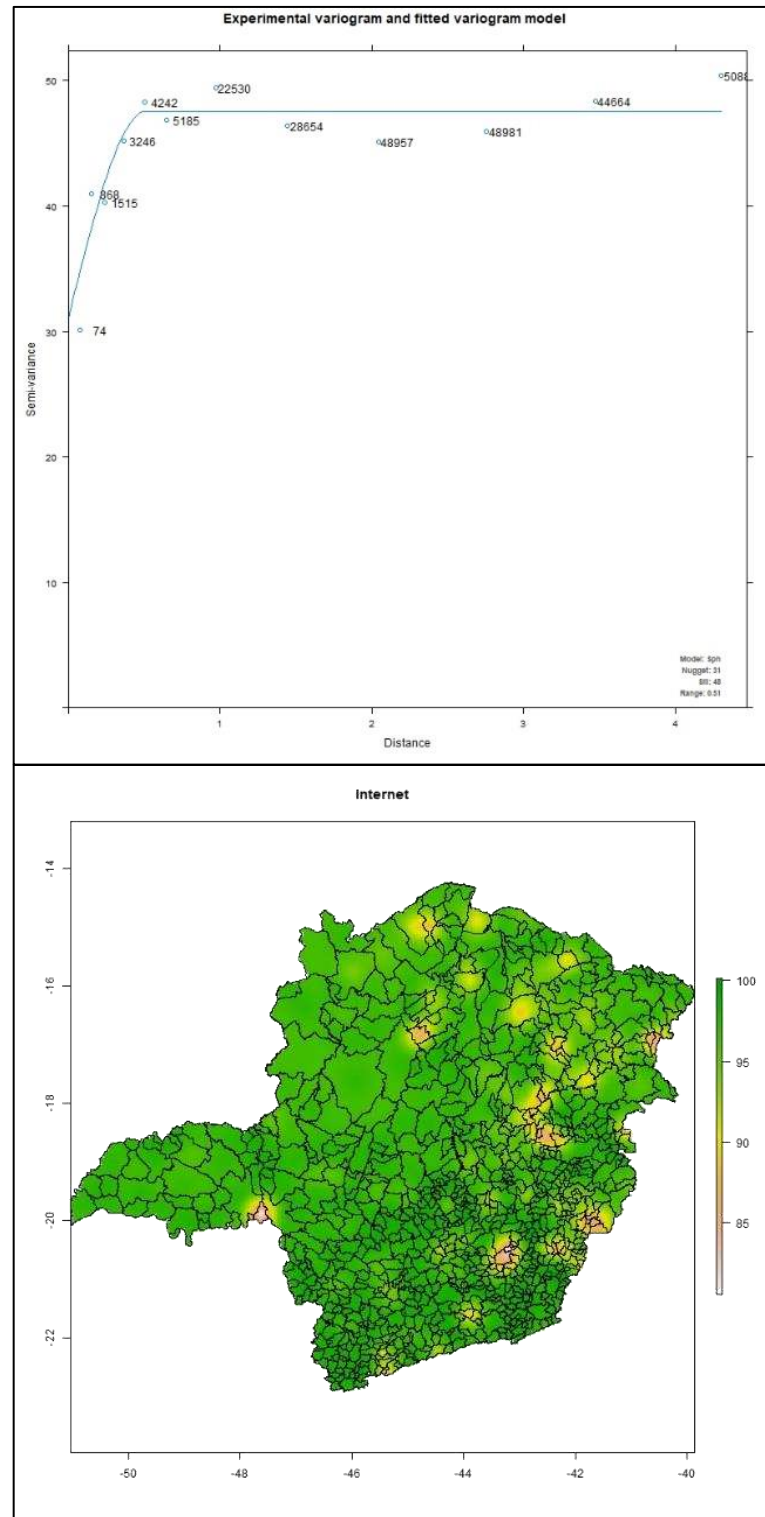
Já na Figura 18 representa-se o semivariograma e a krigagem da taxa de alunos em escolas com internet no ensino fundamental. O resultado do semivariograma indica menor interferência espacial na semivariância dos pontos amostrados. O efeito do espaço geográfico sobre a semivariância se estabiliza numa distância de 0,51°, quando alcança o patamar 48. A internet nas escolas é uma importante ferramenta para que o professor possa desenvolver suas atividades utilizando as TICs (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Pode-se perceber que este resultado do semivariograma possui uma ligação com o mapa da Figura 18, em que apenas alguns pontos do mapa não possuem coloração verde escuro, indicando homogeneidade na amostra, devido à baixa dependência espacial. Além disso, o resultado aponta que a maioria dos municípios da amostra possuem taxa de alunos em escolas com internet no ensino fundamental mais elevadas.

Na Figura 19, pode-se ver que é possível realizar a análise geoestatística do acesso à internet banda larga nos municípios mineiros. O resultado do semivariograma indica que existe interferência espacial na semivariância da amostra até o alcance de 0,42°, atingindo o patamar de 0,5. A partir dessa distância, não existe variabilidade espacial, mantendo-se em estabilidade.

No mapa da krigagem da Figura 19, é possível perceber que as áreas com maior número de acessos à internet banda larga estão em mesorregiões mais desenvolvidas (cor verde escuro), como Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas, Metropolitana de Belo Horizonte e Oeste de Minas. Além disso, os resultados apontam para a semelhança dos valores entre municípios mais próximos. É fundamental que o município tenha uma infraestrutura tecnológica voltada para as TICs, como por exemplo o sinal de internet, para que a população possa utilizar a tecnologia como ferramenta de aprendizado ((RODRIGUES, 2009; SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Figura 18 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Internet nas Escolas

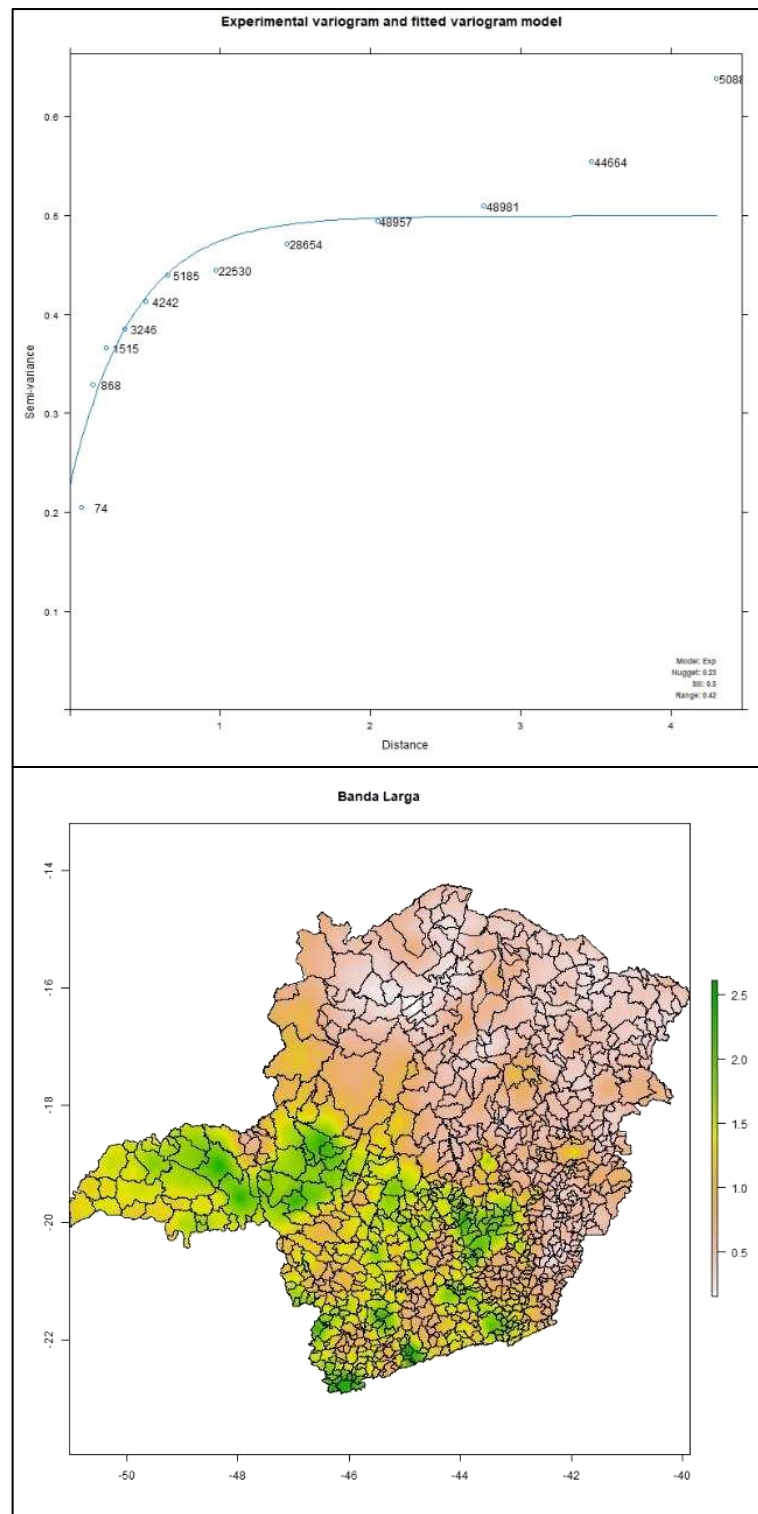


Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 20 permite visualizar os resultados do semivariograma e da krigagem da variável 4G. A análise do semivariograma indica que a variabilidade da distância entre os pares amostrais sofre interferência espacial até o alcance de $0,86^\circ$, a partir daí, existe uma

estabilidade, não havendo mais efeito da distância sobre a semivariância. A internet móvel é uma ferramenta que facilita consideravelmente a vida das pessoas, tornando o acesso à informação flexível. Contudo, este acesso deve ser monitorado em sala de aula, para que o aluno não se distraia (RIND et al., 2022).

Figura 19 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Banda Larga



Fonte: Resultados da pesquisa.

O modelo de krigagem apresentado na Figura 20 permite visualizar que a área da mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte possui valores mais elevados para a variável 4G, e as áreas em amarelo são os valores médios da amostra. Mais uma vez, é possível visualizar a semelhança de valores entre municípios geograficamente mais próximos.

É possível visualizar os resultados do gráfico semivariograma e do mapa de krigagem da variável Telefonia Móvel na Figura 21. Nota-se que existe uma considerável dependência espacial, e um efeito pepita de 0,8 de semivariância. Conforme a distância aumenta, a semivariância também aumenta até chegar ao patamar de 6,8 e o alcance de 0,33° de distância.

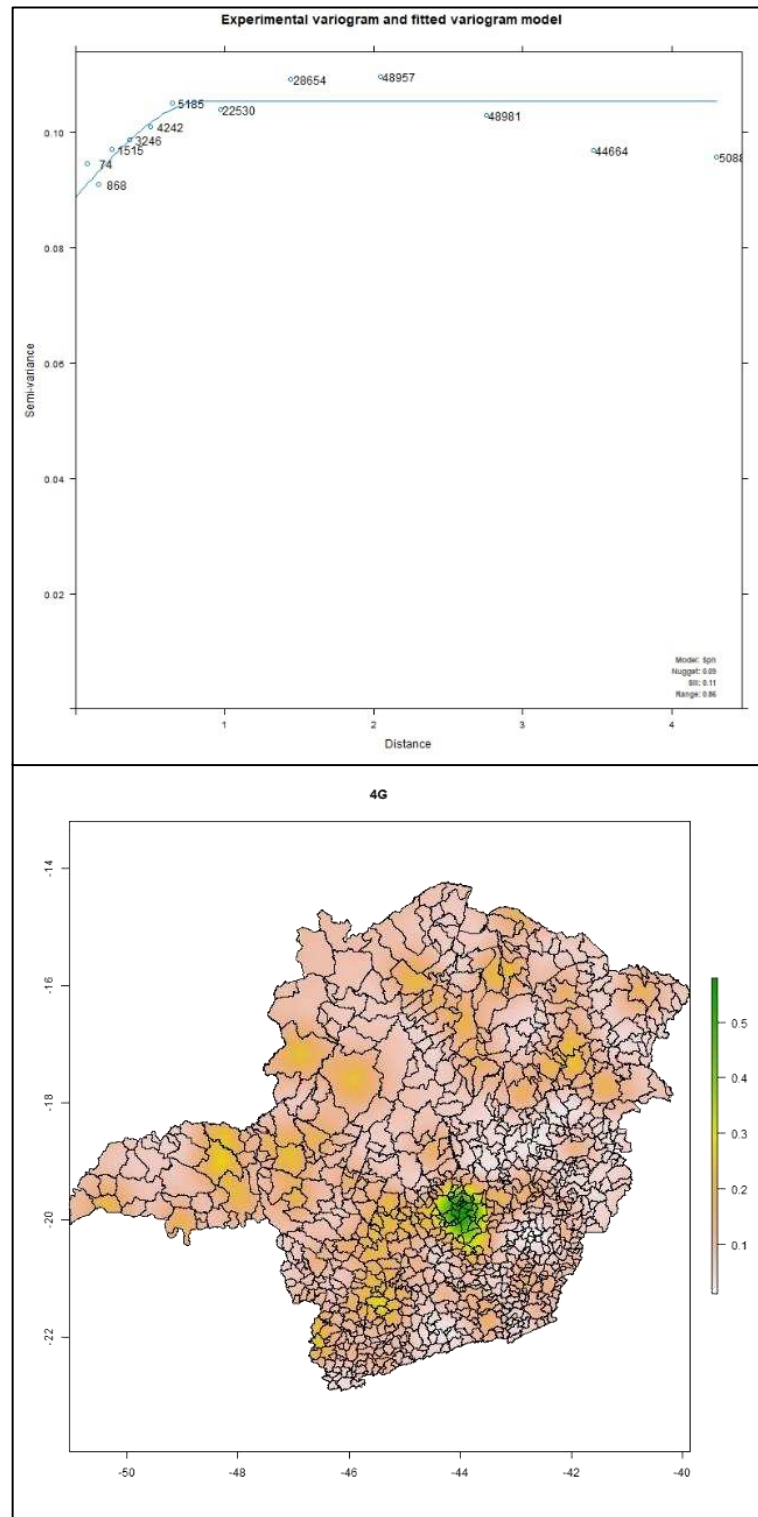
Assim como a internet móvel, os dispositivos móveis têm ocupado um importante espaço no mercado, levando acesso à informação de forma prática e rápida. Todavia, é importante ter um controle sobre o modo de usar para que não prejudique no desempenho escolar (RIND et al., 2022).

Após ter constatada a dependência espacial por meio do semivariograma, foi realizada a krigagem, que apresentou uma área considerável do mapa com valores médios de acesso à telefonia móvel, e pequenas áreas com valores maiores, em mesorregiões como Sul/Sudoeste de Minas e Metropolitana de Belo Horizonte (ver Figura 21).

Na Figura 22, são apresentados os resultados do semivariograma e da krigagem da variável Alunos por Turma. O semivariograma indica a existência de dependência espacial, com efeito pepita no valor 15 de semivariância, havendo interferência da distância até o alcance de 0,83°, atingindo o patamar 18 de semivariância. O número elevado de alunos por turma pode prejudicar o desempenho escolar, por haver menos atenção individualizada, dificuldade de engajamento, apresentar ritmo de aprendizagem desigual, falta de suporte emocional e *feedback* limitado (NASCIMENTO; CRUZ JUNIOR; FAGUNDES, 2018).

Os resultados da krigagem revelam que existem valores mais altos semelhantes nas mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas, Oeste de Minas, Campo das Vertentes, Metropolitana de Belo Horizonte, Norte de Minas, Jequitinhonha e Vale do Mucuri (ver Figura 22). Vale ressaltar que a variável Alunos por Turma apresentou valores inversamente proporcionais ao IDEB.

Figura 20 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável 4G

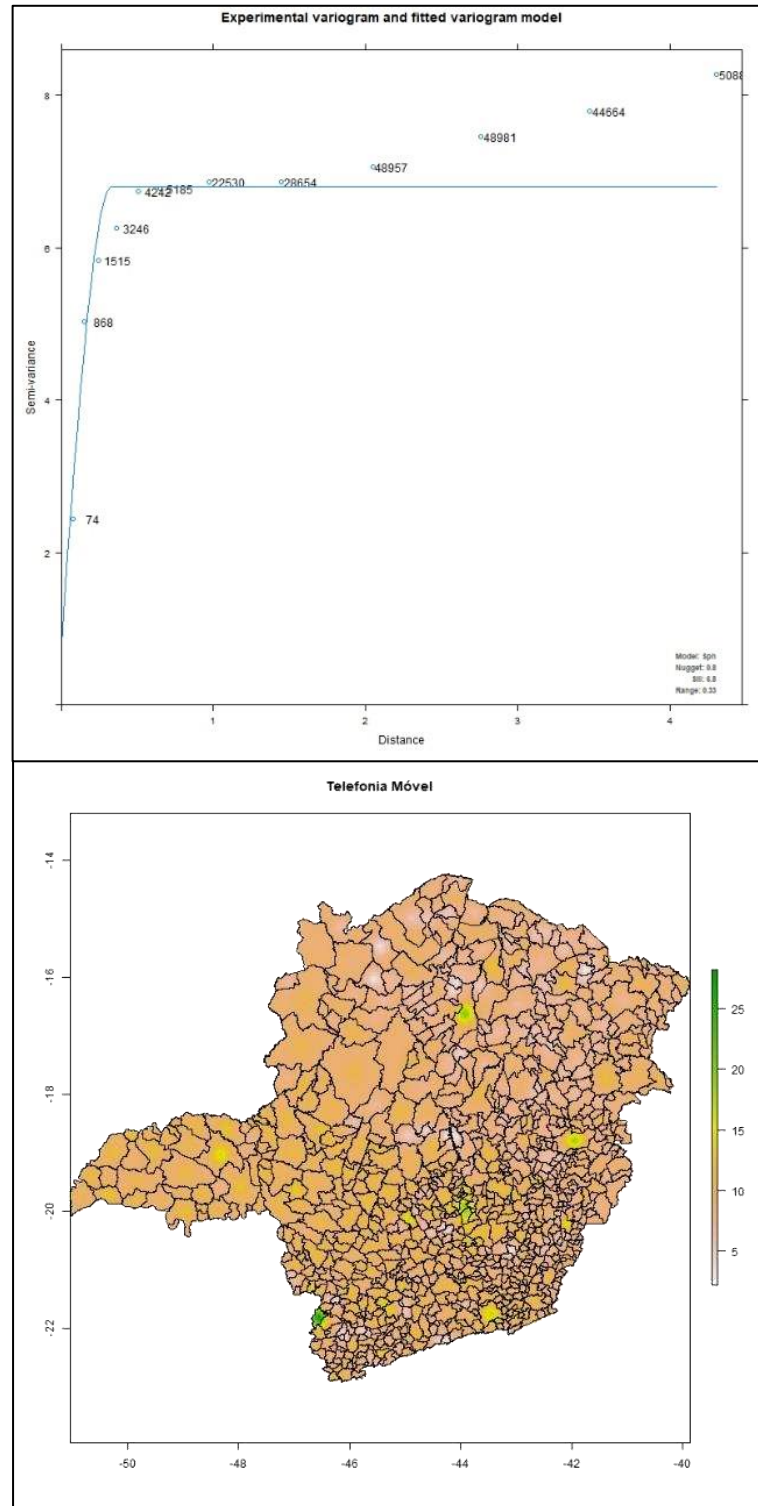


Fonte: Resultados da pesquisa.

A variável AFD grupo 1, que indica a adequação da formação docente, com formação superior na área de atuação, apresentou dependência espacial por meio do semivariograma. Os resultados indicaram a existência de efeito pepita de 0,01 e interferência da distância sobre a

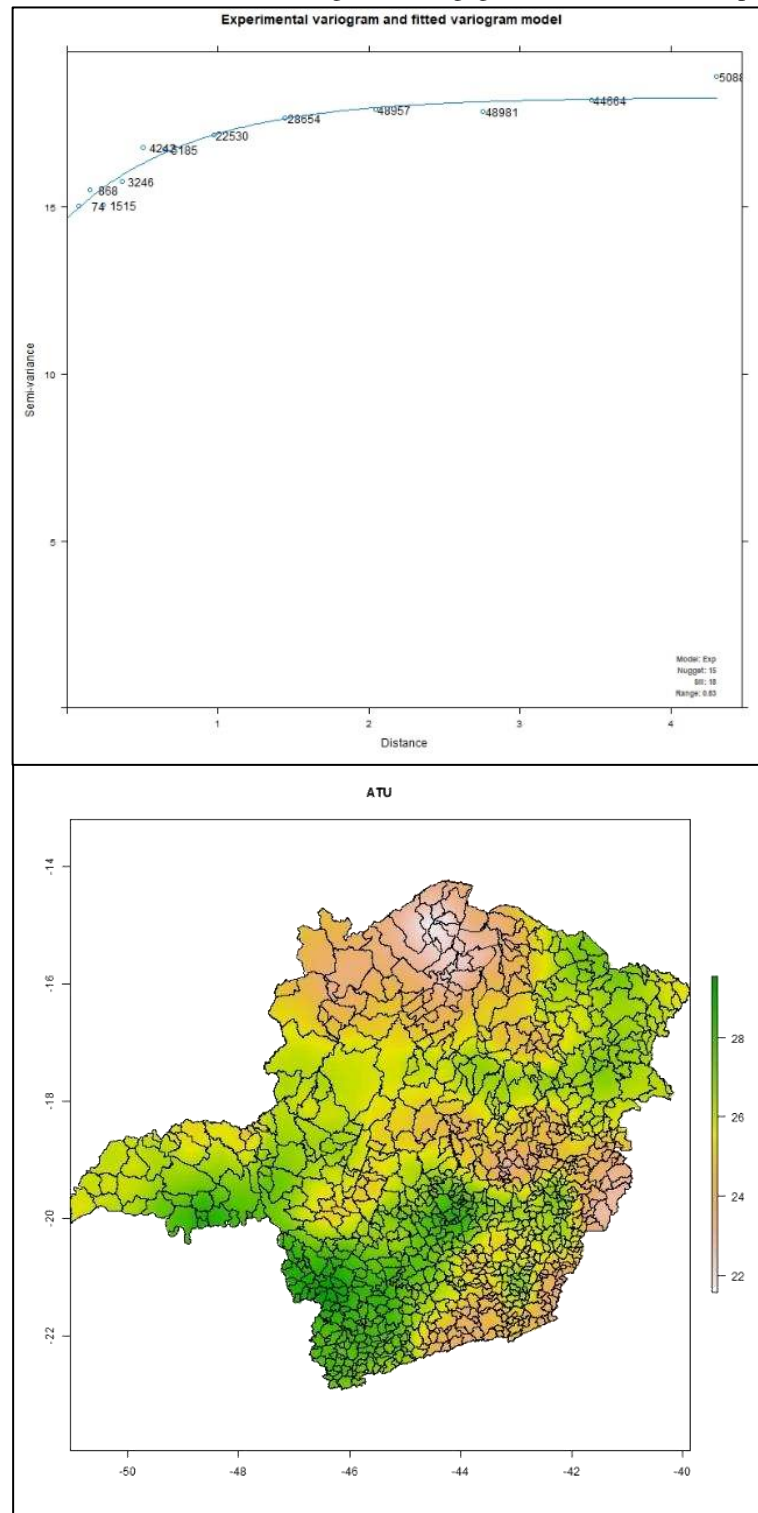
semivariância até o alcance de 0,17°, atingindo o patamar de 0,01. Após alcançar este patamar, a semivariância se estabiliza, não ocorrendo mais interferência espacial. Os resultados do semivariograma da variável AFD grupo 1 podem ser visualizados na Figura 23.

Figura 21 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Telefonia Móvel



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 22 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Alunos por Turma

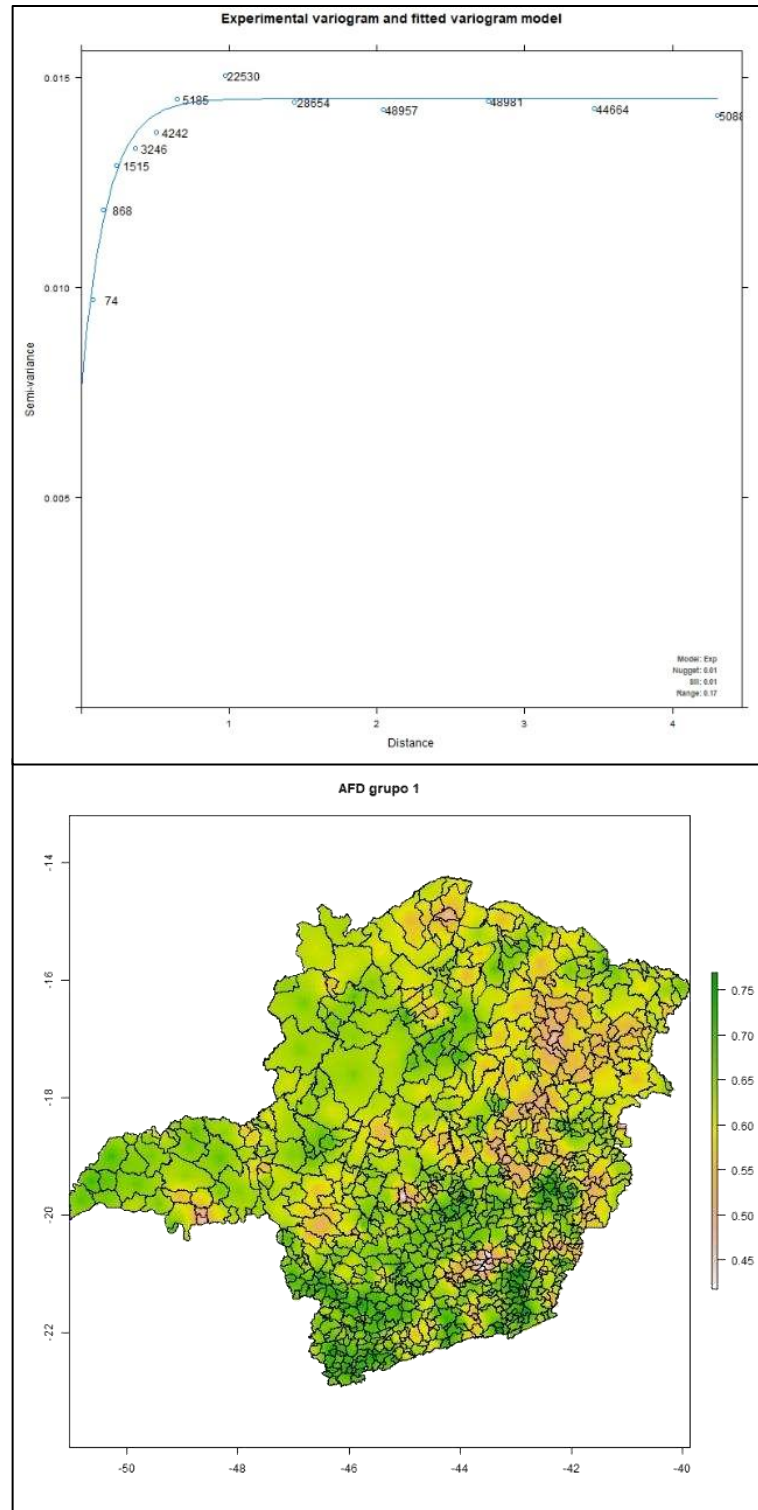


Fonte: Resultados da pesquisa.

Constatada a dependência espacial por meio do semivariograma, foi realizada a krigagem da variável AFD grupo 1, apresentando semelhança em municípios vizinhos em diversos pontos do mapa, destacando as mesorregiões da Zona da Mata, Metropolitana de Belo Horizonte e Sul/Sudoeste de Minas como áreas com as maiores taxas de adequação da formação

docente. Os resultados da krigagem da variável AFD grupo 1 podem ser visualizados na Figura 23.

Figura 23 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável AFD grupo 1



Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com Bourdieu (1980), a capacitação profissional é fundamental para o aprimoramento do conjunto de habilidades. Desse modo, a formação do professor permite que ele possa adquirir novos conhecimentos e melhorar aqueles que ele já possui, possibilitando melhores condições de ensino por meio de práticas pedagógicas.

Na Figura 24 é possível visualizar os resultados do semivariograma e da krigagem da variável AFD grupo 5, que corresponde ao docente que não tem formação no ensino superior. O semivariograma indica dependência espacial, apresentando efeito pepita de 0,00125, havendo variação espacial até o alcance de 0,36°, atingindo o patamar de 0,00236.

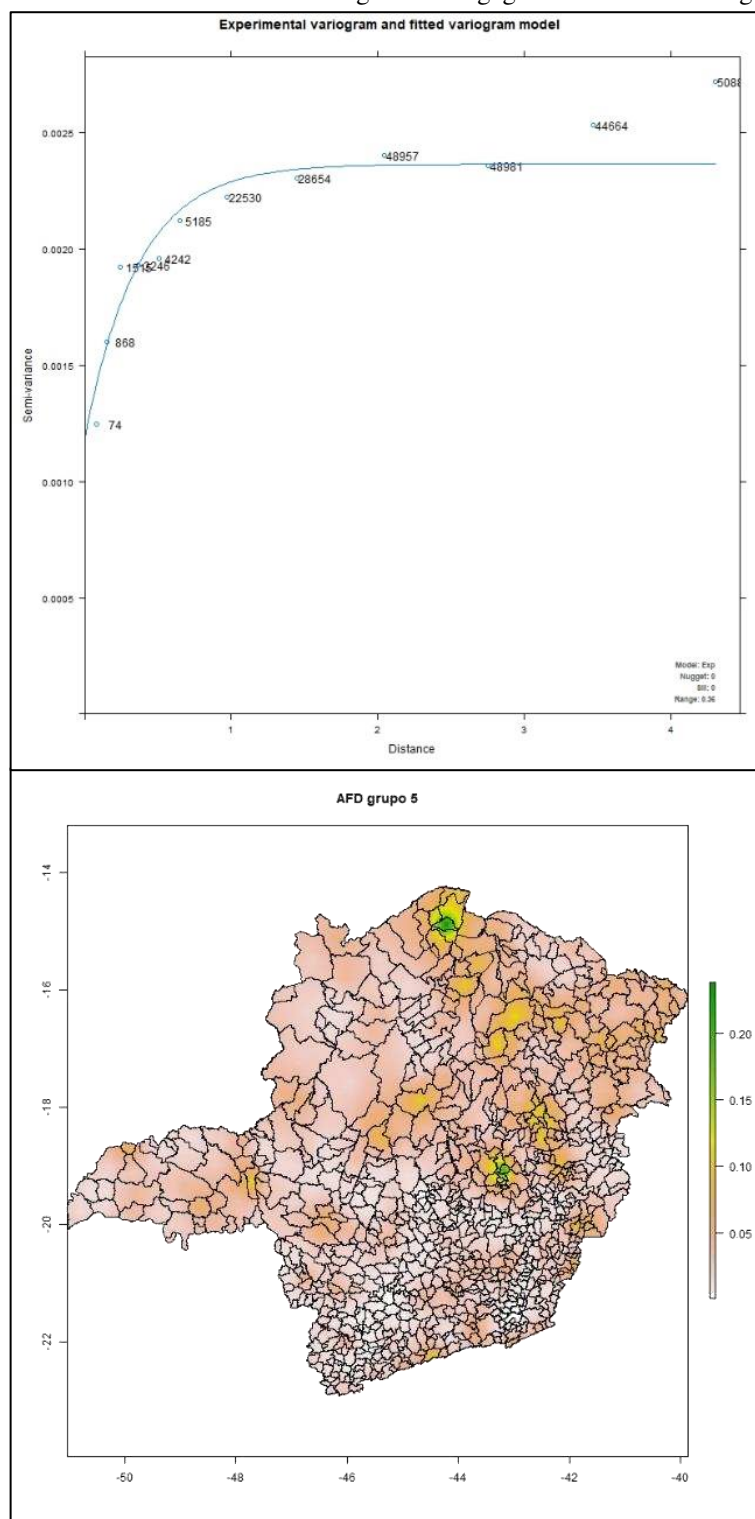
A krigagem apresentada na Figura 24 demonstra áreas semelhantes no mapa, com valores mais altos no norte do estado, onde que o desenvolvimento é mais baixo. A variável AFD grupo 5 apresentou valores inversamente proporcionais em relação à nota do IDEB, indicando a necessidade da formação adequada do docente para o desempenho educacional. A baixa formação do docente prejudica a qualidade do ensino, podendo apresentar conhecimento limitado do conteúdo, métodos de ensino ineficazes ou falta gerenciamento da sala de aula (FIAES et al., 2021; FIALHO; NEVES, 2022).

Por meio da Figura 25, é possível visualizar os resultados do semivariograma e da krigagem da variável Distorção idade-série. O gráfico semivariograma indica dependência espacial, com a semivariância do efeito pepita atingindo o valor 31. A interferência espacial ocorre até a distância de 0,87°, quando atinge a variância do patamar com o valor 51.

O mapa construído por meio da krigagem da variável Distorção idade-série apresenta áreas com valores maiores no Vale do Mucuri e Zona da Mata, indicando que essas áreas possuem número elevado de estudantes em séries atrasadas em relação a sua idade. Em contrapartida, as mesorregiões Oeste de Minas, Noroeste de Minas e Norte de Minas se destacaram por apresentarem menores taxas de distorção idade-série. Os resultados da krigagem desta variável podem ser visualizados na Figura 25.

A distorção idade-série ocorre quando o aluno não está matriculado na série que corresponde a sua idade. Esta situação pode comprometer o desempenho na escola devido à lacunas de conhecimento, dificuldades emocionais e sociais, desmotivação, evasão, dificuldade de relacionamento com os colegas e pressão acadêmica (NASCIMENTO; CRUZ JUNIOR; FAGUNDES, 2018).

Figura 24 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável AFD grupo 5

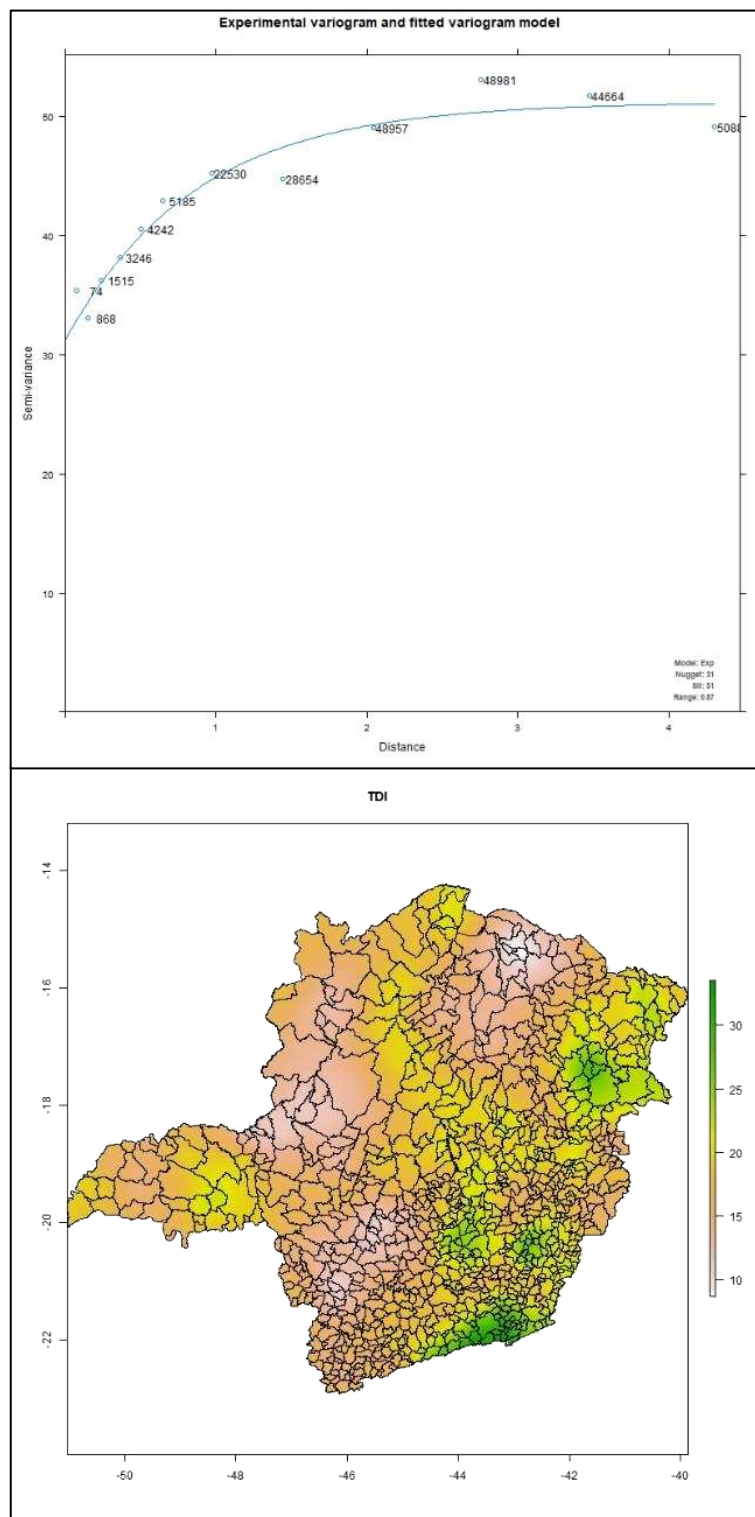


Fonte: Resultados da pesquisa.

A variável Despesa Educacional se trata da despesa liquidada com educação dividido pelo número de habitantes. O semivariograma da despesa educacional apresentou efeito pepita de 83052, havendo uma dependência espacial até a distância de 1,4°, atingindo o patamar de

103162. A partir daí, não existe variabilidade geográfica. Os resultados do semivariograma estão expostos na Figura 26.

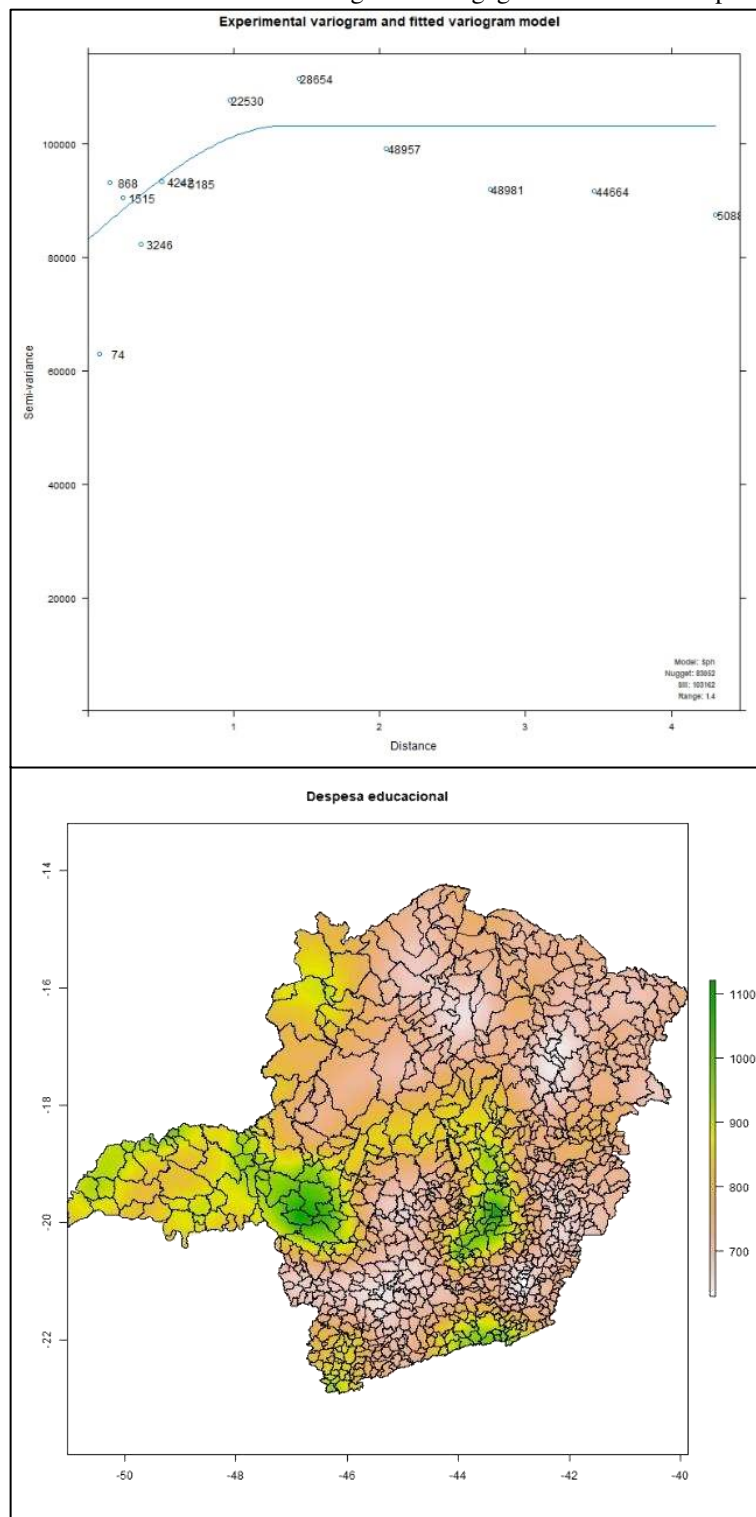
Figura 25 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Distorção Idade-Série



Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados da krigagem da variável Despesa educacional, permitiram identificar áreas próximas semelhantes, destacando as mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Metropolitana de Belo Horizonte, Zona da Mata e Sul/Sudoeste de Minas como as que investiram maiores valores por habitante no setor da educação.

Figura 26 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Despesa Educacional



Fonte: Resultados da pesquisa.

É possível perceber que em mesorregiões mais pobres, como Norte de Minas, Jequitinhonha e Vale do Mucuri, o investimento na educação é mais baixo. Os resultados da krigagem estão expostos na Figura 26.

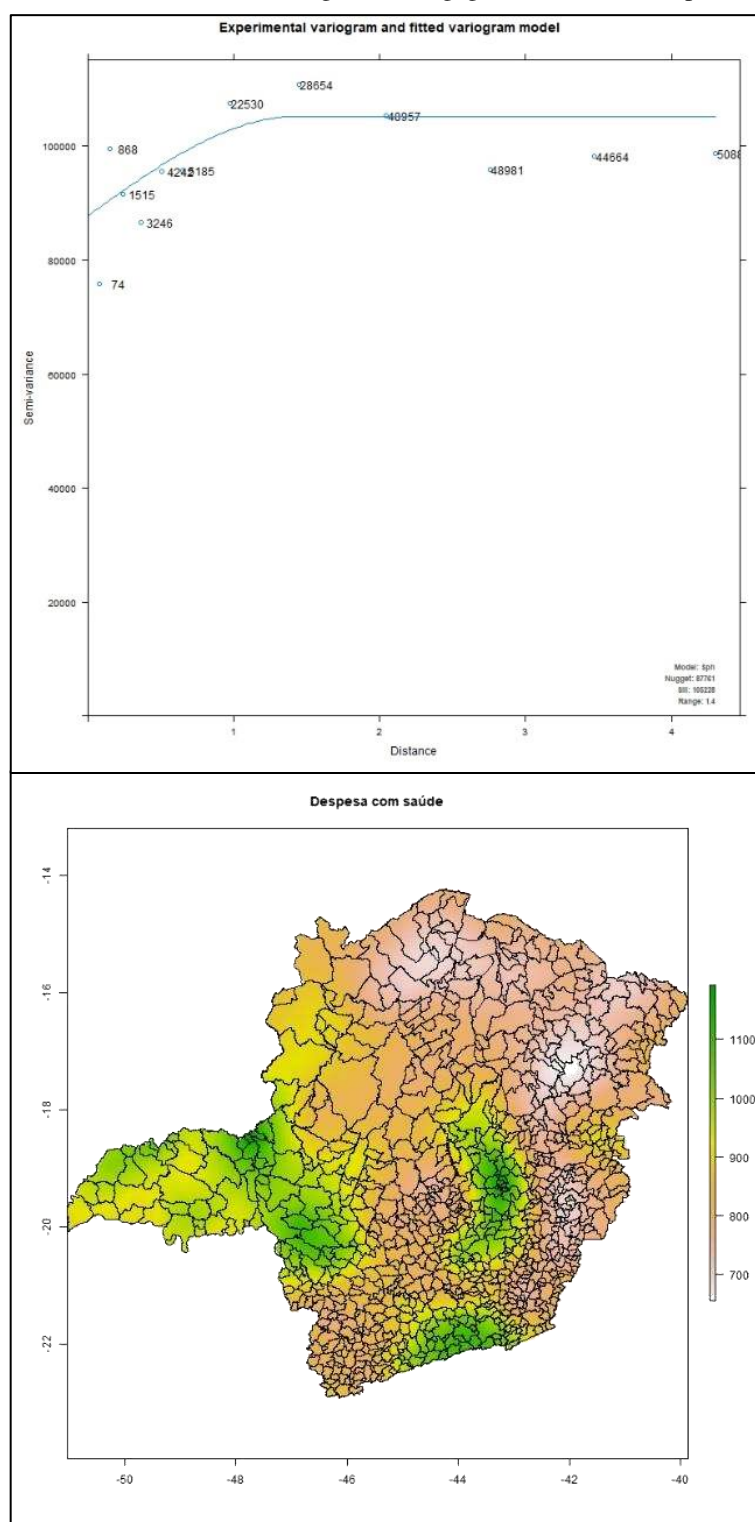
Na Figura 27, é possível visualizar os resultados do semivariograma e da krigagem da variável Despesa com saúde. É possível perceber a semelhança dos resultados com a Despesa educacional. O semivariograma apresenta efeito pepita de 87761, havendo interferência espacial até o alcance de 1,4°, atingindo o patamar de 105228. Após atingir essa distância, a semivariância se estabiliza, deixando de haver interferência da distância na variação.

Os investimentos em educação e saúde desempenham um papel fundamental na promoção da qualidade educacional, uma vez que estão intrinsecamente interligados e exercem um impacto direto no desempenho acadêmico e no bem-estar dos estudantes. A alocação adequada de recursos para a educação possibilita a provisão de infraestrutura escolar aprimorada, materiais didáticos atualizados, tecnologia educacional avançada e programas extracurriculares enriquecedores. Ademais, o investimento na capacitação e formação dos docentes contribui para elevar a qualidade do ensino (MENDES et al., 2022).

Por sua vez, os investimentos em saúde desempenham um papel essencial ao assegurar que os alunos se encontrem em estado físico e mental adequados para a aprendizagem. A disponibilidade de serviços de saúde preventiva, nutrição adequada, cuidados médicos abrangentes e suporte psicossocial se revela crucial para fomentar um desenvolvimento saudável e o bem-estar integral dos estudantes. Assim, a conjunção de investimentos tanto na área educacional quanto na área da saúde cria um ambiente propício ao aprendizado, estimulando o potencial dos alunos e preparando-os para uma trajetória futura promissora.

O mapa da krigagem da despesa com a saúde também destaca as mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Metropolitana de Belo Horizonte, Zona da Mata e Sul/Sudoeste de Minas como as que investem mais. Tais resultados demonstram uma certa dificuldade de alguns municípios mais pobres investirem em educação e saúde do mesmo modo como municípios de regiões mais fortes economicamente. Os resultados da krigagem podem ser visualizados na Figura 27.

Figura 27 – Resultados do semivariograma e krigagem da variável Despesa com Saúde



Fonte: Resultados da pesquisa.

As variáveis Laboratório, Densidade demográfica e PIB per capita, apresentaram efeito pepita puro, ou seja, não houve interferência espacial na semivariância destas variáveis, e, por isso, não foram construídos os gráficos dos semivariogramas, nem os mapas da krigagem.

Após ter apresentado as análises dos semivariogramas e das krigagens de todas as variáveis que foram validadas, é apresentado o resumo dos parâmetros dos semivariogramas analisados na Tabela 12.

Em seguida, foi realizada a modelagem multidimensional dos mapas, a fim de analisar cada pixel, e compará-los em cada mapa. Após realizada essa modelagem, foi utilizada a técnica de *Machine Learning* com o intuito de criar um novo mapa, a partir da análise feita pixel a pixel de todos os mapas da modelagem multidimensional. Para que fosse realizado o *Machine Learning*, utilizou-se o algoritmo *Random Forest*, que criou 500 árvores de decisão, de forma aleatória, e cada árvore foi utilizada para escolher o resultado final (GATES, 2017).

Tabela 12 – Resumo dos parâmetros dos semivariogramas

Variáveis	Modelo	Efeito Pepita	Patamar	Alcance
IDEB	Exponencial	0,2	0,3	1,8
Internet	Esférico	31	48	0,51
Banda Larga	Exponencial	0,23	0,5	0,42
4G	Esférico	0,09	0,11	0,86
Telefonia móvel	Esférico	0,8	6,8	0,33
Alunos por turma	Exponencial	15	18	0,83
AFD grupo1	Exponencial	0,01	0,01	0,17
AFD grupo 5	Exponencial	0.00125	0,00236	0,36
Distorção idade-série	Exponencial	31	51	0,87
Despesa Educacional	Esférico	83052	103162	1,4
Despesa com Saúde	Esférico	87761	105228	1,4

Fonte: Resultados da pesquisa.

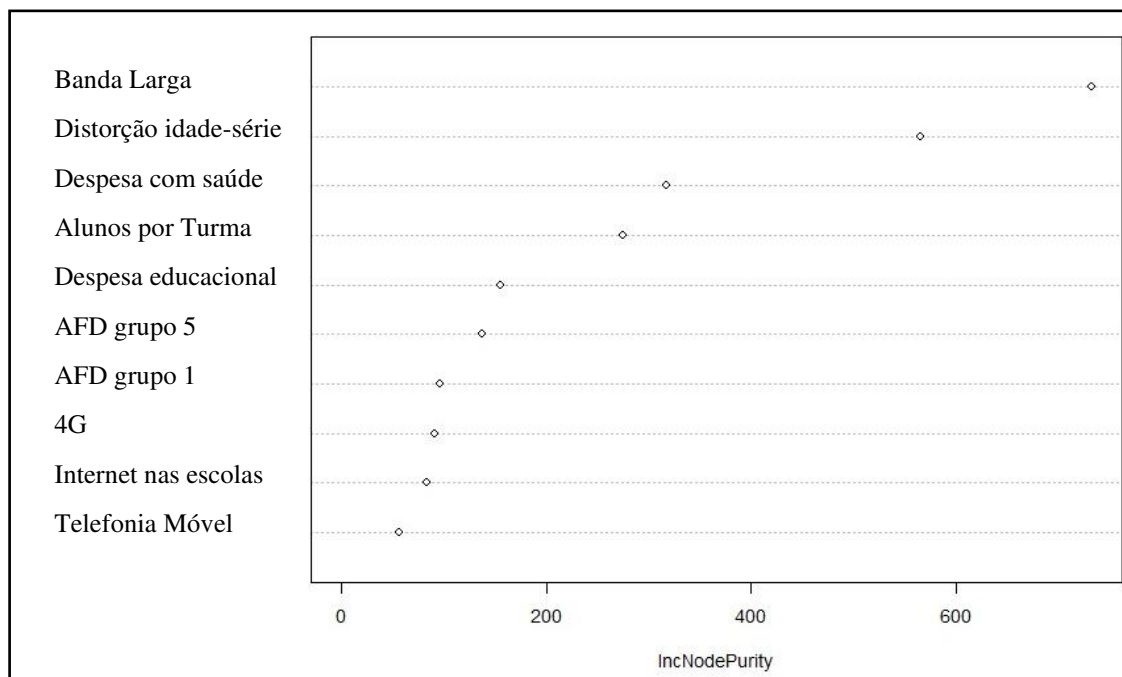
Por meio do *Machine Learning*, foi possível identificar as variáveis mais importantes para o modelo de regressão criado pela inteligência computacional. Na Figura 28, é possível visualizar o índice de pureza de cada variável explicativa utilizada na regressão criada pelo *Machine Learning*.

Desse modo, a variável mais importante, de acordo com o resultado do *Machine Learning*, é o número de acessos à internet banda larga, apresentando o índice de pureza mais alto em relação às demais variáveis independentes. A Banda Larga se trata de uma variável relacionada às TICs, indicando a importância que uma das variáveis de TICs tem para a melhoria do desempenho no IDEB, corroborando os estudos de Rezaei, Nazarpour e Emami (2011) e de Pacheco, Miranda (2018).

Por se tratar de uma técnica para tomada de decisão, conforme explicado por Gates (2017), se caso um governo quisesse utilizar uma política pública voltada para TICs na educação, uma sugestão seria investir em acesso à internet banda larga nos municípios, tendo a probabilidade de atingir melhores resultados da política pública.

Em contrapartida, as outras três variáveis voltadas para TICs (4G, Internet nas escolas e Telefonia Móvel), ficaram como últimas opções no modelo criado pelo *Machine Learning*, o que indica que se o governo quiser investir numa política pública voltada para as TICs na educação, deve-se pensar em outras ações em conjunto que irão contribuir para que os efeitos dessas variáveis sejam eficazes.

Figura 28 – Dotchart de importância variável conforme medido por uma *Random Forest*



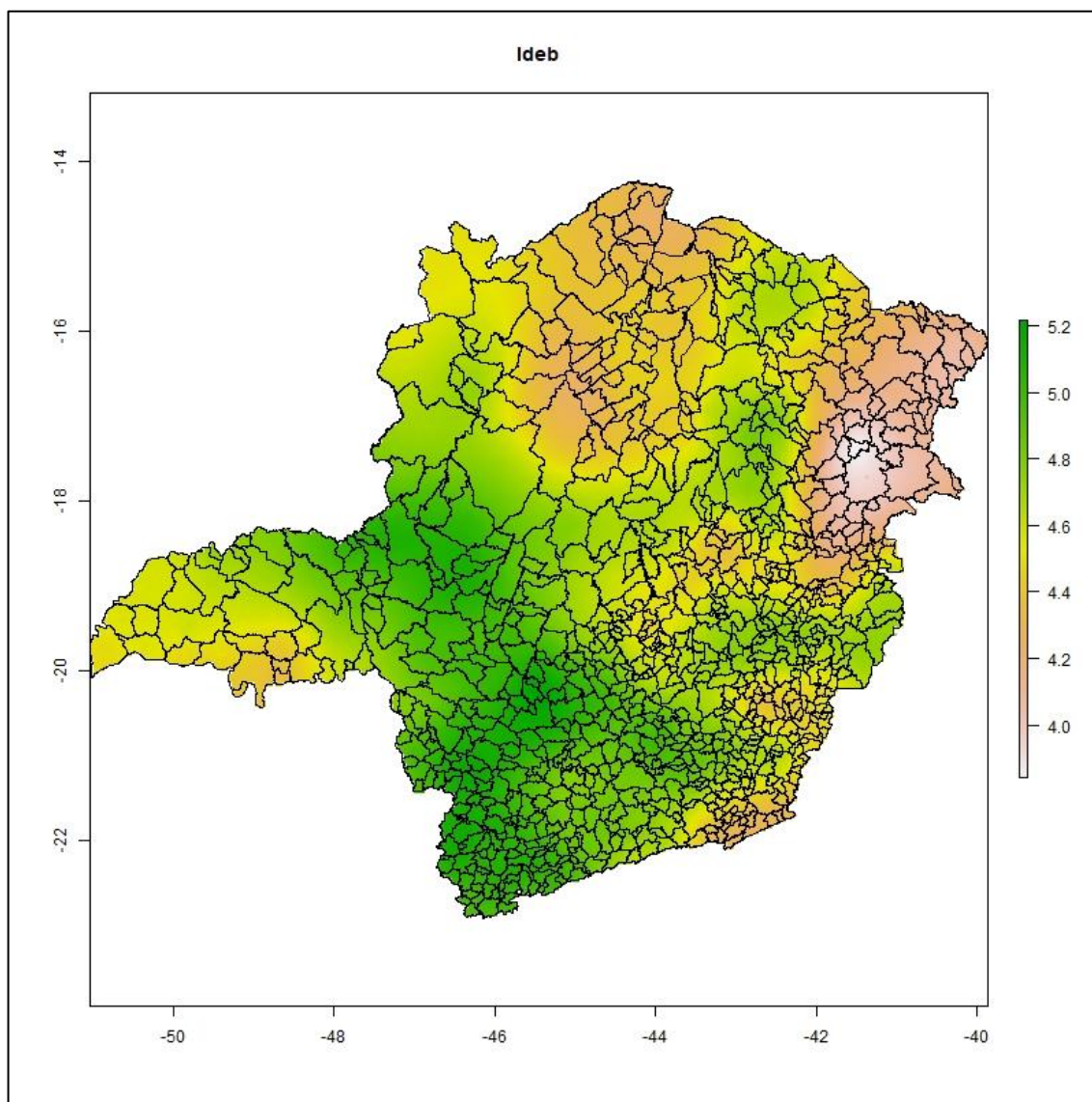
Fonte: Resultados da pesquisa.

Dentre as variáveis de controle, destaca-se a Distorção idade-série, sendo a segunda variável mais importante do modelo criado pelo *Machine Learning*. Este resultado indica que, se o governo pensar em formular uma política pública voltada para melhorar o desempenho na educação, é fundamental melhorar o ensino, a fim de que o aluno absorva melhor as informações e conteúdos apresentados nas aulas, gerando redução da taxa de distorção idade-série (NASCIMENTO; CRUZ JUNIOR; FAGUNDES, 2018).

Após a modelagem multidimensional de todas as variáveis da análise, foi construído um novo mapa do IDEB (variável dependente), com base nas informações das demais variáveis adquiridas por meio da inteligência geográfica. O poder de explicação da variável IDEB é de 99,74%, o que fez com que o mapa apresentasse variações sutis para o mapa anterior do IDEB. O mapa do IDEB, produzido por meio da aplicação de técnicas de *Machine Learning*, está disponível para visualização na Figura 29.

A fim de auxiliar na identificação das áreas prioritárias para a utilização das TICs na educação, foi construído um mapa estratificado em quatro níveis, podendo ser visualizado na Figura 30. Apesar de perder a suavidade da coloração gradiente, este mapa permite identificar grupos de municípios com maior clareza dentro de uma estratificação reduzida.

Figura 29 – Mapa do IDEB em Minas Gerais após o *Machine Learning*

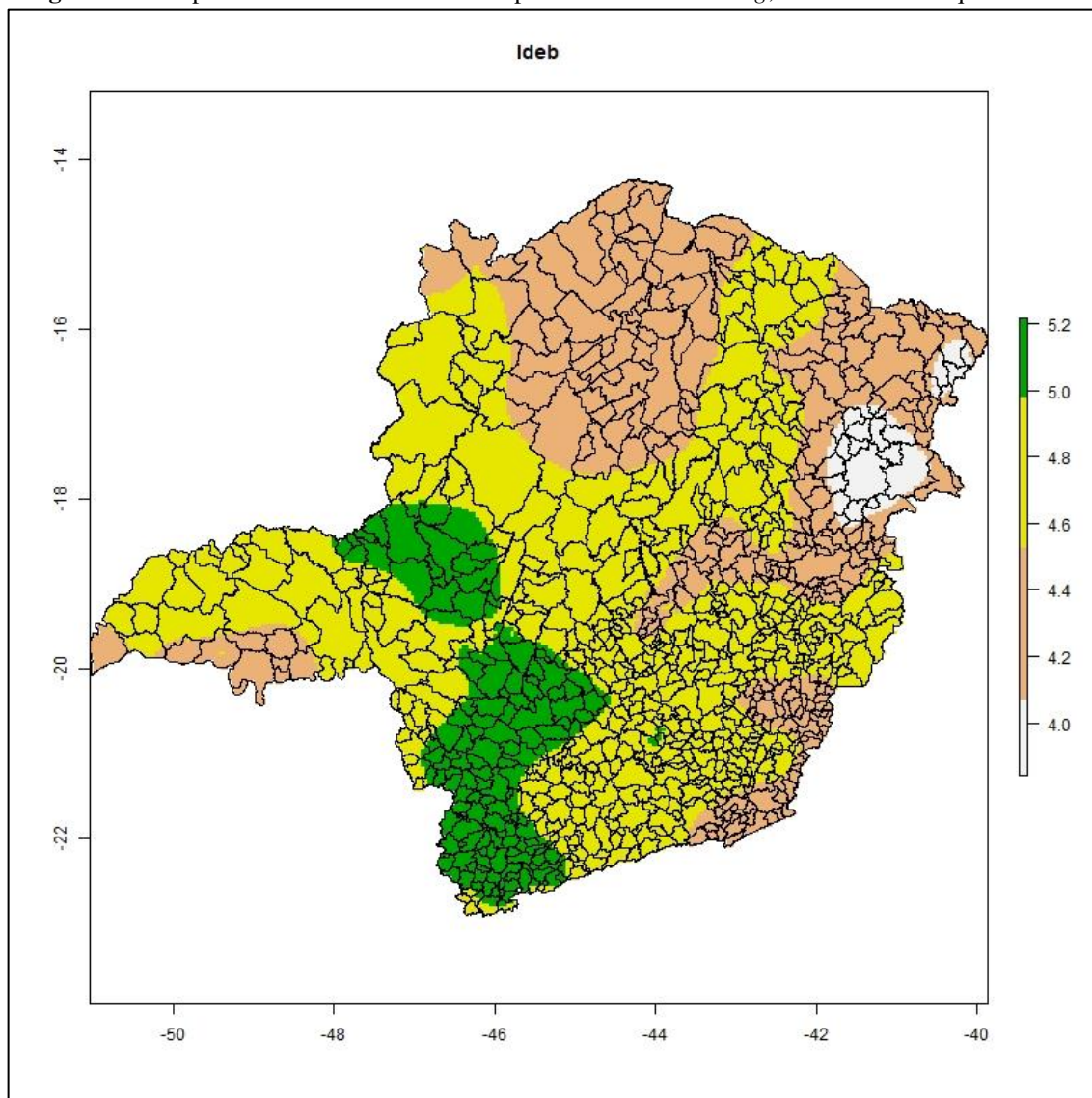


Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir dos resultados fornecidos pelo *Machine Learning*, percebe-se que as áreas prioritárias para a implementação de políticas públicas que permitem o uso das TICs na educação, estão nas áreas de coloração branca. Tais áreas abrangem mesorregiões de menor desenvolvimento, como Vale do Mucuri e Jequitinhonha, sendo necessárias políticas públicas para fornecer infraestrutura para fomentar o uso dessas tecnologias na educação.

(GONÇALVES et al., 2019). Dessa forma, este resultado confirma a segunda hipótese deste estudo.

Figura 30 – Mapa do IDEB em Minas Gerais após o *Machine Learning*, estratificado em quatro níveis



Fonte: Resultados da pesquisa.

Nas áreas de coloração verde, estão as mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Oeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas, indicando que nesses locais existem menos limitações para a utilização das TICs na educação. O fato dessas regiões possuírem níveis maiores de desenvolvimento, permite que haja infraestrutura de maior qualidade, possibilitando a existência e o uso de recursos tecnológicos (GONÇALVES et al., 2019). Além disso, as áreas mais desenvolvidas possuem educação de qualidade, fazendo com que alunos e professores tenham habilidades suficientes para manusear recursos e ferramentas tecnológicas.

H2 – As áreas com maiores limitações para o uso das TICs na educação estão em locais menos desenvolvidos.

Outro fator importante é que em áreas mais desenvolvidas, o nível de renda da população é relativamente maior, contribuindo para que a população possa adquirir equipamentos, ferramentas e serviços voltados para as TICs com maior facilidade devido ao maior poder econômico (MENDES et al., 2022). Além disso, maior renda contribui na possibilidade de investir em conhecimento por meio de cursos e treinamentos na área das TICs, o que aumenta as habilidades necessárias para a utilização dessas tecnologias.

4.3.1 Discussão dos resultados da inteligência geográfica

Os resultados apresentados neste tópico permitem refletir sobre a carência das regiões menos desenvolvidas do estado de Minas Gerais. As limitações enfrentadas pelos municípios que se encontram em áreas menos desenvolvidas, podem afetar a capacidade de oferecer infraestrutura de qualidade para o uso das TICs (PACHECO; MIRANDA, 2018).

Conforme apresentado nos resultados das análises geoestatísticas e *Machine Learning*, demonstrados na Figura 29 e Figura 30, as áreas coloridas em verde representam os locais que estão mais preparados para utilizarem as TICs na educação. Esses locais estão em áreas de maior desenvolvimento, contando com infraestrutura de maior qualidade, o que permite maior capacidade da região em utilizar um recurso tecnológico para atividades escolares, como, por exemplo, o uso de computadores e internet nos laboratórios de informática, ou em casa para atividades extraclasse (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008; FIRJAN, 2018).

As mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul de Minas, por exemplo, são áreas de grande importância para o desenvolvimento do estado de Minas Gerais e do Brasil como um todo (GONÇALVES et al., 2019). Com sua localização estratégica, recursos naturais abundantes e forte presença do agronegócio, essas regiões vêm se destacando nos últimos anos pela sua crescente participação no PIB estadual e nacional (IBGE, 2020).

Essas mesorregiões apresentam um desenvolvimento impulsionado por investimentos em infraestrutura, tecnologia e inovação, além da presença de empresas e instituições de pesquisa e desenvolvimento. Esses fatores têm atraído investimentos nacionais e internacionais para a região, contribuindo para a geração de emprego e renda e para o fortalecimento da economia local (GONÇALVES et al., 2019).

O desenvolvimento das mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul de Minas tem trazido impactos positivos em diversas áreas, incluindo a educação (COSTA, et al., 2012). A utilização das TICs tem se mostrado cada vez mais presente nas instituições de ensino dessas regiões, contribuindo para a melhoria da qualidade da educação e para o desenvolvimento de novas metodologias de ensino.

A presença de empresas de tecnologia da informação e comunicação na região tem favorecido a disseminação dessas tecnologias nas escolas (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2020). As instituições de ensino têm investido em recursos tecnológicos para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais atrativo e dinâmico para os alunos.

Entre as tecnologias mais utilizadas nas escolas, destacam-se os recursos audiovisuais, como projetores e televisores, os dispositivos móveis, como *tablets* e *smartphones*, e as plataformas virtuais de aprendizagem. Esses recursos têm sido utilizados para ampliar a interação entre alunos e professores, facilitar o acesso às informações e fomentar a criação de projetos colaborativos (RIND et al., 2022).

Outra iniciativa importante é a capacitação dos professores para o uso das TIC. Devido à pandemia, algumas instituições de ensino têm oferecido treinamentos e cursos de capacitação para os educadores, com o objetivo de desenvolver habilidades para a utilização das tecnologias e a criação de novas metodologias de ensino (FIAES et al., 2021).

A utilização das TICs na educação, em alguns casos, também tem possibilitado a ampliação do acesso à educação em regiões mais remotas e com menor infraestrutura. As plataformas virtuais de aprendizagem, por exemplo, possibilitam a oferta de cursos à distância, permitindo que alunos de diferentes localidades tenham acesso ao conteúdo educacional. Entretanto, esta questão é relativa de local para local, havendo a necessidade de refletir sobre as necessidades básicas locais para não agravar ainda mais a disparidade da qualidade educacional entre as regiões (SILVA, 2011; SÁNCHEZ-CRUZ; MASINIRE; LÓPEZ, 2021).

Em resumo, o desenvolvimento das mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul de Minas tem contribuído para a utilização das tecnologias da informação e comunicação na educação. A presença de empresas de tecnologia da informação e comunicação, aliada à capacitação dos professores e ao investimento em recursos tecnológicos nas escolas, tem permitido o desenvolvimento de novas metodologias de ensino e a melhoria da qualidade da educação nessas regiões.

Já nas regiões apresentadas no mapa na cor branca, requerem maiores esforços para serem realizadas as atividades que exigem recursos tecnológicos. Isso porque, tais áreas são

regiões mais carentes, apresentando baixo desenvolvimento (FIRJAN, 2018). A baixa infraestrutura tecnológica de muitos municípios dessas áreas é um fator que reflete dificuldade em implementar atividades escolares que necessitam o uso das TICs.

As TICs estão cada vez mais presentes na sociedade e, conseqüentemente, na educação. As possibilidades oferecidas por essas ferramentas são muitas e variadas, desde o acesso à informação até a interação e colaboração entre alunos e professores. Entretanto, é importante destacar que nem todos têm acesso igualitário a essas tecnologias e que seu uso na educação pode ter limitações em algumas regiões.

Mesorregiões como o Vale do Mucuri e Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, possuem problemas socioeconômicos que precisam ser resolvidos antes de se pensar em uma inclusão digital efetiva na educação. A fome, pobreza e a falta de recursos básicos como água e energia elétrica são problemas graves que afetam diretamente a população dessas regiões (GONÇALVES et al., 2019).

Em muitos casos, as escolas pedem ajuda aos pais para complementar a merenda escolar, devido à dificuldade da escola em comprar a merenda. Muitos alunos dependem da merenda escolar para se alimentar, pois, em casa, existe a dificuldade de comprar alimentos (SALOMÃO; NASCIMENTO; GOMES, 2021). A dependência por programas sociais do governo que distribuem auxílio financeiro por meio de bolsas é uma realidade de muitas famílias, sendo a única fonte de renda em alguns casos.

Mesmo quando há acesso à tecnologia, é importante destacar que seu uso não é garantia de aprendizado. Apenas disponibilizar o acesso não significa que haja uma efetiva inclusão digital e utilização das TICs na educação. É necessário que os professores e alunos estejam capacitados para utilizar essas ferramentas de forma crítica e reflexiva, e que as escolas estejam preparadas para oferecer uma infraestrutura adequada (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017; LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020).

Assim, é necessário um esforço conjunto para resolver os problemas socioeconômicos e ambientais dessas regiões, antes de pensar em uma inclusão digital efetiva na educação. Apresentando uma base sólida e equitativa será possível utilizar as TICs para melhorar a qualidade da educação e contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e preparados para os desafios do mundo atual.

Por isso, para as áreas em branco, antes de implementar atividades que necessitam do uso das TICs, é fundamental que o Estado implemente políticas públicas capazes de fomentar

infraestrutura e questões básicas como economia, saúde e educação. Além disso, é fundamental a participação social por parte da população, a fim de exigir seus direitos, e apresentar propostas para os problemas da região.

4.4 Análise das percepções de atores envolvidos no processo de educação por meio das TICs

Nesta etapa da pesquisa buscou-se descrever as percepções de atores da educação em relação ao uso de TICs em atividades educacionais.

As entrevistas foram realizadas nas cidades de Divinópolis, Senador Firmino, Campina Verde, Antônio Carlos, Poços de Caldas, Araújos, Ubá, Januária, Buritis, Conceição do Mato Dentro, Rubim, Carlos Chagas, Divinolândia de Minas, Dom Cavati, Teófilo Otoni, Contagem e Belo Horizonte representando as 12 mesorregiões de Minas Gerais. Os dados dos municípios entrevistados podem ser visualizados na Tabela 13.

Tabela 13 – Dados referentes ao ano de 2019 dos municípios onde foram aplicadas as entrevistas

Município	Mesorregião	Entrevistas	População	Ranking pop.	IDEB
Divinópolis	Oeste de Minas	1	238.230	12°	5,40
Senador Firmino	Zona da Mata	2	7.812	443°	5,40
Campina Verde	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	2	19.745	191°	5,20
Antônio Carlos	Campo das Vertentes	2	11.445	330°	5,10
Poços de Caldas	Sul/Sudoeste de Minas	2	167.397	15°	5,00
Araújos	Central Mineira	1	9.273	394°	5,00
Belo Horizonte	Metropolitana de Belo Horizonte	2	2.512.070	1°	4,70
Contagem	Metropolitana de Belo Horizonte	1	663.855	3°	4,70
Dom Cavati	Vale do Rio Doce	1	5.072	614°	4,50
Ubá	Zona da Mata	3	115.552	26°	4,30
Januária	Norte de Minas	1	67.742	55°	4,30
Buritis	Noroeste de Minas	2	24.841	150°	4,30
Conceição do Mato Dentro	Metropolitana de Belo Horizonte	1	17.842	215°	4,10
Rubim	Jequitinhonha	5	10.241	372°	4,10
Divinolândia de Minas	Vale do Rio Doce	1	7.571	455°	4,10
Teófilo Otoni	Vale do Mucuri	1	140.592	18°	4,10
Carlos Chagas	Vale do Mucuri	1	18.837	203°	3,80

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2020) e INEP (2023).

Vale ressaltar que 91,67% dos municípios de Minas Gerais possui menos de 50 mil habitantes, 55,80% dos municípios tem menos de 10 mil habitantes e apenas e apenas 3,87% tem mais de 100 mil habitantes (IBGE, 2020). Os municípios onde foram realizadas as entrevistas podem ser visualizados na Figura 31.

Após a coleta e transcrição das entrevistas, utilizou-se a técnica de análise de conteúdo a fim de analisar as informações obtidas. Deste modo, as categorias de análise foram infraestrutura, competências, recursos financeiros, linguagem, políticas públicas e disposição. A escolha das categorias teve como base o estudo de Rezaei, Nazarpour e Emami (2011), que aborda sobre as limitações do uso das TICs na educação.

4.4.1 Infraestrutura

A infraestrutura pode ser entendida como um conjunto de elementos físicos e tecnológicos fundamentais para uma sociedade ou organização. Tais elementos podem abranger vias terrestres, pontes, vias férreas, aeroportos, portos, sistemas de telecomunicações, sistemas elétricos, sistemas de abastecimento de água e saneamento básico, dentre outros (SÁTYRO; SOARES, 2007).

Nesse sentido, as TICs estão intrinsecamente conectadas à infraestrutura, representando elementos cruciais para o adequado funcionamento da sociedade contemporânea. A título de ilustração, pode-se mencionar a internet, cuja operação requer a existência de um conjunto de recursos de infraestrutura, tais como cabos de comunicação e fibras óticas, dispositivos de transmissão sem fio, servidores, centros de processamento de dados, torres de transmissão e estações de controle, dentre outros.

Entretanto, nem todos os indivíduos possuem acesso à infraestrutura elementar, tais como energia elétrica, vias pavimentadas ou saneamento de água potável. A dificuldade se intensifica quando se trata da infraestrutura específica para as TICs, visto que não é considerada tão fundamental quanto a infraestrutura básica (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017). Em Minas Gerais, cada mesorregião apresenta condições específicas relacionadas à infraestrutura.

Em municípios de Minas Gerais caracterizados por uma extensão territorial considerável e pela presença de estradas precárias, a acessibilidade às instituições educacionais torna-se um desafio que implica na complexidade das rotinas de estudo, como citado pelo entrevistado S₂.

*É uma extensão territorial imensa. Se eu não me engano, Januária é o terceiro município com maior extensão territorial aqui do estado de Minas. Nós temos escolas que estão a 156 km aqui da sede, aí você já imagina a distância dessas escolas. **E são estradas de difícil acesso. Na época que não chove, é areião, é cascalho. E na época chuvosa é lama, é atoleiro** (S₂ – grifos próprios).*

O entrevistado S₅ destaca a relevância de aprimoramentos na infraestrutura viária das estradas e vias rurais. Ele ressalta que frequentemente as estradas se encontram em estado precário, obstaculizando o trânsito de veículos e ampliando os perigos de sinistros. A ausência de uma manutenção adequada das estradas também pode ocasionar atrasos no transporte escolar, afetando diretamente a assiduidade dos alunos nas instituições de ensino (SÁTYRO; SOARES, 2007).

O nosso problema que todas as nossas estradas são de terra de difícil acesso. **Às vezes, você precisa de mais de um carro. Não é só o ônibus, porque às vezes o ônibus não passa naquela estrada.** Precisa de um carro pequeno, tipo um Gol, um Sandero, uma Toro que pega esses meninos no lugar onde o ônibus não vai e traz até o ônibus, ou traz até a escola. Então nós temos diferentes tipos de rotas. E a grande dificuldade é o período que chove. Choveu, as nossas estradas tem muita dificuldade de trânsito (S5 – grifos próprios).

O estado de Minas Gerais exhibe heterogeneidade socioeconômica entre suas mesorregiões, com disparidades significativas no desenvolvimento. Enquanto algumas áreas se destacam pelo avanço econômico e social, outras apresentam indicadores mais modestos. Essa diversidade pode ser notada, por exemplo, na distribuição de renda, no acesso a serviços essenciais como saúde e educação, na infraestrutura urbana e rural, dentre outros aspectos (COSTA et al., 2012).

A partir deste contexto, os resultados alcançados nesta etapa do estudo direcionam-se em consonância com as condições socioeconômicas de cada mesorregião, apresentando realidades diversas para a infraestrutura das TICs. Vale ressaltar que todos os entrevistados concordam com a importância da infraestrutura de qualidade para que as TICs possam ser utilizadas na educação.

Os participantes das entrevistas dos municípios localizados nas áreas mais emergentes dos mapas da Figura 29 e Figura 30, citaram sobre algumas limitações de infraestrutura voltada para as TICs, como falta de computadores para os alunos, falta de laboratório de informática, computadores obsoletos, necessidade de manutenção nos equipamentos e internet de baixa qualidade. Conforme explica o entrevistado G₈, “infelizmente ainda não foi possível equipar todas as 90 escolas municipais. Os recursos são insuficientes para tal. Vontade temos, mas condições, ainda não”.

As regiões rurais são confrontadas com limitações agravadas, destacando-se a escassez de infraestrutura e a reduzida dimensão do corpo discente (GODOY; SANSSANOVIEZ; PEZARICO, 2020). Esses fatores tornam complexa a alocação de investimentos, dada a restrição quantitativa do número de alunos alcançados. Desse modo, o baixo contingente estudantil impacta negativamente a capacidade de implementar aprimoramentos significativos nessas instituições educacionais. Conforme aborda o entrevistado S₁, “para você ter uma ideia, foi relatado para a gente que para o aluno acessar a internet, eles têm que subir um morro distante da casa deles no meio rural para poder captar um sinal lá”. Os entrevistados S₆, G₃ e G₄ também comentaram sobre a questão das limitações do uso das TICs nas escolas da zona rural.

Então assim, a grande dificuldade hoje do município, é um município pequeno, nós temos em torno de 11 mil habitantes, **é um município com vasta área territorial, extensão territorial. Isso dificulta um pouco, né a nossa população rural, por exemplo, ficou completamente descoberta nesse sentido de TICs**, porque o acesso à internet é mais difícil, a população rural ainda não tem, nas escolas existe uma dificuldade [...] em termos de estrutura, nós estamos tentando. Fiz um levantamento agora, recentemente, do que nós tínhamos de computadores nas escolas, [...] e nós vimos que nós tínhamos vários computadores parados, na verdade, um verdadeiro cemitérios tecnológicos. [...] todos os computadores estragados, sem manutenção, internet ruim, qualidade péssima, então nós fizemos o levantamento. Inclusive, até a secretaria de educação não tinha um computador direito (S₆ – grifos próprios).

Nós estamos com uma situação muito precária, sabe. E isso se tornou mais evidente ainda quando veio a pandemia. [...]. Algumas escolas da sede tinham computadores para acesso aos alunos. **E no campo com toda dificuldade porque a internet não é boa**. E o que acontece no campo também, nós temos -um complicador [...]. Qualquer chuva, qualquer raiozinho que caia próximo, aí acabava com tudo, parava tudo de funcionar (G₃ – grifos próprios).

Nós temos muitas escolas no meio Rural [...]. Na cidade, nós não temos esse problema, o professor já tem a sala de informática, ele já tem acesso. **Nós temos escolas no meio rural que a internet [...] não é uma internet de boa qualidade**, por ter um local de difícil acesso (G₄ – grifos próprios).

Os entrevistados dos municípios que estão localizados nas áreas menos emergentes dos mapas da Figura 29 e Figura 30, também abordaram sobre algumas limitações relacionadas à infraestrutura. Entretanto, tais limitações apresentam complexidades inferiores, exigindo menos esforço político para serem solucionadas. O entrevistado G₆ explica sobre a necessidade de aumentar o espaço para as salas de informática.

Olha, aqui na escola tem o laboratório de informática com vários computadores que atende aos alunos, **apesar da sala ser pequena. Precisariamos de um espaço maior**, mas temos o acesso à internet, nós professores. E os alunos, somente quando tem uma aula. O que precisa usar então, eles podem usar também, mas monitorados por nós (G₆ – grifos próprios).

No momento das respostas da entrevista, o entrevistado P₃ apresentou dificuldade em escolher o maior limitador para o uso das TICs, demonstrando que o município apresenta menos complexidades nos problemas encontrados relacionados à utilização das TICs na educação.

Eu estou pensando a minha resposta. **Eu não sei falar qual que causa um impacto**. Porque, no meu caso, eu gosto da tecnologia, eu tento usar. Então, o meu é em relação a infraestrutura. [...]. Eu não sei como, qual que eu acho que é mais. **No meu caso, eu acho que a infraestrutura** (P₃ – grifos próprios).

No município de Poços de Caldas, o entrevistado G₇ explica que existe um setor que busca solucionar o problema de equipamentos antigos. De acordo com o entrevistado G₇, “na rede, de modo geral, algumas unidades possuem laboratórios, mas os computadores são muito antigos. Então o setor de inclusão procura fazer essa renovação, mas mesmo assim possui uma infraestrutura um pouco antiga”. Tal situação demonstra a disparidade na infraestrutura escolar entre regiões com maior e menor desenvolvimento, como abordado por (GONÇALVES et al., 2019).

Por meio das entrevistas conduzidas, constatou-se que a conectividade *wi-fi* em algumas instituições escolares é deliberadamente limitada, o que impede o acesso dos alunos às suas instalações. Por exemplo, segundo o entrevistado S₁, na escola em que ele trabalha “não tem *wi-fi* para o aluno”. Essa restrição resulta de uma medida administrativa adotada por algumas instituições educacionais, com o propósito de exercer controle sobre a utilização inadequada da tecnologia no âmbito educacional. O estudo de Ferreira, Martins e Afonso (2019) aborda sobre os desafios do uso de redes sociais nas escolas.

Em outras situações, a mesma rede *wi-fi* utilizada pelos professores também é disponibilizada para os alunos, com o intuito de ampliar o acesso à informação no ambiente educacional. O entrevistado P₃ explica que os alunos têm acesso ao *wi-fi* nas escolas, e comenta sobre as dos problemas ocasionados por esta razão. “Só que é muito aluno, eu acho que essa é uma das causas de não funcionar, a de muita gente, porque muita gente conectada na mesma rede” (P₃). Todavia, essa estratégia acarreta uma sobrecarga na infraestrutura, comprometendo o desempenho dos professores no acesso e utilização da internet.

Em Senador Firmino, município com o maior IDEB da amostra desta pesquisa, o participante TI₁ elucidou que a conectividade da internet, por norma geral, exibe um nível satisfatório de qualidade. No entanto, quando a infraestrutura de rede é compartilhada entre múltiplos usuários, ocorre uma redução significativa nos parâmetros de qualidade qualitativos. De acordo com o entrevistado TI₁, “quando é compartilhada em sala de aula, nós temos 22 computadores e só uma escola que tem menos computadores, essa internet aí sim, ela compartilhada, fica um pouco lenta. Porém, isso foi melhorado também”. O entrevistado TI₁ explica que este problema tem sido melhorado nos últimos anos, após a pandemia.

Em Buritis, município localizado na mesorregião Noroeste de Minas, o entrevistado G₅ explica sobre a realidade precária de algumas pessoas que moram na cidade. De acordo com o entrevistado G₅, “a nossa realidade, ainda existem pessoas que não têm o computador, como não tem internet”. De acordo com Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017), as

limitações relacionadas à infraestrutura têm sido um desafio para o uso das TICs, Desse modo, o município de Buritis tenta minimizar tais limitações, através do acesso às TICs para os alunos oferecido por um polo da universidade aberta em parceria com a prefeitura.

Alguns entrevistados abordaram sobre reformas e melhorias na infraestrutura de TICs nas escolas do município. De acordo com Rodrigues (2009), é fundamental que haja infraestrutura adequada, com computadores e equipamento tecnológicos nas escolas para que os docentes possam desempenhar suas atividades com TICs. O entrevistado ADM₂ explica que as escolas urbanas do município de Araújos, localizado na mesorregião Central Mineira, possuem uma infraestrutura de qualidade considerável, e as escolas do campo estão recebendo melhorias para o uso das TICs. Segundo Godoy, Sanssanoviez e Pezarico (2020), as escolas do campo apresentam muitas limitações devido ao sistema técnico insuficiente.

Atualmente nós não temos nas nossas escolas o laboratório de informática, mas já está sendo providenciado. Este ano, a gente conseguiu fazer a compra de vários computadores e *laptops*. E já tá sendo montado o laboratório. Eu penso que em breve, até o segundo semestre já deve estar em funcionamento. A infraestrutura das nossas escolas aqui é excelente. **As escolas foram reformadas** ultimamente. Agora falta só na zona rural, que está em fase final. E também a zona rural vai estar recebendo a sala de informática. **A gente já tem todos os equipamentos comprados. É só mesmo a questão de adequação e instalação.** Quanto à internet, ainda não está acessível a tal ponto nas instituições, mas a gente já tem a intenção de expandir *wi-fi* por lá, porque colocamos neste ano televisões em todas as salas de aula (ADM₂ – grifos próprios).

Já no município de Ubá, localizado na Zona da Mata, o entrevistado DIR₁ explicou que a escola está passando por uma reforma geral, em que o laboratório de informática foi temporariamente interditado para ser utilizado para armazenamento de pertences da escola, com previsão de liberação para maio de 2023.

Com a reforma, [...], infelizmente, algumas coisas foram adiadas, porque o espaço da escola é pequeno e o laboratório de informática acabou ficando sem utilidade. E utilizado para a gente colocar algumas coisas, né? Armazenar algumas coisas da escola, já que a cozinha, por exemplo, estava sendo... reformada. E agora nós começamos a nos organizar aqui, a cozinha está começando a já ser liberada para uso e a sala de informática está começando a ser mobiliada. [...]. As mesas já foram compradas, as cadeiras também, computadores novos nós já tínhamos. [...], **então, eu acredito que início de maio, a nossa sala de informática já esteja realmente estruturada** (DIR₁ – grifos próprios).

O entrevistado TI₁ comenta que o município de Senador Firmino, também da Zona da Mata, pretende investir em melhorias nas TICs, equipando o laboratório de informática com novos computadores, por serem equipamentos obsoletos e que não atende mais as atividades escolares.

A gente está passando por um, vamos dizer, um *upgrade* no laboratório. Então no momento, as salas de aulas de informática estão paradas, porque estamos com **computadores obsoletos** e a nossa secretária está preparando novas licitações para que a gente consiga mudar esses computadores e está com **novos projetos...** No momento, os computadores que nós temos não atende mais os exercícios de sala de aula (TI₁ – grifos próprios).

O entrevistado S₈ também reclama dos equipamentos antigos, mas que a reforma realizada nas escolas melhorou consideravelmente a situação. Todavia, ainda existem pontos a serem trabalhados para se chegar em um nível de excelência tecnológica nas escolas do município.

De modo geral nas escolas, o problema são os computadores que muitas vezes eles ficam ultrapassados. [...]. **Eu peguei as escolas já com um número considerável de laboratórios com essas máquinas muito ultrapassadas.** Então, **agora a gente teve a empreitada de reformar**, fazer reforma nas escolas e melhorar esse ambiente. Então, eu considero que está muito bom, não é excelente, nem ótimo, nem excelente ainda, mas eu considero que está muito bom. **O professor hoje tem o diário digital**, [...] ele lança tudo no diário digital. Em todas as escolas, a gente tem um diário digital implantado (S₈ – grifos próprios).

Os resultados de Brandalise (2019) indicam a insatisfação dos docentes com a compra de equipamentos obsoletos para as escolas, o que indica a importância de saber escolher o produto no momento da compra. O entrevistado S₃ também comenta sobre a questão de buscar melhorias na infraestrutura em sua gestão, porém existem limitadores burocráticos e financeiros que impedem algumas ações de melhorias tecnológicas. De acordo com o entrevistado S₃, “a gente chega na gestão querendo melhorar, querendo inovar, mas acaba esbarrando em várias situações”.

Quando questionados acerca do principal obstáculo, alguns entrevistados enfatizaram a precariedade da infraestrutura como o elemento primordial que impõe uma barreira significativa à adoção plena TICs no contexto educacional. Essa constatação reforça a importância inerente de uma infraestrutura sólida e eficiente como um requisito indispensável para a efetiva integração das TICs no ambiente escolar, permitindo uma sinergia e aproveitamento proveitosos entre a tecnologia e o processo educativo (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017). A respeito disso, os entrevistados S₄ e G₄ explicam sobre a escolha pela infraestrutura como principal limitação.

Eu creio que é a infraestrutura, porque **a partir do momento que você dá infraestrutura, você pode estar cobrando seu profissional** um rendimento, se familiarizando com as TICs. Então acho que ponto principal é oferecer infraestrutura.

Até igual aqui, é uma particularidade, a gente tem duas escolas zona rural. Para a gente fornecer internet para escola é uma dificuldade enorme porque não tem empresas que às vezes consegue oferecer uma internet de qualidade para as localidades. A gente enfrenta esse desafio aqui quanto ao acesso à internet nas escolas de zona rural no nosso município (S₄ – grifos próprios).

Eu ainda vejo um pouquinho da infraestrutura como eu te disse, né? Não são todas as escolas que tem acesso... se todas as escolas tivessem uma sala de computação, com aquele profissional ali, eles iam encaixando melhor. [...]. **Se nós tivéssemos a infraestrutura, [...], não teria nenhuma limitação**, né? Porque eu vejo que os professores também, eles já estão até cansado desse negócio de quadro [...] e livro. Eles querem estar navegando, ampliando os seus conhecimentos até o conhecimento do aluno para as novas tecnologias (G₄ – grifos próprios).

Em Belo Horizonte, a capital mineira, também se evidenciam os dilemas inerentes aos computadores antigos. Segundo o entrevistado DIR₃, “o primeiro limitador são os computadores antigos, nós temos computadores bem antigos e a gente não consegue, e trava, estraga. e Aí, tem que mandar recolher e eles não são repostos”. Algumas escolas de Belo Horizonte apresentam dificuldades devido à utilização de equipamentos obsoletos, o que compromete a eficácia e o desempenho das atividades desempenhadas.

Ademais, a obsolescência dos computadores pode acarretar em lentidão no processamento de dados, restrições no acesso a recursos tecnológicos de vanguarda e incompatibilidade com as versões mais recentes dos *softwares*. Por conseguinte, a modernização e o investimento em novas máquinas tornam-se imperiosos para assegurar um ambiente laboral condizente e propício ao desenvolvimento de atividades eficientes na capital mineira (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Divergindo dos municípios rurais, os entrevistados provenientes de Belo Horizonte não evidenciaram problemáticas específicas relacionadas aos estudantes residentes em regiões rurais. Não obstante, foram registrados relatos concernentes ao extravio de equipamentos tecnológicos, conforme mencionado pelo entrevistado DIR₃.

Eu tenho problema de extravio de chip. Eu tenho *tablet*, eu tenho 210 *tablets* **ano passado, 41 chips foram extraviados**. Fica muito fácil. Você tira o chip e leva. O professor não vê. O menino pega o chip e leva. Nós tivemos 41 chips extraviados. Aí a insistência da gente colocar o *wi-fi* para nos livrar, porque a gente tem um contrato com operadora de telefone (DIR₃ – grifos próprios).

A perda de tais dispositivos ocasiona danos financeiros e de produtividade, além de potencialmente comprometer a segurança dos dados e informações contidos nos aparelhos extraviados. Diante desse panorama, a instalação da rede *wi-fi* surge como uma possível solução para mitigar esses incidentes e salvaguardar a integridade e a disponibilidade dos recursos

tecnológicos em Belo Horizonte. Os entrevistados do estudo de Brandalise (2019) também tiveram problemas com *tablets* comprados, apontando que os dispositivos não funcionaram.

Um ponto crucial para o investimento em infraestrutura tecnológica foi a pandemia do Covid-19, que ocorreu no final do ano de 2019 até o primeiro semestre de 2023. Todos os participantes das entrevistas apontaram sobre a pandemia do Covid-19 como um marco importante para o desenvolvimento da infraestrutura das TICs. O entrevistado TI₂ comenta sobre a dificuldade em utilizar as TICs no início da pandemia e a necessidade de buscar por melhorias na infraestrutura.

Na pandemia nós tivemos essa dificuldade na questão de acesso à internet. Interior, a gente sabe como é. A internet no Brasil já é difícil [...]. Mas mesmo assim, no interior começou a melhorar a fibra ótica. O link era bem simbólico antigamente [...]. **Às vezes a gente esquece, aqui não tinha nem sinal de celular.** Então, hoje nós temos 3G, que funciona mais ou menos. Quase 4G. **E a internet era via rádio.** A escola tinha um link de 5 megas para atender a escola inteira praticamente e departamento administrativo. **Hoje nós temos [...] fibra ótica somente dentro da cidade,** [...] e nós temos também a internet do governo que veio com o 4G. E também, na rural nós temos na internet via satélite Isso é uma parceria com o governo que a gente conseguiu e não onera em nada no município (TI₂ – grifos próprios).

Diante do panorama exposto acerca da infraestrutura como uma restrição ao uso das TICs, torna-se evidente que os municípios entrevistados se confrontam com uma variedade de questões que demandam abordagens distintas e níveis diversos de complexidade. No entanto, é importante destacar que a infraestrutura não é o único elemento limitador do uso das TICs nos municípios em análise.

4.4.2 Competências

Além da infraestrutura, outro limitador importante a ser discutido são as competências dos usuários das TICs. Neste tópico, é abordado sobre o conjunto de habilidades dos docentes com as TICs, a necessidade de formação apropriada, e a dificuldade enfrentada por professores mais idosos na adaptação às inovações tecnológicas.

Um ponto de discussão nas entrevistas realizadas neste estudo, é a relevância do comprometimento dos professores na utilização da tecnologia. Para alguns entrevistados, ter um laboratório de informática bem equipado é importante, mas se não houver um profissional dedicado e competente para utilizá-lo, os recursos disponíveis serão subutilizados. Segundo o entrevistado G₁, “de que adianta ter uma sala de informática, se você não tiver profissional engajado para usar essa sala de informática?”. Desse modo, é fundamental que os professores

sejam capacitados e motivados a utilizar a tecnologia como uma ferramenta coadjuvante em seu trabalho (BRANDALISE, 2019).

A utilização efetiva das TICs na educação requer a posse de competências e habilidades por parte dos atores envolvidos no processo educacional. Essas competências e habilidades vão além do simples conhecimento técnico de como utilizar os dispositivos e aplicativos. São necessárias habilidades como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas e colaboração para se utilizar as TICs de forma inovadora e efetiva. Para Schuhmacher, Alves Filho e Schuhmacher (2017), apesar de muitos professores ter interesse, ainda falta conhecimento necessário para utilizar as TICs no processo de ensino.

As TICs podem oferecer muitos benefícios para a educação, tais como a personalização do ensino, a interação e a colaboração em tempo real e o acesso a recursos educacionais diversos. Contudo, é preciso que os atores envolvidos no processo educacional estejam preparados para utilizá-las adequadamente, o que implica o desenvolvimento de habilidades socioemocionais e cognitivas.

Em determinadas situações, o professor pode encontrar dificuldades no manuseio da tecnologia, o que acaba gerando um obstáculo para a utilização das TICs no processo de ensino. Essa dificuldade pode surgir devido à falta de familiaridade com as ferramentas tecnológicas, limitações de conhecimento ou insegurança em explorar novas abordagens pedagógicas. Segundo o entrevistado S₆, “tem professor que não sabe ligar o computador, tem medo”. É fundamental oferecer suporte adequado aos professores, por meio de programas de capacitação e acompanhamento, a fim de superar esses obstáculos e promover uma integração efetiva das TICs no contexto educacional (LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al. 2020).

A formação dos professores é enfatizada como um fator crucial. É necessário que os docentes compreendam e reconheçam a tecnologia como uma aliada em sua prática pedagógica. A infraestrutura tecnológica pode ser adquirida, mas se os professores não estiverem preparados para utilizá-la de maneira eficaz, seu potencial será limitado. A formação adequada é essencial para que os professores possam aproveitar todo o potencial das ferramentas tecnológicas disponíveis (BRANDALISE, 2019). Os entrevistados S₇ e S₉ comentam sobre a importância da formação do professor para adquirir habilidades para o uso das TICs, e aponta como a limitação mais importante a ser enfrentada para o uso das TICs.

A formação do professor é o mais importante, porque ele precisa de entender e de ver que a tecnologia vem como auxiliar do seu trabalho. Agora, **a infraestrutura para**

gente não foi tão problemática, porque a gente tinha um recurso, a gente viu que a gente não podia perder essa oportunidade, que era um momento certo para gente adquirir. Se você me falasse em 2018 que eu tinha que comprar **notebook** para todos os professores, eu ia falar: para quê? Para ficar no armário dentro de casa. Porque era o que ia acontecer. **E hoje, eles não ficam sem ele** (S₇ – grifos próprios).

Seria as competências mesmo, né em termos de infraestrutura. Por ser um município pequeno, por ser praticamente três escolas, e uma delas é extensão de uma outra, ou praticamente duas escolas que nós temos né? **Nós investimos muito infraestrutura aqui das escolas**. Você tem ideia na nossa sala de aulas são todos têm sistema de climatização, fizemos um investimento muito grande nesse sentido, mas tipo assim, para aquisição de computadores, manter um equipamento novo, isso aí não é dificuldade para o município. A maior dificuldade é justamente com essa questão do limitador humano, que **muitas das vezes, os profissionais têm muita dificuldade** nesse sentido. (S₉ – grifos próprios).

Em Buritis, destaca-se a existência do polo da Universidade Aberta, que se configura como uma importante oportunidade para os professores buscarem aprimoramento e formação no campo das TICs. Esse polo disponibiliza cursos e laboratórios de informática, que se tornam recursos essenciais para o uso e aplicação das TICs tanto pelos educadores quanto pelos alunos da rede municipal. O entrevistado G₅ aborda sobre este caso.

Como nós trabalhamos com a Universidade Aberta, nós temos um polo no município, muitos professores da rede Municipal estudaram no Polo fizeram a universidade, muitos fizeram uma pós, especialização, e outros estão cursando. E como os cursos são semipresenciais, **o que monitora é a informática. Então, eu acredito que os professores da rede Municipal estão bem capacitados** (G₅ – grifos próprios).

Essa iniciativa evidencia um ambiente propício ao desenvolvimento profissional dos docentes, bem como ao acesso às tecnologias, favorecendo, assim, a integração efetiva das TICs no processo de ensino-aprendizagem (LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al. 2020). Como resultado, é esperado que ocorra uma educação mais atualizada e alinhada com as demandas do contexto contemporâneo.

A idade também é mencionada como um fator que influencia a capacidade dos professores em utilizar a tecnologia. Professores mais idosos podem encontrar mais obstáculos em se adaptar às inovações tecnológicas. No entanto, é destacado que essa situação tende a mudar, uma vez que o objetivo é capacitar esses professores para que eles adquiram mais autonomia no uso da tecnologia. O entrevistado ADM₂ explica a situação.

A gente está que é mais velho, está aprendendo ainda lidar com a tecnologia, com as novidades que vão aparecendo. Então, para o professor, às vezes, algumas coisas, ele ainda encontra dificuldade de estar acessando, porque não sabe manusear, não sabe mexer com aquela ferramenta. Mas isso é uma coisa também que tende a mudar. **A gente pretende estar capacitando esses professores** no futuro para eles terem mais

autonomia de estar trabalhando em conjunto com a informática, com a internet no geral (ADM₂ – grifos próprios).

No entanto, é importante ressaltar que há planos para capacitar esses professores que são do município de Araújo no futuro, com o objetivo de fornecer-lhes maior autonomia no uso eficiente da informática e da internet como ferramentas de trabalho. A intenção é garantir que eles estejam adequadamente preparados para explorar as possibilidades oferecidas por essas tecnologias, permitindo uma integração efetiva em suas práticas educacionais.

O município de Belo Horizonte realizou investimentos em equipamentos tecnológicos, adquirindo *Chromebooks*, que são computadores portáteis que utilizam ferramentas do Google e *tablets*. No entanto, muitos professores enfrentaram dificuldades ao utilizar os *Chromebooks* devido à falta de familiaridade com o funcionamento desses dispositivos. O entrevistado DIR₃ explica esta situação, e apresenta a situação da utilização desses equipamentos.

Os *Chromebooks*, que a prefeitura enviou, [...] **a prefeitura disponibilizou 83. Os professores não conseguem mexer**, porque ele é especificamente do Google, né? [...]. Mas tem professor que fala “eu não quero, eu não dou conta de mexer com isso”. É porque você tem que [...] mexer só com as ferramentas do Google. Às vezes o professor quer um Word. Ele não consegue mexer no Drive, né? Então, tem a questão da formação mesmo, do limitador enquanto a formação. O professor não sabe. Não sabe mesmo (DIR₃ – grifos próprios).

No estudo de Brandalise (2019), os entrevistados também criticaram a compra dos dispositivos, alegando baixa qualidade. De acordo com o entrevistado P₄, a aquisição dos *Chromebooks* nas escolas municipais de Belo Horizonte não foi uma escolha adequada, uma vez que muitos professores não utilizam esses equipamentos devido à falta de conhecimento em sua operação.

Ao contrário do notebook, **ele é muito limitado em vários aspectos**. Primeiro que você tem que aprender a operacionalizar o notebook. Entendeu? Ele tem algumas facilidades, mas ele exige que a pessoa saiba operá-lo. E o pior de tudo, a questão do acesso. Nem o professor e nem o aluno tinha acesso, né? As escolas não tinham nem *wi-fi*. Então, tudo começou acontecer muito depressa, né? **Esses Chromebooks caem no colo da gente**. as pessoas meio sem saber o que fazer com aquilo ou como fazer aquilo funcionar, né? **Muitos professores receberam o Chromebooks e dificilmente tiraram ele de dentro do estojo** (P₄ – grifos próprios).

Ainda em relação à situação do conjunto de habilidades tecnológicas dos docentes das escolas municipais de Belo Horizonte, o entrevistado DIR₃ aborda sobre um caso presenciado por ele. Dificuldade em manusear a tecnologia.

Ainda em relação à situação do conjunto de habilidades tecnológicas dos docentes das escolas municipais de Belo Horizonte, o entrevistado DIR₃ compartilhou um caso que presenciou, destacando a dificuldade dos professores em manusear a tecnologia. Segundo o entrevistado DIR₃, foi observado que alguns docentes enfrentavam desafios ao lidar com ferramentas tecnológicas utilizadas no ambiente educacional, o que impactava o desenvolvimento das aulas e a integração das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Eu tenho dois estagiários de TI. Esses dois estagiários que eu tenho, são estudantes de ensino superior. E aí, eles são encaminhados pela prefeitura. Nós temos dois, e esses **dois estagiários são para dar suporte** para que a gente possa ter condições de lidar com essas tecnologias. Mas aí eu vejo que, semana passada mesmo eu tive uma conversa com **uma professora que ela queria que o estagiário ficasse na sala com ela o tempo todo**, porque ela queria trabalhar com os *tablets* [...], mas ela não conseguia. E aí o estagiário [disse], “mas eu não posso ficar aqui na sala, eu só vim aqui te orientar. Você quer que eu baixo para você? Eu baixo. Você quer que eu projeto? Eu projeto. **Mas eu não posso ficar aqui na sala**” e ela então [disse] “**não vou fazer, porque eu não sei mexer**, eu não sei ligar, eu não sei conectar, eu não sei”. Então tem essa questão também da nossa formação (DIR₃ – grifos próprios).

Essa dificuldade ressalta a importância de investimentos e capacitações adequadas para os educadores, a fim de garantir que estejam aptos a utilizar efetivamente as ferramentas tecnológicas disponíveis, promovendo assim uma educação alinhada com as demandas contemporâneas (LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018).

O entrevistado DIR₃ ainda cita o caso de um curso de robótica oferecido nas escolas municipais, em que apenas uma professora teve interesse de fazer o curso. Entretanto, ela não é a pessoa mais indicada, por ser uma professora de português, o que faz com que essa professora não tenha tempo de se preparar para as aulas de robótica.

Ofereci para todos os professores, **apenas uma se interessou e fez o curso**. De 64 professores, ela [disse] “eu quero”. Ela fez, **aí recebemos 8 kits robótica**, mas estão nas caixas, vou ser honesto. Ainda não começamos a trabalhar. Ela é professora de língua portuguesa, não tem uma hora sobrando então, **ela não tem tempo para trabalhar [com a robótica]**. [...]. **Quem poderia fazer, não se interessou**. E eu não posso obrigar, né? Mas nós tivemos esse ano um curso de robótica. Todo pago pela rede (DIR₃ – grifos próprios).

Durante a entrevista com o entrevistado DIR₃, foi constatado que o professor mais indicado para lecionar as aulas de robótica apresentou falta de interesse. Essa situação levanta questões sobre a disposição e engajamento dos docentes em aproveitar as oportunidades de ensino relacionadas à tecnologia.

A questão da Pandemia do Covid-19 também foi um marco para o desenvolvimento do conjunto de competências e habilidades de professores e alunos (FIALHO; NEVES, 2022). O entrevistado DIR₃ explica o impacto da pandemia no uso das TICs nas escolas. “Vou falar da pandemia, porque ela foi um desafio para mim. Ela escancarou o nosso analfabetismo [tecnológico]” (DIR₃). Essa fala resume a mesma situação de todos os entrevistados neste estudo.

O entrevistado P₁ explica que muitos professores tiveram medo de ir para frente dos computadores para darem aulas remotas, ou manusear outros equipamentos tecnológicos.

O professor, muitas vezes, não se sente obrigado a estar desenvolvendo essas tecnologias, porque quem formou há muito tempo, [...] não tinha acesso a essas tecnologias que estão tendo agora. E muitas vezes está cobrando da gente. **Na época da pandemia mesmo, [...] o ano todo, foi dado formação, mas tem gente que encontra uma dificuldade muito grande.** [...]. E aí ele sente-se inseguro de ir para uma sala de aula e estar falando com jovens que eles acreditam que estão lá na frente em relação a eles nessas tecnologias. **E ele meio que sente medo** (P₁ – grifos próprios).

Durante a entrevista, o entrevistado P₁ ressalta um cenário recorrente em que os alunos possuem um conhecimento mais avançado em relação ao uso das TICs do que os próprios professores, o que gera receio por parte destes últimos, especialmente durante o período de pandemia com a transição para aulas remotas. Para Fialho e Neves (2022), é notável que a formação e capacitação docente para o uso das TICs são essenciais para que o profissional possa desempenhar seu papel utilizando as tecnologias.

Em suma, é crucial o desenvolvimento de habilidades e competências pelos atores envolvidos no processo educacional para o uso efetivo das TICs na educação, o que inclui o domínio de habilidades técnicas e socioemocionais. Em todas as entrevistas realizadas neste estudo, os entrevistados destacaram a importância da capacitação dos professores para a utilização das TICs no ensino.

4.4.3 Recursos Financeiros

O financiamento das TICs na educação é um fator fundamental para a implementação de políticas educacionais eficazes e inovadoras (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011). Com o avanço tecnológico contínuo, a utilização de TICs tornou-se cada vez mais importante na educação, uma vez que essas tecnologias têm o potencial de melhorar a qualidade do ensino, permitindo que os alunos acessem recursos educacionais mais variados e interativos, além de proporcionar uma aprendizagem personalizada e adaptada às necessidades individuais de cada aluno.

No entanto, a aquisição e manutenção de equipamentos e *softwares* de qualidade para uso educacional requer recursos financeiros consideráveis. Por essa razão, o financiamento adequado e eficiente é crucial para assegurar que as escolas possam utilizar as TICs em sua plenitude e oferecer uma educação de qualidade. Isso inclui a aquisição de computadores, dispositivos móveis, *softwares* e outros equipamentos, bem como a formação e capacitação de professores e demais profissionais envolvidos no processo educacional para utilizar essas tecnologias de forma efetiva (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017; LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020).

Em determinados municípios, os recursos disponíveis não são adequados para atender plenamente às demandas locais, o que resulta na não concretização de diversos planejamentos. Nesse sentido, é crucial que os gestores priorizem a administração dos recursos financeiros, direcionando-os para as demandas mais urgentes. Conforme mencionado pelo entrevistado S₁, embora os recursos sejam escassos, o município tem cumprido sua responsabilidade ao implementar políticas tecnológicas de acordo com suas limitações orçamentárias.

Eu acho não que são suficientes. Sabe por que? É porque a gente faz dentro do planejamento, né? Então, são os recursos do FUNDEB. Tem emendas parlamentares que o prefeito consegue também, que foram aplicadas, mais os 30% do FUNDEB lá e os 25% obrigatórios que a prefeitura tem que aplicar na educação. Usa isso aí, mas de forma planejada, né? Nós vamos gastar isso aqui, aplicar isso e tal, mas **se a gente tivesse mais recurso, a gente faria mais ainda**. Tanto que nós estamos querendo comprar os *Chromebook* para os alunos. E aí a gente está vendo como que nós vamos fazer, de onde nós vamos tirar esse dinheiro e tal (S₁ – grifos próprios).

É de suma importância o aprimoramento do gerenciamento dos recursos financeiros municipais, especialmente em localidades onde tais recursos são escassos. Esse cenário é mais evidente em municípios de menor porte, que dependem amplamente de transferências intergovernamentais. No entanto, quando se trata do financiamento das TICs, nota-se uma deficiência no apoio financeiro oferecido pelo governo federal, o que intensifica ainda mais a pressão sobre o gerenciamento financeiro local. O entrevistado S₈ comenta sobre esta situação.

Então, eu acho que a gente enquanto gestão municipal, a gente é limitado. **O governo federal poderia investir mais**, porque **o dinheiro que a gente gere no município, ele precisa ser muito bem pensado** para a gente programar, para a gente não ter dificuldade. E acaba que a tecnologia, ela fica em segundo plano. Eu preciso pensar mais numa merenda escolar, do que no computador. Eu preciso pensar mais no material didático pedagógico, brinquedo, do que no computador. Eu preciso pensar mais em infraestrutura de prédio do que no computador. Entende? Então, o município fica limitado, porque tem que fazer opções com aquilo que é mais necessário. Muitas vezes, a gente julga tudo muito mais necessário, menos a tecnologia, né? [...]. Então, o município opta por ter que fazer e ir ao encontro das prioridades, e a tecnologia não

é prioridade entende? Então essas são as limitações. E se o governo federal que não nos ajuda com infraestrutura, com merenda escolar, porque o dinheiro da merenda escolar é muito pouco, e assim por diante, o município arca com isso, com mais ênfase. Então, o governo federal podia vir ao encontro das TICs para a gente. [...]. **Mas os municípios não priorizam as TICs como um investimento na educação.** [...]. **O município tem que complementar a merenda escolar com recursos próprios** (S₈ – grifos próprios).

Segundo Salomão, Nascimento e Gomes (2021), a merenda escolar é fundamental para que o aluno tenha uma alimentação variada, que proporcione uma nutrientes necessários para manter o organismo saudável. Desse modo, nota-se a importância de não deixar este item em segundo plano.

Outros entrevistados também criticaram o governo federal em relação ao financiamento da educação pública. O entrevistado S₉ aborda sobre a redução de gastos na pasta da educação durante o período entre 2017 e 2022, o que, para ele, impacta nos investimentos com TICs na educação.

Nos últimos anos, a gente viu aí uma. **congelamento dos recursos da educação** [...]. Da aprovação do teto de gastos com 20 anos, foi parece 2016/2017, não sei isso, **praticamente acabou com as políticas públicas e recursos** que eram direcionados para a educação o governo federal (S₉ – grifos próprios).

Além disso, o entrevistado S₈ destaca o reconhecimento ao investimento realizado pelo município, porém, manifesta críticas em relação à falta de recursos provenientes do governo federal. Segundo sua opinião, o governo federal tem direcionado suas prioridades para outras áreas, deixando em segundo plano o potencial impacto positivo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação. De acordo com o entrevistado, essa falta de priorização acaba limitando o avanço e o acesso a recursos tecnológicos essenciais nas escolas.

Eu considero um investimento do município muito satisfatório. Mas o investimento via governo federal deixa desejar, porque a gente teve aí esses laboratórios implantados nas escolas nos anos de 2007 a 2012. Após esse período, não teve mais recebimento de computadores e novas tecnologias nas escolas via governo federal. **O investimento é do próprio município e a gente vem investindo** (S₈ – grifos próprios).

Já o entrevistado S₃ destaca a importância do recurso financeiro recebido por meio do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) para a aquisição de roteadores, visando a melhoria da infraestrutura de internet nas escolas. Segundo sua avaliação, essa iniciativa tem sido fundamental para promover a conectividade e proporcionar aos alunos um ambiente propício ao acesso e utilização de recursos tecnológicos de forma eficiente.

A gente recebeu um recurso do PDDE, que é o dinheiro direto nas escolas nas unidades executoras. **Foi aí que nós compramos os roteadores melhores para fazer essa distribuição da internet nas escolas**. E parece que elas estão num novo processo de comprar mais novos roteadores (S₃ – grifos próprios).

O entrevistado DIR₁ destaca que a escola em que atua recebeu recursos financeiros provenientes de emenda parlamentar, o que possibilitou a realização de reformas na infraestrutura geral do estabelecimento e a aquisição de computadores. Além disso, o entrevistado menciona que a escola também recebeu computadores do governo, contribuindo para melhorar o acesso dos alunos a recursos tecnológicos.

Nós aqui estamos passando por uma reforma geral da escola. **Nós recebemos uma emenda impositiva de um deputado**, e a escola está em reforma desde o ano passado. **O laboratório de informática realmente não estava em boas condições. O governo enviou alguns computadores, nós recebemos outros, porque nós compramos também de emenda parlamentar** que nós ganhamos em 2021, se não me engano. E a gente estava já comprando mobiliário para realmente equipar a sala de informática (DIR₁ – grifos próprios).

O entrevistado S₆ aborda sobre o investimento que pretendem fazer para comprar computadores para as escolas: “Um investimento que nós estamos fazendo, é de comprar computadores novos para todas as escolas. Para os professores também, porque é uma necessidade” (S₆). Tais iniciativas são fundamentais para o fortalecimento do ambiente educacional, fornecendo melhores condições para o ensino e aprendizagem (RODRIGUES, 2009).

Alguns entrevistados destacaram a dificuldade enfrentada na aquisição de equipamentos tecnológicos devido à falta de conhecimento específico. Em relação a esse tema, o entrevistado DIR₃, de Belo Horizonte, mencionou suas limitações no que diz respeito ao entendimento técnico das peças e equipamentos tecnológicos, bem como à demora no processo de assistência para aquisição desses recursos pelo núcleo responsável pela estratégia educacional.

Tem coisas que eu preciso comprar via caixa escolar, [...] que não tem pregão, é centralizado. **Aí quando a prefeitura descentraliza, aí a gente tem dificuldade, porque a gente não entende muito. Então, as especificações técnicas eu te confesso que a gente tem dificuldade**. Falo por mim e pelos outros diretores. Como comprar um bom *Datashow*? Como comprar um equipamento assim, né? Um Swift. Então, a gente faz uma pesquisa de mercado que são **os três orçamentos e envia para nosso núcleo tecnológico de estratégia de educação e eles analisam. Só que como é um núcleo para 330 escolas, você não tem esse retorno rápido**. E aí quando eu tenho retorno, [...] a gente não consegue, perde até o orçamento. Os orçamentos de equipamentos eletrônicos, eles vencem muito rápido. Geralmente as empresas, elas

não dão prazo com 30 dias, 60 dias. Eles valem sete dias, cinco dias. E aí a gente tem dificuldade de adquirir por causa disso. (DIR₃ – grifos próprios).

Ainda sobre o município de Belo Horizonte, de acordo com o entrevistado P₄, o principal desafio não é a escassez de recursos financeiros, mas sim a falta de um planejamento governamental eficiente por parte dos políticos. O entrevistado também menciona a compra dos *Chromebooks* como exemplo, apontando a falta de preparo dos profissionais que seriam responsáveis por utilizá-los, resultando em subutilização desses dispositivos.

Belo Horizonte graças a Deus é uma cidade que todo ano ela tem recorde no recolhimento de IPTU. [...]. **Não falta dinheiro**, mas tem que saber como fazer essa aplicação, tem que saber onde atacar, tem que ter um projeto. Entendeu? Igual, por exemplo, eu te falei agora. Primeira coisa que eu toquei, foi a questão dos *Chromebook*. **Cara, foi um Chromebook para cada professor! São mais de 18 mil professores!** Já imaginou para pensar o que que é isso? Entendeu? Os *tablets* cara! [...] **é muito investimento cara!** Entendeu? Agora por exemplo, a gente está tendo um investimento com relação à questão do *wi-fi* na escola, né? Espalharam o roteador nas escolas. Todo o sinal ficou excelente (P₄ – grifos próprios).

Segundo Brandalise (2019), os professores de sua pesquisa quando se depararam com a insuficiência dos dispositivos, buscaram por soluções alternativas, como a utilização dos celulares dos próprios alunos para executar alguns aplicativos nas atividades escolares.

Em síntese, o financiamento adequado de TICs na educação é um fator determinante para o desenvolvimento educacional. Nota-se que os municípios apresentam dificuldades distintas e de diferentes níveis de dificuldade. Todavia, é imprescindível um planejamento adequado e uma alocação eficiente dos recursos financeiros para assegurar que as escolas possam utilizar as TICs de forma efetiva e atingir uma educação de qualidade para seus alunos.

4.4.4 Linguagem

De acordo com Rezaei, Nazarpour e Emami (2011), as TICs podem apresentar alguns obstáculos no que tange a adoção dessas tecnologias no âmbito educacional, no entanto, os resultados deste estudo revelaram que a linguagem computacional e o idioma empregados não é um entrave intransponível. Embora muitos *softwares* e plataformas educacionais sejam desenvolvidos em língua estrangeira, a grande maioria deles apresenta recursos que permitem a tradução automática ou versões adaptadas em diferentes idiomas. Para o entrevistado G₂, “a maioria tem a tradução, tem como ir no Google e traduzir. Eles não têm essa [dificuldade]”.

Embora existam tradutores online e programas pré-traduzidos, a presença de sites ou programas em outro idioma ainda causa desconforto para alguns usuários, o que acaba inibindo

seu uso contínuo do software. Segundo o entrevistado TI₂, “dificulta um pouco mais. Ainda mais aquele que não tem o domínio da língua inglesa”. Esse desconforto pode ser atribuído à dificuldade de compreensão e navegação em uma interface que não está no idioma nativo do usuário (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011).

Ademais, é possível observar que muitas escolas e instituições de ensino estão empenhadas em fomentar a compreensão da linguagem das TICs, promovendo treinamentos e capacitações para docentes e discentes. Nesse sentido, é possível superar as barreiras linguísticas e possibilitar a utilização eficaz das TICs na educação.

Todavia, no que tange à linguagem computacional, alguns entrevistados mencionaram encontrar certa dificuldade tanto por parte dos professores quanto dos alunos. Para o entrevistado G8, “todos acham bem difíceis”. Essa dificuldade pode ser atribuída à natureza complexa e em constante evolução da linguagem computacional, bem como à falta de recursos e treinamento adequados para dominá-la (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011). Desse modo, nota-se que é fundamental que o docente busque por capacitação (FIALHO; NEVES, 2022).

Apesar de a questão da linguagem computacional e do idioma representar uma limitação para a adoção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), observa-se um progresso significativo nos últimos anos nesse âmbito. Os programas em desenvolvimento estão cada vez mais abrangentes, incorporando opções multilíngues e interfaces interativas e de fácil compreensão.

Essa evolução é crucial para promover a acessibilidade e permitir que um maior contingente de usuários se beneficie das TICs. Ainda há margem para avanços contínuos nesse campo, entretanto, é encorajador constatar o compromisso da indústria em superar as barreiras linguísticas e tornar as TICs mais acessíveis e inclusivas para todos.

4.4.5 Políticas Públicas

As políticas públicas para o âmbito educacional das TICs adquirem crescente importância na era digital. A digitalização tem se expandido em vários segmentos da sociedade, incluindo a educação, tornando-se vital a adaptação das políticas públicas, a fim de assegurar que os estudantes tenham acesso a recursos tecnológicos de alta qualidade e possam desenvolver as habilidades requeridas para o mercado de trabalho (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011).

Entre os objetivos primordiais das políticas educacionais para TICs destacam-se a inclusão digital e a equidade no acesso às tecnologias da informação e comunicação. Para tanto, é necessário fornecer acesso a computadores, *tablets*, *smartphones* e outros dispositivos eletrônicos, bem como à internet de qualidade, tanto em ambiente escolar quanto no domicílio. Todavia, é importante que tais dispositivos estejam em condições de uso (BRANDALISE, 2019).

Tais políticas visam fomentar o uso responsável das TICs no contexto educacional, apoiando os estudantes na aquisição de competências digitais para navegar com segurança na web e proteger sua privacidade on-line. Além disso, estimulam a elaboração de conteúdos educacionais digitais de qualidade para aprimorar o aprendizado dos alunos (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008).

Outro objetivo relevante das políticas públicas para TICs consiste em garantir que os docentes estejam aptos a empregar as tecnologias digitais em sala de aula. Isso implica oferecer treinamento e suporte técnico para que possam utilizar de maneira efetiva as TICs com vistas à melhoria do ensino e da aprendizagem.

Os participantes das entrevistas mencionaram sobre algumas políticas públicas e programas presentes na educação dos municípios. O entrevistado S₂ cita, sobre a importância do Programa Conecta Brasil, e explica que ele “é um programa que leva a internet via satélite a essas escolas”. Este programa visa promover a inclusão tecnológica no país.

Em Senador Firmino, o entrevistado T11 menciona sobre o “Programa Banda Larga nas Escolas”, que é um programa do governo federal que visa levar internet banda larga a todas as escolas públicas urbanas no país. E o entrevistado T11 também menciona sobre um projeto local de inclusão digital nas escolas: “Eu estou aqui na educação. Na terceira gestão com projetos de capacitação inclusão digital nas escolas com alunos da Escola Municipal”. Essas ações de políticas públicas demonstram o compromisso em proporcionar uma educação mais abrangente e atualizada para a comunidade (VALASIDOU; BOUSIOU-MAKRIDOU, 2008; RODRIGUES, 2009).

Já o entrevistado G₅ comenta sobre outro programa do governo federal, que é o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO), que visa fornecer o ensino de informática nas escolas de ensino básico.

[...] houve um projeto, [...] o **PROINFO, que levava a [...] informática pedagógica às escolas**. [...] o projeto do PROINFO, era exatamente trazer informática para dentro das escolas, informatizar tanto professores, como todo mundo que envolvesse na área

educacional. **E os alunos também começaram aderir.** E hoje como eu trabalho com área tecnológica, tudo gera informática (G₅ – grifos próprios).

O entrevistado G₅ explica que o programa PROINFO se trata de uma iniciativa que busca capacitar os docentes e garantir o acesso dos discentes às tecnologias da informação e comunicação, promovendo, assim, a inclusão digital e aprimorando a qualidade do ensino. A fala do entrevistado se diverge dos resultados do estudo de Silva (2011), que na época, o investimento feito por meio do PROINFO não gerou resultados satisfatórios na qualidade educacional.

No município de Poços de Caldas, o entrevistado G₇ abordou sobre um programa local denominado de “Educação para o Futuro – Projeto Ativamente”, que tem o objetivo de desenvolver as habilidades tecnológicas dos alunos. Segundo o entrevistado G₇, “o que faz com que o uso de laboratório seja realmente efetivo nas escolas realmente é o projeto que nós chamamos de projeto Ativamente. Ele leva computadores e internet”. O programa tem inserido aulas de robótica e programação na grade das escolas municipais de Poços de Caldas, e tem gerado repercussão. O estudo de Rodrigues (2009) aborda sobre a importância de um laboratório de informática, equipamentos e infraestrutura como elementos importantes para o uso efetivo das TICs na educação.

Uma ação política mencionada nas entrevistas que tem sido benéfica para a utilização das TICs é a parceria estabelecida entre a prefeitura e as universidades por meio do programa da Universidade Aberta do Brasil. Essa iniciativa, conforme relatado pelo entrevistado S₈, não apenas proporciona formação aos professores, mas também disponibiliza o acesso aos laboratórios de informática nas instituições de ensino superior para os alunos das escolas municipais. Essa colaboração fortalece a integração entre os níveis de ensino, permitindo que os alunos tenham a oportunidade de utilizar recursos tecnológicos avançados e expandir suas competências digitais (RODRIGUES, 2009).

A gente tem uma estrutura razoável, porque a gente tem o polo. Então, o polo já tem os laboratórios de informática montados e o professor pode usufruir desse espaço no horário ocioso que o polo não está ofertando os cursos, né? Então, de manhã e à tarde, **o polo fica à disposição das escolas municipais.** Então, as TICs não foi empecilho no município para ser trabalhado com as crianças e adolescentes por causa dessa estrutura (S₈ – grifos próprios).

Em Belo Horizonte, o entrevistado DIR₃ menciona a existência de um núcleo denominado Núcleo de Infraestrutura Técnica (NIT) vinculado à secretaria de educação, responsável por lidar com as demandas de formação e tecnologias no contexto educacional.

[...] nós temos um núcleo se que chama NIT, que é o nosso núcleo de infraestrutura. É Núcleo de Infraestrutura Técnica da secretaria de educação [...]. E aí, é por esse núcleo é que a gente demanda a formação [...] das tecnologias. Nós temos uma formação em robótica esse ano, né? Acho que foi a única formação dessa questão da tecnologia que nós temos. Os professores da minha escola (DIR₃ – grifos próprios).

Tais formações são direcionadas aos professores, com o objetivo de capacitar e atualizar suas competências no uso dessas tecnologias. Essa iniciativa reflete a preocupação da escola em promover o desenvolvimento tecnológico e a integração das TICs no processo de ensino e aprendizagem (FIALHO; NEVES, 2022).

As políticas educacionais para TICs buscam desenvolver competências digitais úteis tanto para o cotidiano quanto para o mercado de trabalho, o que envolve o desenvolvimento de habilidades em programação, design gráfico, produção de conteúdo digital, entre outras.

Em síntese, as políticas públicas educacionais para TICs têm por finalidade garantir a qualidade do acesso dos alunos às tecnologias da informação e comunicação, estimular o uso responsável dessas tecnologias, preparar os professores para a inserção das TICs em sala de aula e desenvolver habilidades digitais relevantes para a vida cotidiana e o mercado de trabalho.

4.4.6 Disposição

A disposição dos professores em empregar as TICs no âmbito educacional torna-se cada vez mais pertinente, em um contexto em que as tecnologias digitais reconfiguram a maneira como as pessoas aprendem e se relacionam com o saber (SAMUSSNE et al., 2021). Apesar do reconhecimento do potencial das TICs para otimizar o processo de ensino e aprendizagem, ainda há uma tendência por parte de alguns professores em resistir à incorporação dessas tecnologias em suas práticas pedagógicas. O entrevistado S₉ comenta sobre essa resistência por parte de alguns docentes.

Eu vejo assim de forma negativa, porque **a maioria não tem interesse**, né? Nós temos aqui, alguns professores com um concurso mais recente de 2012, mas a gente pode contar nos dedos quais são os profissionais que tem muita facilidade de acessar essas tecnologias. De forma negativa, a grande maioria (S₉ – grifos próprios).

A dificuldade em utilizar novas tecnologias parece gerar um certo desconforto em alguns professores, o que pode afetar sua disposição em incorporar ferramentas digitais em suas práticas educacionais (BRANDALISE, 2019). Esse fenômeno é particularmente evidente entre

os docentes de idade mais avançada, que muitas vezes enfrentam maiores desafios na adaptação às mudanças tecnológicas em comparação com seus colegas mais jovens.

Os entrevistados também destacam que essa resistência pode ser atribuída à falta de familiaridade com as novas tecnologias, bem como ao medo de cometer erros ou perder o controle sobre o ambiente de aprendizagem. O entrevistado DIR₃ compartilha sua perspectiva sobre essa situação, enfatizando a importância de fornecer suporte adequado e treinamento para os professores superarem essas barreiras e aproveitarem os benefícios das tecnologias educacionais de forma eficaz.

Lento, **um processo lento**, desafiante para mim quanto gestor. **Porque nós não viemos dessa geração.** No meu grupo docente, é um grupo aí com a média de 40, 45 anos. Então, é um grupo que não teve em sua formação básica novas tecnologias, né? E que tem muita dificuldade de formação. E aí, ele tem dificuldade em trabalhar as TICs, as novas tecnologias, e incrementar isso em suas propostas pedagógica e sua rotina diária (DIR₃ – grifos próprios).

Isso pode decorrer de diversas razões, como a carência de formação específica em tecnologias educacionais, a indisponibilidade de equipamentos e recursos tecnológicos apropriados, a escassez de confiança em suas aptidões tecnológicas e até mesmo a apreensão com a segurança e privacidade das informações dos alunos (LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020; FIALHO; NEVES, 2022).

No entanto, existem professores que gostam de usar as TICs, e fazem delas ferramentas criativas para ensinar. Em Poços de Caldas, o entrevistado P₃ explica sobre esta situação e sobre as diversas formas de utilização das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

Eu gosto da parte de Tecnologia! Eu tenho irmãos mais novos. Eles até me ajudam às vezes, porque a gente vai ficando meio idoso, vamos falar assim. Aí, a gente dá uma enroscada, né? Mas aí eles me ajudam, a gente troca bastante ideia aqui na escola que eu trabalho [...]. Um descobre um aplicativo legal, e a gente usa. E eu tenho usado um aplicativo [...] nas aulas de língua portuguesa. Tem alguns que eu gosto de usar e tem um que faz correção de prova. Então agora eu foquei nesse. **Eu adorei**, aí eu estou usando bastante (P₃ – grifos próprios).

Os alunos também são atores importantes neste processo de ensino e aprendizagem (RIND et al., 2022). Os resultados da pesquisa apontam que os alunos, muitas das vezes, possuem maior familiaridade com a tecnologia do que o próprio professor. Quando perguntado sobre a disposição dos alunos, o entrevistado DIR₃ comenta sobre essa habilidade por parte de muitos alunos.

Eles nos ensinam, eles têm muito mais facilidade que nós [...]. É um *data show* que não funciona na sala, por exemplo, o professor fica desesperado, e na hora que o professor pede para chamar um estagiário um aluno levanta, mexe lá, e resolve. Então, eles têm essa facilidade mesmo (DIR₃ – grifos próprios).

O entrevistado G₈ complementa, dizendo que se deve aproveitar esse interesse dos alunos por tecnologias e inserir atividades pedagógicas utilizando as TICs, buscando melhorar o nível de aprendizado nas escolas.

Muitos dos nossos alunos já têm acesso à novas tecnologias, cabe então aos profissionais da educação inserirem as TIC's na prática pedagógica para aumentar o interesse dos alunos nas aulas e assim aumentar o nível de aprendizado, desta forma, fomentando a interatividade, autonomia, criatividade, promovendo a aprendizagem e o desenvolvimento das habilidades e competências (G₈ – grifos próprios).

Todavia, esse interesse por tecnologias por parte dos alunos deve ser monitorado, uma vez que, segundo alguns entrevistados, é um público que tende a utilizar as TICs de forma inadequada na educação, caso não haja um controle (RIND et al., 2022). Tais percalços podem comprometer a atenção no conteúdo escolar, e causando um efeito contrário. De acordo com o entrevistado DIR₂, “o uso do celular, que às vezes eles usam de forma inadequada no horário de aula, por exemplo. Eles querem fazer acesso a bate-papo. Eles usam muito no horário de aula e de maneira não muito benéfica para a aula”. Os entrevistados G₈ e P₁ também comentam sobre este problema e sobre alguns cuidados que se deve ter.

O uso das tecnologias em sala de aula ajuda no desempenho dos alunos, porque consegue chamar a atenção, estimulando o pensamento crítico e a curiosidade. Em contrapartida, exige que o professor entenda um pouco mais dessas tecnologias. Ele personaliza o ensino, otimiza a comunicação com os pais, proporciona acesso à informação e facilita a realização de diversas atividades com aulas mais dinâmicas e interativas. Os pontos negativos estão voltados para a necessidade de se ter ciência que as TIC's não substituem o papel do professor na sala de aula, pois este é o mediador do conhecimento. **Outro ponto negativo é que, com o uso constante de tecnologia, o aluno possa se desinteressar da aula e perder o foco, por isso a escola precisa criar medidas junto com o aluno para a utilização correta das TIC's no horário de aula.** Vale ressaltar que a rapidez em obter as informações, muitas são superficiais e inverídicas. Neste caso, o professor precisa orientar os alunos que pesquisem sites, de preferência mais científicos e que têm a base teórica e fontes de confiança para pesquisas. Nunca acreditar, de imediato, naquilo que é postado sem referências (G₈ – grifos próprios).

O ponto negativo que eu vejo é que você como profissional. Você tem que tomar muito cuidado com o uso dessas tecnologias. Por isso que quando se leva para sala de informática, por exemplo, você tem que estar atento a muita coisa, porque lá é uma janela aberta para um monte de coisas positivas e coisas negativas. Então assim, eu vejo que quando você preparar uma aula não dá para levar o aluno lá para fazer uma atividade sem ter pensado direitinho, ter programado, feito um planejamento bacana e ver se realmente é necessário o uso dessa tecnologia. Porque às vezes, você não

planeja, não faz um planejamento, só quer tirar o aluno da sala de aula e você leva para lá eu aluno quer jogar. Os alunos sempre falam: eu quero ir para lá, me leva para lá. **Porque ele vê lá como uma sala de brinquedo.** Algo que ele vai poder fazer o que ele tem vontade. Então, eu vejo isso sempre como uma dificuldade para eu desenvolver meu trabalho. Porque eu tenho que deixar bem claro para ele, o meu objetivo antes de eu ir para lá, o que que nós vamos estar fazendo lá. Então, não adianta chegar lá e **ficar me pedindo para jogar. Porque os alunos na hora que eles chegam lá, a primeira coisa que eles fazer [...]** é isso. E aí você tem que ter um domínio muito grande, e essa é uma das dificuldades que eu encontro lá na sala quando eu levo. **Enquanto um não sabe nem ligar, o outro já abriu já colocou uma música já, quer ouvir música** (P₁ – grifos próprios).

Mais uma vez, a questão da pandemia do Covid-19 foi citada como um divisor de águas na utilização das TICs na educação. Segundo o entrevistado P₂, “após a pandemia, após o nosso retorno ao trabalho, a gente deu mais atenção para essa parte”. A necessidade gerada pela pandemia obrigou tanto os professores quanto os alunos a se adaptarem a uma realidade mais tecnológica, o que exigiu que os professores acompanhassem a evolução das tecnologias (FIALHO; NEVES, 2022). Alguns professores que não conseguiram acompanhar essa mudança optaram por se aposentar.

É relevante salientar que a disposição dos professores em empregar as TICs na educação também pode ser impactada pela percepção de que o uso dessas tecnologias pode acarretar benefícios para seus alunos, como o acesso a informações e recursos educacionais mais contemporâneos e diversos, a possibilidade de desenvolver competências digitais que serão relevantes para o futuro, e a ocasião de tornar as aulas mais interativas e participativas.

A disposição dos professores em utilizar as TICs na educação pode ser afetada por diversos fatores, como a existência de recursos tecnológicos adequados, políticas públicas e programas de formação continuada em tecnologias educacionais, e a percepção dos benefícios que o uso dessas tecnologias pode trazer para seus alunos (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017; LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020). É relevante que os gestores públicos e as instituições de ensino invistam em estratégias que incentivem e apoiem o uso das TICs pelos professores, visando garantir uma educação de qualidade e atualizada com as demandas do mundo contemporâneo.

4.4.7 Análises textuais

Neste tópico, foram utilizadas técnicas de análises textuais, a fim de compreender a frequência e a formação de classes e a estrutura do corpus textual por meio das conexões dos grafos. As técnicas utilizadas foram a Nuvem de Palavras, Classificação Hierárquica Descendente de Reinert, Análise Fatorial de Correspondência, e a Análise de Similitude, que

1.974 segmentos classificados em 2.382, representando um total de 82,87% dos segmentos. Os dados da análise da Classificação Hierárquica Descendente podem ser visualizados na Tabela 14.

Tabela 14 – Análise descritiva das entrevistas realizadas no ano de 2023

Dados	Valores
Número de textos	19,00
Número de segmentos de textos	2.382,00
Número de formas	5.846,00
Número de ocorrências	85.353,00
Número de lemas	3.648,00
Número de formas ativas	3.236,00
Número de formas suplementares	180,00
Número de formas ativas com a frequência ≥ 3	1.329,00
Média das formas por segmento	35,83
Número de classes	3,00
1.974 segmentos classificados de 2.382	82,87 %

Fonte: Resultados da pesquisa.

Por meio da Classificação Hierárquica Descendente, foi possível construir o dendrograma, contendo a divisão das classes de palavras (CAMARGO; JUSTO, 2013). Percebe-se que a técnica permitiu a construção de três classes de palavras, denominadas de Limitações, Conhecimento e Equipamentos. O dendrograma da classificação hierárquica descendente das entrevistas pode ser visualizado na Figura 33.

Na Classe 1 do dendrograma, que foi a classe de maior quantidade de segmentos de textos, destaca-se a questão do conhecimento tecnológico dos usuários das TICs. Essa classe englobou aproximadamente 44,8% dos segmentos de texto utilizados na classificação hierárquica descendente, evidenciando a importância desse aspecto no contexto analisado. A predominância da Classe 1 sugere que o nível de conhecimento tecnológico dos usuários é um fator relevante para compreender a dinâmica e os resultados das interações com as TICs (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017; LLAMAS-SALGUERO; GÓMEZ, 2018; ROJO-RAMOS et al., 2020).

A Classe 2 é a que mais se aproxima em termos de relevância da Classe 1, destaca-se pela abordagem do conjunto de equipamentos tecnológicos. Essa classe foi responsável por englobar aproximadamente 37,2% dos segmentos de textos utilizados na análise realizada, totalizando 680 segmentos. A quantidade significativa de segmentos nessa classe ressalta a importância atribuída aos equipamentos tecnológicos no contexto estudado, indicando que a discussão sobre essa categoria foi recorrente nas entrevistas e contribuiu para uma compreensão

mais abrangente da relação entre os usuários e a tecnologia (REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011; SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Figura 33 – Dendrograma das entrevistas



Fonte: Resultados da pesquisa.

Por fim, a Classe 3 é a menor e mais distante das classes identificadas. Esta classe apresentou uma abrangência de 18% dos segmentos de textos analisados, totalizando 329 segmentos. Essa classe se concentra nas limitações enfrentadas pelos usuários das TICs, abordando aspectos como habilidades tecnológicas, infraestrutura, recursos financeiros, políticas públicas, barreiras linguísticas e disposição para se envolver com a tecnologia.

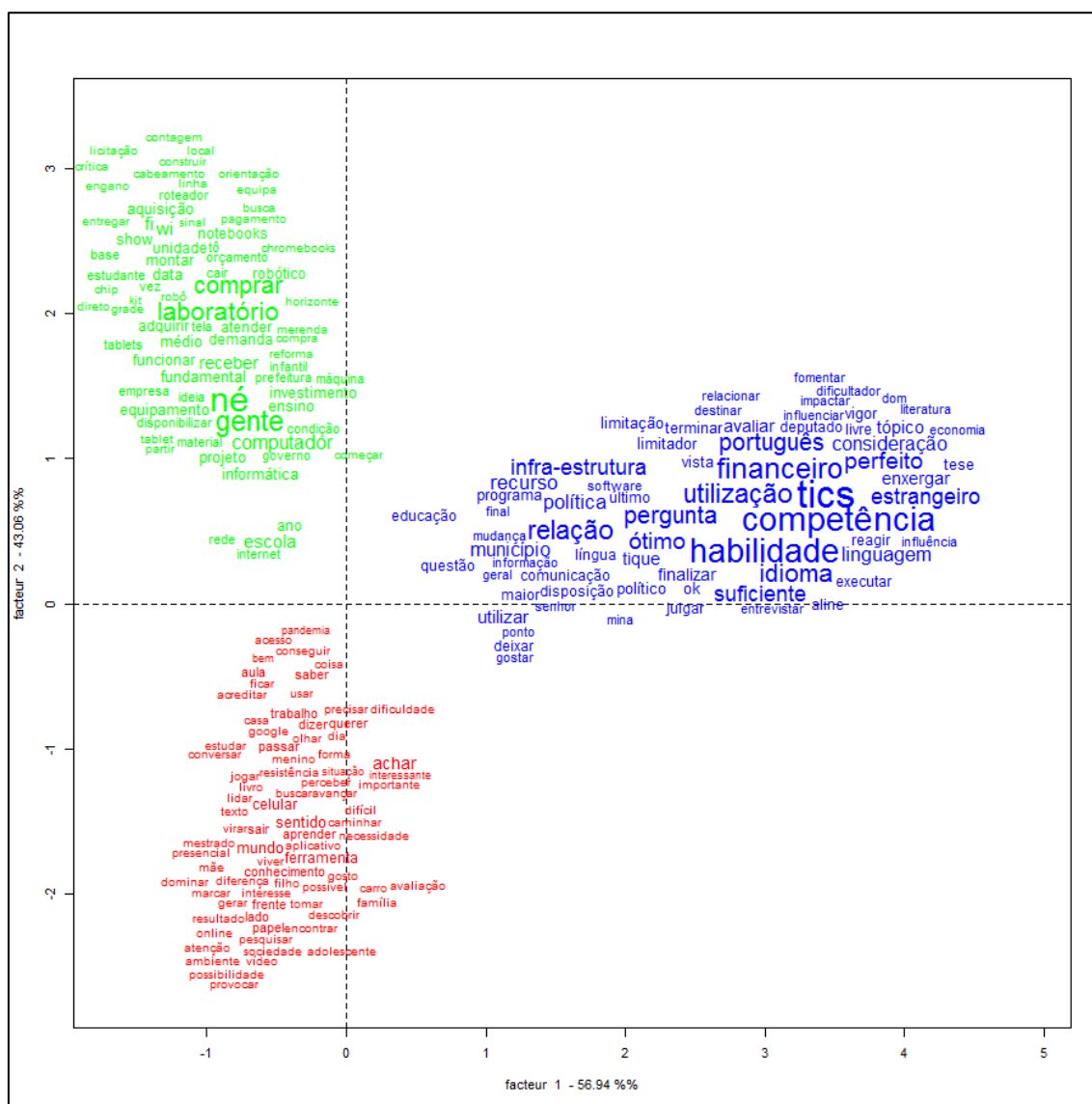
Essas limitações ressaltam os desafios enfrentados pelos usuários no acesso e uso efetivo das TICs, destacando a importância de iniciativas que visem capacitar os usuários, melhorar a infraestrutura tecnológica, disponibilizar recursos financeiros, promover políticas públicas inclusivas, facilitar a superação de barreiras linguísticas e estimular a disposição e o interesse em se engajar com as tecnologias (RODRIGUES, 2009; REZAEI; NAZARPOUR; EMAMI, 2011).

Por meio da Análise Fatorial de Correspondência, foi possível compreender a formação de agrupamentos das palavras mais frequentes dos segmentos de textos das entrevistas,

permitindo verificar a similaridade dos agrupamentos e interpretá-los. A análise fatorial de correspondência das entrevistas pode ser visualizada na Figura 34.

A Análise Fatorial de Correspondência permite visualizar os 3 agrupamentos de palavras criados na técnica de Classificação Hierárquica Descendente (Limitações, Conhecimento e Equipamentos). Tais agrupamentos podem ser representados de forma clara e intuitiva em um gráfico de posicionamento de palavras (CAMARGO; JUSTO, 2013).

Figura 34 – Análise Fatorial de Correspondência das entrevistas



Fonte: Resultados da pesquisa.

Desse modo, é possível visualizar que os três agrupamentos de palavras não se misturam nos quadrantes, ficando bem dispersos entre si. Todavia, ao analisar a coluna da direita,

comenta sobre a formação que os docentes tiveram, mas que nem todos os professores fazem uso das ferramentas disponibilizadas por não terem conhecimento suficiente para manuseá-las.

Eu acredito que, diante das dificuldades, a gente tenta fazer o uso dessas ferramentas. Que é o que tem disponibilizado para gente. **O município, é como já foi falado, deu uma formação para cada professor. Só que alguns não faz uso, com dificuldade mesmo, porque essa formação aí depende muito de quem está fazendo, e como está fazendo.** Mas eu sempre falo que eu acho uma escola muito bacana para trabalhar. Porque a gente tem muita ferramenta e sempre quando necessário é investido. Por exemplo, no início a gente tinha uma certa dificuldade com a internet. Hoje nós usamos o diário digital. E além disso, a gente pode fazer sempre uso, agendar a sala de informática e fazermos as tecnologias que tem dentro da escola, então assim eu gosto muito de estar na escola, porque lá é oferecido sempre que a gente precisa dentro da realidade das possibilidades (P₁ – grifos próprios).

Na Classe 2, os municípios em destaque foram a capital Belo Horizonte, Contagem e o município de Senador Firmino. Esta classe abordou sobre os equipamentos eletrônicos disponíveis nas escolas dos municípios. Entrevistado DIR₃ comenta sobre a disponibilidade de *tablets* para os alunos para as atividades escolares.

Se o professor precisa de fazer o uso de alguma tecnologia, de algum jogo, alguma coisa que ele precisa de usar algum equipamento, não é o celular do aluno ele vai usar. **É o tablet.** E aí, a gente leva os *tablet* para sala e o professor **dá um tablet para cada aluno**, e o aluno faz o uso desse *tablet*. Fazer alguma consulta algum, trabalho (DIR₃ – grifos próprios).

O estudo de Brandalise (2019) aponta que os docentes entrevistados não ficaram satisfeitos com a aquisição de *tablets*, devido à limitação tecnológica. Em Senador Firmino, o entrevistado TI₁ comenta sobre algumas melhorias tecnológicas, e também sobre o interesse de alguns professores em levar os alunos para as salas de informática, mesmo com as salas inativas, devido os computadores estarem obsoletos.

Temos hoje em dia roteadores com biformes com access point espalhado dentro da escola. O aluno em sala de aula não tem acesso ao *wi-fi*, o professor sim. Em algum momento é o professor ainda até questiona comigo, de **levar o aluno até a sala de informática**, mesmo ela não estando sendo usada para curso, mas tem um joguinho educativo para falar sobre isso, mas aquela funcionalidade do *wi-fi* dentro da sala de aula para interação dos alunos em tempo de aula ainda não (TI₁ – grifos próprios).

E na Classe 3, destacaram-se os municípios de Teófilo Otoni, Januária e Campina Verde. Esta classe abordou sobre as limitações no uso das TICs na educação. Em relação às limitações, os entrevistados apontam sobre as dificuldades das escolas do campo (GODOY; SANSSANOVIEZ; PEZARICO, 2020). Segundo o entrevistado G₈, “nas escolas do campo,

somente algumas têm [internet], mas o sinal já não é tão bom, devido a região ser montanhosa, o que dificulta bastante a transmissão”. O entrevistado S₂ explica sobre as dificuldades na zona rural no uso das TICs e sobre o desafio durante a pandemia.

Eu vou dar um exemplo, uma situação que eu cheguei aqui foi [...] no meio da pandemia. [...] onde o estudo ele estava sendo remoto. Em algumas situações, nós aqui na zona urbana, nós observamos que o professor ele ministrava as aulas via celular [...]. **E a gente ficava imaginando mais ou menos, se na zona urbana estava difícil de concluir o ano letivo, imagina na zona rural, sem conexão nenhuma**, sem comunicação. Porque o que acontece, muitos dos alunos, principalmente da zona rural, eles moram distantes também da escola (S₂ – grifos próprios).

Em relação à Análise de Similitude, assim como na Nuvem de Palavras, identificou-se uma conexão com 4 nós, contendo as palavras "professor", "escola", "aluno" e "tecnologia". Esta técnica permite a visualização gráfica da similaridade das palavras (CAMARGO; JUSTO, 2013). A Análise de Similitude das entrevistas realizadas pode ser visualizada na Figura 36.

Ao redor da palavra “escola”, se encontram palavras como “computador”, “informática”, “investimento” e “infraestrutura”, que representam as condições tecnológicas presentes nas escolas públicas municipais. Tais elementos combinados contribuem para a criação de um ambiente educacional mais dinâmico, inclusivo e alinhado com as demandas da sociedade atual (SCHUHMACHER; ALVES FILHO; SCHUHMACHER, 2017).

Em relação ao nó da palavra “aluno”, encontram-se em seu entorno as palavras “rural”, “ensino”, “realidade”, que correspondem à realidade de alguns alunos com dificuldade em utilizar as TICs devido à moradia na zona rural. Essa limitação tecnológica pode criar uma disparidade digital, tornando mais desafiador para esses alunos aproveitarem os recursos educacionais baseados em tecnologia disponíveis em outras áreas (GONÇALVES et al., 2019).

Entorno da palavra “professor”, talvez o ator mais importante para o uso das TICs na educação desta rede, é possível visualizar palavras como “habilidades”, “formação” e “capacitação”, que indicam as dificuldades por parte de alguns docentes em utilizar as TICs por falta de habilidades, exigindo capacitação para o aprimoramento dessas competências tecnológicas (FIALHO; NEVES, 2022).

4.4.8 Discussão dos resultados das entrevistas

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que, independentemente da localização geográfica, os atores da educação entrevistados apresentaram algumas limitações para a utilização das TICs no processo de ensino e aprendizagem. Obstáculos esses apresentados a partir de um conjunto de percepções dos entrevistados, o que não se permite generalizar para o restante do estado. Todavia, nota-se que tais limitações começam a ficar frequentes nas falas de diferentes entrevistados durante as entrevistas. E essa frequência é ainda maior quando os municípios possuem características semelhantes.

Quando os municípios são de regiões mais carentes, como Vale do Mucuri, Vale do Jequitinhonha e Norte de Minas, percebeu-se na fala dos entrevistados que, apesar dos gestores buscarem realizar uma gestão eficiente, as dificuldades apresentadas pelos entrevistados possuem graus de dificuldades mais complexos, se comparados aos outros municípios da pesquisa. Os estudos de Costa et al. (2012) e Gonçalves et al. (2019), explicam que o estado de Minas Gerais possui diferentes níveis socioeconômicos entre as mesorregiões, apresentando diferentes necessidades e políticas públicas.

Além da regionalidade, constatou-se durante as entrevistas que quando se trata de municípios menores, até 20 mil habitantes, as dificuldades em utilizar as TICs também são relevantes. Primeiro, devido ao fato do uso das TICs ser algo consideravelmente recente. Mais precisamente, a tecnologia começou a avançar com maior rapidez após a pandemia do Covid-19. Fialho e Neves (2022) apontam a necessidade de superação do cenário educacional durante a pandemia como um fator importante para o avanço da tecnologia.

Além disso, tem a questão de os municípios terem outras preocupações que, por muitas vezes, os gestores julgam serem mais urgentes do que o acesso à tecnologia, como por exemplo, o transporte, a merenda escolar, a infraestrutura predial da escola. Apesar de haver orçamento específico para a merenda, por exemplo, alguns gestores revelaram que é necessário a complementação financeira deste item. Segundo Salomão, Nascimento e Gomes (2021), a merenda escolar é fundamental para a garantia de alimentação saudável, principalmente em regiões mais pobres.

Outro fator importante constatado nas entrevistas é a questão da extensão territorial dos municípios. Em municípios com extensões de terras maiores, como Carlos Chagas e Januária, o acesso ao ensino se torna complexo. Em muitos casos, o transporte escolar por ônibus não é possível, sendo necessário a intervenção de veículos menores, devido ao difícil acesso às estradas.

Além disso, as distâncias também contribuem para que as dificuldades de acesso também sejam agravadas. Em alguns casos, as residências chegam a 150 quilômetros de distância da sede do município. A extensão territorial pode agravar as disparidades socioeconômicas, resultando no deslocamento das pessoas dessas localidades em direção a regiões mais desenvolvidas. Conforme apontado por Williamson (1965), essa migração acaba contribuindo para o aumento da desigualdade.

Em grandes centros urbanos também possuem diversas limitações, porém com características distintas dos municípios menores. Na capital mineira, os entrevistados constataram que recurso financeiro não é o problema. No entanto, a gestão deste recurso, segundo os entrevistados, poderia ter sido realizada de forma mais eficiente. Um exemplo é a compra de computadores do modelo *Chromebook*, que possui um sistema operacional diferente dos sistemas mais usuais, o que dificulta operacionalidade por parte dos usuários. Além disso, os entrevistados abordaram que o dispositivo possui algumas limitações de instalação e uso de *softwares*, e que seu funcionamento depende de internet, o que limita seu uso para algumas atividades escolares. Os resultados de Brandalise (2019) também indicam falha em investimentos em dispositivos eletrônicos que, segundo os entrevistados, não funcionaram.

Outro ponto discutido nas entrevistas do município de Belo Horizonte, é o problema com extravio de chips dos *tablets*. O município disponibilizou o equipamento para que o aluno possa utilizá-lo, o que aumenta o acesso dos alunos às TICs, todavia, esta ação criou outro problema que é a não devolução do chip do dispositivo, fazendo com que as escolas tenham que repensar em outras estratégias para uso desta tecnologia. Uma das ações para evitar esse tipo de problema é a instalação de internet *wi-fi* nas escolas, fazendo com que os *tablets* não precisassem mais do chip para acesso à internet.

A questão sobre o conjunto de habilidades dos docentes em utilizar as TICs para aplicar atividades escolares foi algo quase unânime entre os entrevistados, que apontaram como a principal limitação para o uso de tecnologias na educação. Apesar da percepção dos entrevistados de que muitos docentes estarem se acostumando ao uso dessas tecnologias, ainda é um obstáculo importante para que as TICs sejam de fato uma ferramenta efetiva para o aprimoramento das capacidades cognitivas dos alunos, contribuindo assim para a construção do conhecimento. Os estudos de Llamas-Salguero, Gómez (2018) e Rojo-Ramos et al. (2020) destacam sobre a importância da capacitação do docente para o uso das TICs na educação.

Os entrevistados apresentaram uma percepção de que quando o docente é mais jovem, ele possui mais habilidades para oferecer atividades escolares com base nas TICs. Além disso,

segundo a percepção dos entrevistados, o fator idade também é fundamental para a disposição em utilizar tais tecnologias. Isso porque as habilidades tecnológicas se trata de um conhecimento, muito das vezes, adquirido na fase de vida adulta, enquanto o público mais jovem já possui interação com tais tecnologias desde a infância, permitindo que haja maior familiaridade com as TICs.

Tais limitações pareceram ficar mais evidentes para os entrevistados no período da pandemia do Covid-19, em que o processo educacional teve de passar adaptações baseadas nas TICs. No início do período de ensino remoto, os gestores educacionais perceberam que era necessário aprimorar a conectividade em alguns pontos mais isolados dos municípios, como, por exemplo, na zona rural.

Neste mesmo período, foi perceptível a dificuldade por parte de muitos docentes em manusear a tecnologia. Em alguns casos, o docente não tinha equipamentos e infraestrutura suficiente para a utilização das TICs em sua residência, como internet, computador ou *tablet*. Lembrando que os professores tiveram que dar aula em sua própria casa. Para Fialho e Neves (2022), é fundamental que haja medidas urgentes e efetivas para a superação dos problemas na educação causados pela pandemia.

Com a pandemia, os governantes viram a necessidade em investir em infraestrutura tecnológica e em fornecer capacitação para professores. Destaca-se a indisposição em aprimorar e utilizar as TICs por parte de alguns docentes, gerando uma resistência do docente.

Em contrapartida, os alunos apresentaram certa familiaridade com a tecnologia, devido ao uso constante ao longo de sua vida, facilitando a adaptação da utilização das ferramentas. Para Rind et al. (2022), o uso das tecnologias permite que o aluno tenha resultados positivos na escola. Todavia, nota-se uma preocupação dos educadores em manter um controle sobre os alunos relacionado ao uso das TICs, para evitar que não haja uso indevido da tecnologia.

Diante do contexto apresentado nestes resultados, pode-se dizer que, apesar do avanço em relação ao uso das TICs na educação para a produção de conhecimento, ainda existe a necessidade da implementação de políticas públicas efetivas, para que as TICs possam contribuir ainda mais para o desempenho e qualidade educacional.

5 CONCLUSÕES

As TICs têm um papel cada vez mais importante no processo de ensino e aprendizagem, despertando o interesse de pesquisadores em todo o mundo. A literatura nacional e a internacional demonstram um crescente foco na capacitação de professores em relação ao uso das TICs na educação, a fim de melhorar a qualidade do ensino e preparar os alunos para acessar novas tecnologias. Este estudo se difere das demais pesquisas analisadas por abordar a questão da infraestrutura focalizando a sua relevância para a educação.

Além de apresentar uma abordagem da capacitação dos professores para as TICs, este estudo se destaca em pesquisar sobre diferentes limitações do uso das TICs na educação, reconhecendo a importância do investimento em infraestrutura visando atender às atividades escolares.

Além disso, os resultados desta pesquisa indicaram que as TICs podem influenciar positivamente os resultados do IDEB, principalmente quando utilizadas de maneira eficiente e com objetivos claros. Isso se dá por meio da melhoria do processo de ensino e da motivação dos alunos, além de possibilitar uma aprendizagem mais significativa.

Contudo, ainda existem desafios a serem enfrentados, especialmente em regiões com infraestrutura insuficiente e baixo desenvolvimento, que possuem menor capacidade de utilizar as TICs na educação. Políticas públicas voltadas para a capacitação de professores e melhoria da infraestrutura são fundamentais para a promoção da inclusão digital e educacional, e potencializando a redução das desigualdades regionais.

A infraestrutura das TICs abrange componentes como conectividade de internet de qualidade, disponibilidade de dispositivos e equipamentos eletrônicos apropriados, como computadores, *tablets* ou *smartphones*, e recursos digitais pertinentes, como aplicativos educacionais e plataformas de online. A ausência de uma infraestrutura adequada pode comprometer a eficácia das TICs nas atividades educacionais, dificultando o acesso dos estudantes às ferramentas digitais e restringindo as oportunidades de inovação no ensino.

Nesse sentido, é importante destacar que a capacitação dos professores é um fator crucial para a efetiva utilização das TICs na educação. A formação continuada, o desenvolvimento de habilidades e competências, além do incentivo à criatividade e inovação são elementos fundamentais para que os professores possam explorar todo o potencial das TICs na sala de aula.

Além disso, é fundamental que os gestores busquem designar pessoas com conhecimento técnico suficiente para comprar os dispositivos adequados para uso nas escolas.

O investimento realizado em equipamentos inadequados pode gerar na desmotivação de alguns profissionais em utilizar a tecnologia em suas atividades.

É fundamental que as autoridades governamentais demonstrem interesse em elaborar e implementar políticas públicas voltadas para a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no contexto educacional. Os resultados desta pesquisa indicam que tais ações devem levar em consideração as distintas realidades locais. Enquanto certos municípios enfrentam desafios de ordem urbana, outros se deparam com obstáculos específicos das áreas rurais.

Por fim, conclui-se que o uso das TICs na educação apresenta um grande potencial para a melhoria da qualidade do ensino e para a promoção da inclusão digital e educacional. No entanto, é necessário que haja investimento em infraestrutura e capacitação de professores, a fim de que as TICs possam ser utilizadas de maneira eficiente e com objetivos claros. Deste modo, será possível construir um ambiente educacional eficiente e tecnologicamente avançado, capaz de preparar os alunos para o mundo cada vez mais tecnológico.

Para estudos futuros, pretende-se realizar uma avaliação do uso das TICs no âmbito da educação básica, com foco em um contexto local utilizando a inteligência geográfica. Desse modo, será possível estudar de forma minuciosa uma região específica, explorando indicadores escolares ao invés da média dos indicadores municipais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. B.; LIMA, L. L. Capacidade estatal: definições, dimensões e mensuração. **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais - BIB**, São Paulo, n. 89, p. 1-28, 2019.
- AMIN, S. N. U. **ICT Integration in Education: A Smart Concept of Teaching and Learning**. Dwarka, Índia: Educreation Publishing, 2018.
- ANATEL. Agência Nacional de Telecomunicações, 2020. Disponível em: <www.anatel.gov.br>. Acesso em: 19 nov. 2020.
- ARRUDA, E. P. Educação Remota Emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. **EmRede - Revista De Educação a Distância**, v. 7, n. 1, p. 257-275, 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS, A. R. **Desigualdades regionais no Brasil: natureza, causas, origens e solução**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BECKER, G. **Human Capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education**. 3. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
- BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. O Computador no Ensino de Química: Impressões versus Realidade. Em Foco as Escolas Públicas da Baixada Fluminense. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 320-339, jul.-dez. 2008.
- BESLEY, T.; PERSSON, T. The origins of state capacity: Property rights, taxation, and politics. **American Economic Review**, v. 99, n. 4, p. 1218-1244, set. 2009.
- BOURDIEU, P. Le capital social - notes provisoires. **Actes de la recherche en sciences sociales**, Paris, v. 31, p. 2-3, jan. 1980.
- BRANDALISE, M. Â. T. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NAS ESCOLAS PÚBLICAS PARANAENSES: AVALIAÇÃO DE UMA POLÍTICA EDUCACIONAL EM AÇÃO. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 35, 2019.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.
- BRASIL. Portaria nº 544, de 16 de junho de 2020. **Ministério de Estado da Saúde**, Brasília, 2020. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-544-de-16-de-junho-de-2020-261924872>>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- CALADO, R.; SATOLO, E. G. **Cases on Lean Thinking Applications in Unconventional Systems**. Pennsylvania: Global, IGI, 2022.
- CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 2, p. 513-518, dez. 2013.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using Stata**. Ann Arbor: Stata Press, 2009. 692 p.

CHAQUIME, L. P.; MILL, D. Dilemas da docência na educação a distância: um estudo sobre o desenvolvimento profissional na perspectiva dos tutores da Rede e-Tec Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 97, n. 245, p. 117-130, 2016.

CINGOLANI, L. The State of State Capacity: a review of concepts, evidence and measures. **UNU-MERIT Working Papers**, n. 31, p. 1-52, out. 2013.

COSTA, C. C. M. et al. Disparidades inter-regionais e características dos municípios do estado de Minas Gerais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 10, n. 20, p. 52-88, 2012. Disponível em: <www.spell.org.br/documentos/download/8202>. Acesso em: 10 jun. 2017.

COSTA-HÜBES, T. C. Formação continuada para professores da educação básica nos anos iniciais: ações voltadas para municípios com baixo Ideb. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 94, n. 237, p. 501-523, maio/ago. 2013.

COUTO, E. S.; COUTO, E. S.; CRUZ, I. M. P. #Fiqueemcasa: educação na pandemia da Covid-19. **Educação**, v. 8, n. 3, p. 200-217, 2020.

CRESSIE, N. A. C. **Statistics for spatial data revised edition**. New York: Wiley, 2015.

DALLABRIDA, V. R. **Teorias do desenvolvimento**: aproximações teóricas que tentam explicar as possibilidades e desafios quanto ao desenvolvimento de lugares, regiões, territórios ou países. Curitiba: CRV, 2017.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. Estudo realizado pela Sede revela que Minas Gerais tem quase 890 startups. **Diário do Comércio**, 2020. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/inovacao/estudo-realizado-pela-sede-revela-que-minas-gerais-tem-quase-890-startups/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

DINIZ, C. C. Repensando a questão regional brasileira: tendências, desafios e caminhos. In: CASTRO, A. C. (Org.). **Desenvolvimento em debate**. Rio de Janeiro: Mauad: BNDES, v. 3, 2002. p. 239-274.

DOMAR, E. D. Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. **The Economic Journal**, v. 14, n. 2, p. 137-147, abr. 1946.

DORUP, J. Experience and attitudes towards information technology among firstyear medical students in Denmark: Longitudinal questionnaire survey. **Journal of Medical Internet Research**, v. 6, n. 1, 2004.

DUARTE, M.; REZENDE, F. Tecnologias da informação e comunicação e qualidade da educação na perspectiva de uma professora de Ciências. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 263-281, set./dez. 2011.

DYE, T. R. **Understanding public policy**. 14. ed. Estados Unidos da América: Pearson Education, 2013.

EDWARDS, R.; HOLLAND, J. **What is qualitative interviewing?** London: Bloomsbury, 2013.

EVANS, P. **Embedded Autonomy**: States and Industrial Transformation. Nova Jersey: Princeton University Press, 1995.

FÁVERO, L. P. **Modelos de Regressão com EXCEL®, STATA® e SPSS®**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FERREIRA, C. B.; MARTINS, F. A. S.; AFONSO, M. L. M. O whatsapp na escola: desafios do uso de tics na educação. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, dez. 2019.

FIAES, C. S. et al. Psicologia escolar na pandemia por covid-19: explorando possibilidades. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 25, 2021.

FIALHO, L. M. F.; NEVES, V. N. S. Professores em meio ao ensino remoto emergencial: repercussões do isolamento social na educação formal. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 48, 2022.

FIALHO, S. H.; SCALDAFERRI, V. A. Fatores Organizacionais e de Gestão Influentes no Desempenho Pedagógico das Escolas Públicas Municipais de Salvador. **Enanpad**, Curitiba, 2018.

FINBRA. Ministério da Fazenda. **Tesouro Nacional**, 2019. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt_PT/contas-anuais>. Acesso em: 28 jan. 2019.

FIRJAN. IFDM: Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal. **Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro**, 2018. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/ifdm/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

FRANCISCO, D. J.; TOÉ, M. C. D.; ALBERTI, T. F. Processo de implementação de ambientes informatizados e a prática docente. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 6, n. 2, p. 177-184, 2002.

FRANKY, A. P.; CHIAPPE, A. ICT and home-educating families: a qualitative multiple case study. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 101, p. 1324-1346, out./nov. 2018.

FUKUYAMA, F. What is Governance? **Governance**, v. 26, n. 3, p. 347-368, mar. 2013.

GALPERIN, H.; VIECENS, M. F. Connected for Development? Theory and evidence about the impact of Internet technologies on poverty alleviation. **Development Policy Review**, v. 35, n. 3, p. 315-336, maio 2017.

GATES, M. **Machine Learning for Beginners**. [S.l.]: Auva Press, 2017.

GIROTTI, E. D. Pode a política pública mentir? A base nacional comum curricular e a disputa da qualidade educacional. **Educação e Sociedade**, v. 40, 2019.

GODOY, W. I.; SANSSANOVIEZ, A.; PEZARICO, G. Limites e possibilidades do uso das TICs pela agricultura familiar na região Sul do Brasil. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. Ed. Especial 2, p. 2086-2104, 2020.

GOMIDE, A. Á.; PEREIRA, A. K.; MACHADO, R. Apresentação - O conceito de capacidade estatal e a pesquisa científica. **Sociedade e Cultura**, Goiânia, v. 20, n. 1, p. 3-12, jan./jun. 2017.

GONÇALVES, M. E. et al. DESIGUALDADES NA INFRAESTRUTURA ESCOLAR E QUALIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL DAS MESORREGIÕES DE MINAS GERAIS. **Economia e Políticas Públicas**, v. 7, n. 1, p. 29-49, 2019.

GUEST, G.; BUNCE, A.; JOHNSON, L. How Many Interviews Are Enough?: An Experiment with Data Saturation and Variability. **Field Methods**, v. 18, n. 1, p. 59-82, 2006.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

HAIR JR., J. F. et al. **Análise Multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HANUSHEK, E. A. The economic value of higher teacher quality. **Economics of Education Review**, v. 30, p. 466-479, 2011.

HANUSHEK, E. A. Economic growth in developing countries: The role of human capital. **Economics of Education Review**, v. 37, p. 204-212, dez. 2013.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. Do Better Schools Lead to More Growth? Cognitive Skills, Economic Outcomes, and Causation. **NBER Working Paper**, Cambridge, n. 14633, p. 267-321, jan. 2009.

HARROD, S. R. F. An Essay in Dynamic Theory. **The Economic Journal**, v. 49, n. 193, p. 14-33, mar. 1939.

HERNÁNDEZ, R. M. et al. Tecnología de Información y Comunicación (TIC) y su práctica en la evaluación educativa. **PROPÓSITOS Y REPRESENTACIONES**, v. 7, n. 2, p. 1-5, Maio/Ago. 2019.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**, 2023. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 9 set. 2023.

IMRS. Índice Mineiro de Responsabilidade Social. **Fundação João Pinheiro**, 2019. Disponível em: <<https://imrs.fjp.mg.gov.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

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

JESUS, L. H. C. et al. Eficiência dos Gastos Públicos na Educação Básica dos Municípios Fluminenses. **XIX USP International Conference in Accounting**, São Paulo, jul. 2019.

KOENKER, R. **Quantile Regression**. New York: Cambridge, 2005.

KRIGE, D. G.; DOHM, C. E. The role of massive grade data bases in geostatistical applications in South African gold mines. In: DIMITRAKOPOULOS, R. **Geostatistics for the next century**. Montreal: McGill University, 1993. p. 46 - 54.

LEONEL, A. A. et al. A formação de professores na perspectiva da mídia educação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 9, n. 1, p. 3-14, jan./abr. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v9i1.1650>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

LIMA, A. F. R.; LIMA, H. K. B.; SACHSIDA, A. **AVALIANDO O IMPACTO DO PROGRAMA BANDA LARGA NAS ESCOLAS SOBRE A QUALIDADE EDUCACIONAL**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2018.

LLAMAS-SALGUERO, F.; GÓMEZ, E. M. Formación inicial de docentes en educación básica para la generación de conocimiento con las Tecnologías de la Información y la Comunicación. **Revista Complutense de Educación**, v. 29, n. 2, p. 577-593, 2018.

MANTILLA, C.; DIAZ, A.; FLORES, C. Information and communication technology leadership and its practical applications in schools. **Telematique**, v. 18, n. 2, p. 14-22, 2019.

MELLO, L. R.; BERTAGNA, R. H. Apontamentos iniciais sobre qualidade educacional: resultados do IDEB e fatores socioeconômicos. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 11, n. 3, p. 1132-1148, 2016.

MENDES, W. A. et al. Implicações dos Recursos Financeiros e do Federalismo na Qualidade Educacional dos Municípios Brasileiros. **ENFOQUE: Reflexão Contábil**, v. 41, n. 2, p. 107-122, maio/ago. 2022.

MIDGAL, J. S. **Strong Societies and Weak States: State Society Relations and State Capabilities in the-Third-World**. Princeton: Princeton University Press, 1988.

MINCER, J. **Schooling, Experience, and Earnings**. New York: Colombia University Press, 1974.

MYRDAL, G. **Economic Theory and Underdeveloped Region**. Londres: Methuen, 1963.

NASCIMENTO, R. L. S.; CRUZ JUNIOR, G. G.; FAGUNDES, R. A. A. Mineração de Dados Educacionais: Um Estudo Sobre Indicadores da Educação em Bases de Dados do INEP. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, jul. 2018.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2019**. 1. ed. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2020.

OBARA, A. et al. Environmental education in the Upper Paraná River floodplain, municipality of Porto Rico (Paraná State), Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 627-635, jun. 2009.

OLIVEIRA, P. C.; CUNHA, C. J. C. A.; NAKAYAMA, M. K. Learning Management Systems (Lms) and e-learning management: an integrative review and research agenda. **Journal of Information Systems and Technology Management**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 157-180, maio/ago. 2016.

PACHECO, T. A.; MIRANDA, P. R. D. Os desafios e as possibilidades de trabalho com as TIC no ensino da Matemática em escolas públicas da Zona da Mata Mineira. **Revista Eletrônica da Matemática**, Bento Gonçalves, v. 4, n. 1, p. 14-26, agosto 2018.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementariedade do SPSS**. 5. ed. Lisboa: Sílabo, 2008.

PETERS, B. G. Information of Governing: a cybernetic model of governance. In: LEVI-FAUR, D. **The Oxford Handbook of Governance**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2012. p. 113-128.

REZAEI, M. R.; NAZARPOUR, M.; EMAMI, A. Challenges of information and communication technology (ICT) in education. **Life Science Journal**, v. 8, n. 2, 2011.

RIND, A. A. et al. How integration of information and communication technologies impact academic achievement? An empirical study on Sindh education foundation. **Journal of Applied Research in Higher Education**, v. 14, n. 4, p. 1761-1772, dez. 2022.

RIOS, É. S. **O efeito da borda na Geoestatística**. 2018. 52 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2018.

RODRIGUES, N. C. Tecnologias de informação e comunicação na educação: um desafio na prática docente. **Fórum Lingüístico**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 1-22, jan./jun. 2009.

ROJO-RAMOS, J. et al. Study of the Digital Teaching Competence of Physical Education Teachers in Primary Schools in One Region of Spain. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 23, 2020.

RUDHUMBU, N. Antecedents of university lecturers' intentions to adopt information and communication technology in Zimbabwe. **Education and Information Technologies**, v. 25, p. 5117-5132, 2020.

RUESCHEMEYER, D.; EVANS, P. The state and economic transformation: Toward an analysis of the conditions underlying effective intervention. In: EVANS, P. B.; RUESCHEMAYER, D.; SKOCPOL, T. **Bringing the State Back in**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

SALOMÃO, I. P.; NASCIMENTO, J. E. P.; GOMES, M. L. M. A importância da agricultura familiar para a distribuição de alimentos destinados à merenda escolar. **7º Congresso Tecnológico da Fatec Mococa**, out. 2021.

SAMPAIO, P. A. S. R.; COUTINHO, C. P. Quadros interativos na educação: uma avaliação a partir das pesquisas da área. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 741-756, jul./et. 2013.

SAMUSSNE, L. B. et al. Fatores condicionantes para a tendência de uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) no ensino superior em Moçambique. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. 1-23, 2021.

SÁNCHEZ-CRUZ, E.; MASINIRE, A.; LÓPEZ, E. V. The impact of COVID-19 on education provision to indigenous people in Mexico. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 55, p. 151 - 164, jan./fev. 2021.

SARMENTO, T. S.; VILLAROUÇO, V.; GOMES, A. S. Arranjos espaciais e especificações técnicas para ambientes de aprendizagem adequados a práticas educacionais com blended learning. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 365-390, jan./mar. 2020.

SÁTYRO, N.; SOARES, S. **A Infra-estrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental**: um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2007.

SCHUHMACHER, V. R. N.; ALVES FILHO, J. P.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 563-576, Jul-Set 2017.

SCHULTZ, T. W. Investment in human capital. **The American Economic Review**, v. 51, n. 1, p. 1-17, mar. 1961.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Nova Cultural Ltda., 1997.

SEN, A. K. **Inequality Reexamined**. Cambridge: Harvard University Press, 1995.

SEN, A. K. **Development as Freedom**. New York: Anchor Books, 2011.

SILVA, Â. C. Educação e tecnologia: entre o discurso e a prática. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 72, p. 527-554, set. 2011.

SILVA, J. B.; BILESSIMO, S. M. S.; MACHADO, L. R. Integração de tecnologia na educação: proposta de modelo para capacitação docente inspirada no TPACK. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 37, 2021.

SILVA, L. F.; RUSSO, R. F. S. M. Aplicação de entrevistas em pesquisa qualitativa. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 10, n. 1, p. 1-6, jan./abr. 2019.

SKOCPOL, T. **States and Social Revolutions: a Comparative Analysis of France, Russia and China**. New York: Cambridge University Press, 1979.

SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, fev. 1956.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, jan./mar. 2010.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento Econômico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2012.

TILLY, C. **The Formation of National States in Western Europe**. Princeton: Princeton University Press, 1975.

TODARO, M. P.; SMITH, S. C. **Economic Development**. 11. ed. New York: Addison-Wesley, 2012.

TOLNAIOVÁ, S. G. On perspectives of teacher training and understanding of their digital competencies as determinants of digital education. **Media Literacy and Academic Research**, v. 4, n. 1, p. 118-133, abr. 2021.

VALASIDOU, A.; BOUSIOU-MAKRIDOU, D. The Impact Of ICT's In Education: The Case Of University Of Macedonia Students. **Journal of Business Case Studies**, v. 4, n. 3, p. 29-34, mar 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.19030/jbcs.v4i3.4765>>. Acesso em: 10 jun 2020.

VILARINHO-PEREIRA, D. R.; FLEITH, D. D. S. Creative use of information and communication technologies according to university professors and students. **EDUCATIONAL PSYCHOLOGY**, Campinas, v. 38, p. 1-12, 2021.

WHITTEMORE, R.; KNAF, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WILLIAMSON, J. G. Regional Inequality and the Process of National Development: A Description of the Patterns. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 13, n. 4, parte II, p. 1-84, jul. 1965. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1152097?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 25 jul. 2018.

WU, X.; RAMESH, M.; HOWLETT, M. Policy capacity: A conceptual framework for understanding policy competences and capabilities. **Policy and Society**, v. 34, n. 3-4, p. 165-171, nov. 2015.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

ZHANG, J. A cultural look at information and communication technologies in Eastern education. **Educational Technology Research and Development**, v. 55, p. 301-314, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro de entrevista

ENTREVISTADOS: Secretários e gestores da secretaria municipal de educação, diretores e professores de escolas públicas municipais de ensino fundamental (6º ao 9º ano).

ASPECTOS GERAIS

Qual sua idade?

Qual é o seu cargo?

Há quanto tempo ocupa o cargo atual?

Qual é o seu nível de escolaridade?

Você tem alguma especialização? Qual?

INFRAESTRUTURA

Existe laboratório de informática na escola?

Caso exista laboratório de informática, ele é utilizado? Se não, por que?

Na sua opinião, a escola possui computadores suficientes para a demanda dos alunos? Explique.

Na sua opinião, a escola possui internet de qualidade, que permite atividades relacionadas à aprendizagem?

Os alunos possuem acesso à internet na escola? Como é esse acesso?

Na sua opinião, o município é capaz de fornecer infraestrutura adequada (internet, telefonia, energia elétrica, etc.) capaz de favorecer o uso das TICs na educação?

Quais são as condições e disponibilidade dos equipamentos? (Idade, manutenção, tempo de uso).

Quais são as condições dos espaços físicos? (Tamanho, conforto, higiene).

Quais equipamentos de TICs mais utilizados pelos professores e alunos (computador, celular, *tablet*).

COMPETÊNCIAS

Você sabe o que são Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)?

Você gosta de utilizar as TICs?

Você tem acesso à internet em casa? Qual tipo?

Você possui familiaridade com computadores, sistemas de informática, internet e celulares?

Você possui algum curso de informática? Qual?

Os professores participam de algum tipo de treinamento e desenvolvimento voltados para TICs?

Se sim, com qual periodicidade?

Qual sua percepção em relação à capacidade/habilidade dos professores no uso das TICs?

Qual sua percepção em relação à capacidade/habilidade dos alunos no uso das TICs?

Os alunos acessam as salas de informática da escola com frequência?

RECURSOS FINANCEIROS

Os recursos financeiros para a educação são suficientes para as atividades escolares por meio das TICs?

Como é feita a gestão dos recursos? Quem é o principal responsável?

Há alguma influência política importante deste município ou de municípios vizinhos (i.e., deputado) no repasse de recursos para a área da educação? Se sim, ele contribuiu com algum tipo de transferência voluntária (emendas parlamentares)? Qual(is)?

Como os recursos financeiros destinados para a educação estão sendo aplicados no município?

Quais são as prioridades?

LINGUAGEM

A linguagem utilizada nas TICs (idioma, linguagem computacional) é de fácil compreensão para todos?

O idioma estrangeiro, comum no âmbito das TICs, influencia na sua utilização para a educação?

POLÍTICAS PÚBLICAS

Existe alguma política pública de TICs na educação em vigor no município? Qual?

Existe autonomia por parte dos implementadores (professores)? Explique.

Na sua opinião, o Estado é responsável por alguma dificuldade de utilização das TICs na educação? Explique.

Na sua opinião, qual é o maior dificultador para a utilização das TICs: Estado, professor ou aluno?

DISPOSIÇÃO

Você gosta de utilizar novas tecnologias?

Como você reage às mudanças tecnológicas?

Qual sua opinião a utilização das TICs na educação?

Quais consequências (positivas e negativas) você acha que as TICs podem causar no aprendizado dos alunos?

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “EDUCAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E TECNOLOGIA: ONDE PRECISAMOS CHEGAR PARA AVANÇAR?”. Nesta pesquisa pretendemos avaliar o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação, de forma a compreender o desempenho do ensino fundamental público dos municípios mineiros, por meio de análise quantitativa e qualitativa. O motivo que nos leva a estudar se deve ao fato da importância de compreender sobre o uso de tecnologias com o intuito de melhorar o desempenho na educação. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Inicialmente, será feito um estudo para saber quais fatores devem ser considerados na implementação de TICs na educação e como esses fatores influenciam a adoção das TICs, sendo utilizado o método Revisão Integrativa. Em seguida, será feita uma avaliação dos efeitos das TICs sobre o desempenho educacional do ensino público fundamental dos municípios de Minas Gerais, utilizando a técnica de Regressão Quantílica. Depois, será realizada a identificação de áreas potenciais para a implementação de políticas públicas voltada para as TICs na educação, utilizando o método de Geoestatística. Por fim serão realizadas entrevistas com atores envolvidos com a educação, descrevendo suas percepções ao uso das TICs. Os dados coletados pelas entrevistas serão analisados por meio do método de Análise de Conteúdo.

A participação do(a) Sr.(a) contribuirá para o conhecimento relacionado ao uso das TICs na educação, buscando compreender sua percepção diante essa prática. Para tal, o tempo da entrevista está previsto de 40 a 60 minutos. O áudio da entrevista será gravado mediante a autorização do entrevistado. A entrevista será realizada em um local reservado, de preferência do entrevistado.

Quanto aos possíveis riscos, os sujeitos pesquisados podem se sentir constrangidos, desconfortáveis ou cansados durante a entrevista. Para minimizar ou eliminar os riscos, serão tomados alguns cuidados buscando passar segurança aos entrevistados por meio de esclarecimento do objetivo do estudo e o motivo da escolha do entrevistado, preservando o sigilo das informações. A pesquisa tem o objetivo de trazer benefícios tanto para o bem-estar da sociedade, como para os funcionários da educação e alunos, uma vez que a melhoria da qualidade da educação atinge a todos.

Para participar deste estudo o Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos, identificados e comprovados, decorrentes da pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr.(a) tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr.(a) é atendido(a) pelo

pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Em qualquer momento, você poderá fazer perguntas sobre o estudo ou esclarecer dúvidas. Você poderá entrar em contato com Suely de Fátima Ramos Silveira ou Wanderson de Almeida Mendes.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Departamento de Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Viçosa e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos.

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa “EDUCAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E TECNOLOGIA: ONDE PRECISAMOS CHEGAR PARA AVANÇAR?” de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Confirmando que me foi explicado o objetivo deste estudo, os procedimentos aos quais serei submetido, os riscos e os benefícios potenciais que eu possa experimentar, e os possíveis destinos dos resultados que serão obtidos neste estudo. As perguntas que foram feitas foram satisfatoriamente respondidas, li e compreendi este termo de consentimento. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar e autorizo a gravação da entrevista. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Nome do Pesquisador Responsável: Suely de Fátima Ramos Silveira

Endereço:

Departamento de Administração e Contabilidade

Universidade

Federal

de

Viçosa

Av. Peter Henry Rolfs s/n – Campus Universitário – CEP: 36570 000 – Viçosa – MG

Telefone: (31) 3612-7005

E-mail: sramos@ufv.br

Identificação do pesquisador

Nome: Wanderson de Almeida Mendes

Endereço:

Departamento de Administração e Contabilidade
Universidade Federal de Viçosa
Av. Peter Henry Rolfs s/n – Campus Universitário – CEP: 36570 000 – Viçosa – MG
Telefone: (32) 99973-3989

E-mail: wanderson.mendes@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos Universidade Federal de Viçosa
Edifício Arthur Bernardes, piso inferior Av. PH Rolfs, s/n – Campus Universitário Cep: 36570-900 Viçosa/MG
Telefone: (31)3899-2492 E-mail: cep@ufv.br www.cep.ufv.br

Viçosa, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador