



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA APLICADA

INGRID LUANA ALMEIDA DA SILVA

SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA O PLANO
NACIONAL DA EDUCAÇÃO: UMA ABORDAGEM DE
LEARNING ANALYTICS ANALISANDO OS DADOS DO
ENEM

RECIFE – PE

2024

INGRID LUANA ALMEIDA DA SILVA

SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA O PLANO
NACIONAL DA EDUCAÇÃO: UMA ABORDAGEM DE
LEARNING ANALYTICS ANALISANDO OS DADOS DO
ENEM

Dissertação submetida à Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em Informática
Aplicada do Departamento de Estatística e
Informática da Universidade Federal Rural
de Pernambuco, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do grau de Mestre
em Informática Aplicada.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rafael Ferreira Leite de Mello

RECIFE – PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A524ms Silva, Ingrid Luana Almeida da
Suporte à Tomada de Decisão para o Plano Nacional da Educação: Uma abordagem de Learning Analytics analisando os dados do ENEM / Ingrid Luana Almeida da Silva. - 2024.
90 f. : il.

Orientador: Rafael Ferreira Leite de Mello.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2024.

1. Tomada de Decisão. 2. Learning Analytics. 3. Plano Nacional da Educação. 4. ENEM. I. Mello, Rafael Ferreira Leite de, orient. II. Título

CDD

Resumo

O Plano Nacional da Educação (PNE) estabelece um conjunto de metas educacionais a serem alcançadas durante sua vigência. A meta 3 do PNE está relacionada ao atendimento escolar da população de 15 a 17 anos. Ao longo dos anos, foram desenvolvidas diversas ferramentas para auxiliar gestores no monitoramento do cumprimento das metas do PNE. No entanto, poucas dessas ferramentas oferecem suporte efetivo à tomada de decisão após o diagnóstico da situação do município em relação ao cumprimento das metas. O ENEM é uma avaliação que busca avaliar o desempenho dos estudantes brasileiros ao final do Ensino Médio. Esse exame gera anualmente uma grande quantidade de dados socioeconômicos através de um questionário respondido pelos participantes no momento da inscrição. Neste contexto, esta pesquisa apresenta uma proposta de solução que busca apoiar os gestores educacionais dos municípios brasileiros na tomada de decisão em relação às metas educacionais estabelecidas pelo PNE. A proposta utiliza uma abordagem baseada em quartis para agrupar municípios de acordo com diferentes níveis de desempenho no cumprimento da meta 3. Em seguida, esses grupos de municípios são comparados com base nos dados socioeconômicos do questionário do ENEM, visando agregar informações úteis à elaboração de estratégias educacionais. Os resultados deste estudo indicam que fatores como tipo de escola, raça do estudante, escolaridade dos pais e renda familiar podem influenciar o acesso e o desempenho educacional dos alunos. Diante disto, conclui-se que a proposta de solução apresentada possui potencial para contribuir com a elaboração de estratégias voltadas ao alcance da meta 3 do PNE.

Palavras-chave: Tomada de Decisão. Learning Analytics. Plano Nacional da Educação. ENEM.

Abstract

The National Education Plan (PNE) sets a series of educational goals to be achieved within its validity. Goal 3 of this plan focuses on providing schooling for the population aged 15 to 17. Over the years, various tools have been developed to support managers in tracking the progress of PNE goals. However, few of these tools effectively support decision-making following the assessment of a municipality's progress toward goal achievement. The ENEM is an assessment that measures the performance of Brazilian high school students, generating extensive socioeconomic data each year through a questionnaire completed by participants during registration. In this context, this study proposes a solution designed to support Brazilian municipal education managers in decision-making related to the educational goals set by the PNE. The proposed solution uses a quartile-based approach to categorize municipalities into groups according to their performance in achieving Goal 3. It further proposes comparing these groups using ENEM socioeconomic data to generate insights for developing educational strategies at the municipal level. The study's results suggest that factors such as school type, race, parental education level, and family income can influence students' access to education and academic performance. Thus, the proposed solution has the potential to assist in formulating strategies to achieve Goal 3 of the PNE.

Keywords: Decision-making. Learning Analytics. National Education Plan. ENEM.

Lista de Figuras

Figura 1 – Etapas da Metodologia	25
Figura 2 – Separação dos grupos de municípios	31
Figura 3 – Tipo de Administração - Indicador A	36
Figura 4 – Tipo de Administração - Indicador B	37
Figura 5 – Tipo de Administração ao longo dos Anos - Indicador A	38
Figura 6 – Tipo de Administração ao longo dos Anos - Indicador B	39
Figura 7 – Tipo de Ensino - Indicador A	40
Figura 8 – Tipo de Ensino - Indicador B	41
Figura 9 – Tipo de Ensino ao longo dos Anos - Indicador A	42
Figura 10 – Tipo de Ensino ao longo dos Anos - Indicador B	43
Figura 11 – Tipo de Localização - Indicador A	44
Figura 12 – Tipo de Localização - Indicador B	44
Figura 13 – Tipo de Localização ao longo dos Anos - Indicador A	45
Figura 14 – Tipo de Localização ao longo dos Anos - Indicador B	46
Figura 15 – Situação da Escola - Indicador A	47
Figura 16 – Situação da Escola - Indicador B	47
Figura 17 – Situação da Escola ao longo dos Anos - Indicador A	48
Figura 18 – Situação da Escola ao longo dos Anos - Indicador B	49
Figura 19 – Raça - Indicador A	50
Figura 20 – Raça - Indicador B	50
Figura 21 – Raça ao longo dos Anos - Indicador A	51
Figura 22 – Raça ao longo dos Anos - Indicador B	52
Figura 23 – Escolaridade do Pai - Indicador A	53
Figura 24 – Escolaridade do Pai - Indicador B	54
Figura 25 – Escolaridade do Pai ao longo dos Anos - Indicador A	55
Figura 26 – Escolaridade do Pai ao longo dos Anos - Indicador B	56
Figura 27 – Escolaridade da Mãe - Indicador A	57
Figura 28 – Escolaridade da Mãe - Indicador B	58
Figura 29 – Escolaridade do Mãe ao longo dos Anos - Indicador A	59
Figura 30 – Escolaridade do Mãe ao longo dos Anos - Indicador B	60

Figura 31 – Renda Mensal - Indicador A	61
Figura 32 – Renda Mensal - Indicador B	62
Figura 33 – Renda Mensal ao longo dos Anos - Indicador A	63
Figura 34 – Renda Mensal ao longo dos Anos - Indicador B	64
Figura 35 – Acesso à Internet - Indicador A	65
Figura 36 – Acesso à Internet - Indicador B	65
Figura 37 – Acesso à Internet ao longo dos Anos - Indicador A	66
Figura 38 – Acesso à Internet ao longo dos Anos - Indicador B	67
Figura 39 – Acesso à Internet - Indicador A	68
Figura 40 – Qual a porcentagem de estudantes com acesso à internet nos municípios com os piores desempenhos?	68
Figura 41 – Qual a porcentagem de estudantes sem acesso à internet nos municípios com os melhores desempenhos?	69
Figura 42 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada ao acesso à internet dos municípios	70
Figura 43 – Tipo de Administração - Indicador B	70
Figura 44 – Qual o tipo de administração escolar com maior percentual entre os municípios com os piores desempenhos?	71
Figura 45 – Qual a porcentagem de escolas privadas dos municípios com os melhores desempenhos?	71
Figura 46 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada ao tipo de administração das escolas dos municípios	72
Figura 47 – Renda Mensal - Indicador A	73
Figura 48 – Qual a faixa de renda com maior percentual entre os municípios com os piores desempenhos?	73
Figura 49 – Qual a faixa de renda com maior percentual entre os municípios com os melhores desempenhos?	74
Figura 50 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada à renda mensal das famílias municípios	74
Figura 51 – Escolaridade da Mãe - Indicador A	75

Figura 52 – No ano de 2021, qual a porcentagem de mães com a escolaridade “Completo a Pós-graduação” nos municípios com os melhores desempenhos?	76
Figura 53 – Ao longo dos anos, o percentual de mães com a escolaridade “Completo a Pós-graduação” vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os melhores desempenhos?	77
Figura 54 – No ano de 2021, qual a porcentagem de mães com a escolaridade “Nunca Estudou” nos municípios com os piores desempenhos?	77
Figura 55 – Ao longo dos anos, o percentual de mães com a escolaridade “Nunca Estudou” vem crescendo ou decrescendo nos municípios os com piores desempenhos?	78
Figura 56 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada à escolaridade das mães dos estudantes dos municípios	78
Figura 57 – Raça - Indicador B	79
Figura 58 – No ano de 2020, qual a porcentagem de estudantes que se reconhecem como pardos nos municípios com os piores desempenhos?	80
Figura 59 – Ao longo dos anos, o percentual de estudantes que se reconhecem como pardos vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os piores desempenhos?	80
Figura 60 – No ano de 2020, qual a porcentagem de estudantes que se reconhecem como brancos nos municípios com os melhores desempenhos?	81
Figura 61 – No ano de 2020, qual a porcentagem de estudantes que se reconhecem como brancos nos municípios com os melhores desempenhos?	82
Figura 62 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada à raça dos estudantes dos municípios	82

Lista de tabelas

Tabela 1 – Informações coletadas do questionário socioeconômico do ENEM . . .	27
Tabela 2 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador A	33
Tabela 3 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador B	34
Tabela 4 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador A ao longo dos anos	35
Tabela 5 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador B ao longo dos anos	35
Tabela 6 – Grau de escolaridade dos participantes da avaliação	62
Tabela 7 – Graduação dos participantes da avaliação	66
Tabela 8 – Área de Pesquisa dos participantes da avaliação	67

Lista de Siglas

PNE	Plano Nacional da Educação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
USA	United States of America
UK	United Kingdom
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Pergunta de Pesquisa	13
1.2	Objetivos	13
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivos Específicos	13
1.3	Organização do Trabalho	14
2	Fundamentação Teórica	15
2.1	Learning Analytics	15
2.2	Plano Nacional da Educação	17
3	Trabalhos Relacionados	20
4	Materiais e Métodos	25
4.1	Conjunto de Dados	25
4.1.1	Dados do Plano Nacional da Educação	25
4.1.2	Dados do Questionário Socioeconômico do ENEM	26
4.2	Processamento dos Dados	28
4.2.1	Seleção de dados	28
4.2.2	Transformação dos dados	28
4.2.3	Consolidação dos dados	30
4.3	Proposta de metodologia para o suporte à tomada de decisão	30
4.4	Avaliação da solução proposta	32
5	Resultados e Discussões	33
5.1	Grupos formados de acordo com o desempenho médio	33
5.2	Grupos formados de acordo com o desempenho ao longo dos anos	34
5.3	Análises das informações do questionário socioeconômico do ENEM	36
5.3.1	Tipo Administração da Escola	36
5.3.2	Tipo de Ensino	40
5.3.3	Localização da Escola	41
5.3.4	Situação de funcionamento da Escola	43
5.3.5	Cor/Raça do participante	46
5.3.6	Escolaridade do Pai	49

5.3.7	Escolaridade da Mãe	53
5.3.8	Renda Mensal da Família	55
5.3.9	Acesso à Internet	58
5.4	Avaliação da Solução Proposta	60
5.4.1	Primeira seção do formulário de Avaliação	65
5.4.2	Segunda seção do formulário de Avaliação	74
5.4.3	Encerramento do formulário de Avaliação	83
6	Considerações Finais	85
6.1	Limitações e Trabalhos Futuros	85
	Referências	87

1 Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma avaliação realizada anualmente que tem como objetivo avaliar o desempenho dos estudantes brasileiros ao final do Ensino Médio. O ENEM é o exame utilizado como mecanismo de acesso à educação superior e por isso tem grande importância para o estudante brasileiro (LIMA et al., 2019). Durante a aplicação do ENEM, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) realiza uma coleta de dados através de um questionário socioeconômico que deve ser respondido pelo estudante no momento da inscrição no exame. Dessa forma, anualmente é gerada uma grande quantidade de dados que torna possível a realização de estudos a respeito do perfil dos estudantes, da sua família e das escolas que ofertam o ensino médio em diferentes localidades do país (CONTE, 2019).

Por sua vez, o Plano Nacional da Educação (PNE) é um plano desenvolvido para o período de 2014 a 2024, que estabelece diretrizes que devem ser seguidas pela educação brasileira e determina 20 metas relacionadas à educação que devem ser atingidas dentro de sua vigência (BRASIL, 2014). Esse plano também estabelece que os gestores federais, estaduais, municipais e do Distrito Federal devem colaborar entre si com a intenção de alcançar as metas estabelecidas nesse plano. Tendo isso em vista, nos últimos anos foram propostas diversas plataformas que buscam auxiliar estes gestores no monitoramento das metas do plano (PALOMINO et al., 2022). No entanto, ainda são poucas as ferramentas que propõem soluções que ofereçam suporte a tomada de decisão desses gestores após o diagnóstico do desempenho do município no alcance das metas.

As metas propostas no PNE buscam superar as desigualdades educacionais através da melhoria da educação brasileira em diferentes níveis e modalidades educacionais. A Meta 3 está relacionada, especificamente, ao nível do Ensino Médio e está descrita da seguinte forma: “Universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 (quinze) a 17 (dezessete) anos e elevar, até o final do período de vigência deste PNE, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85% (oitenta e cinco por cento).”

Neste contexto, este estudo propõe uma abordagem que busca auxiliar os gestores educacionais dos municípios brasileiros na tomada de decisão referente à meta 3 do PNE. Essa abordagem se baseia na separação de grupos de municípios com diferentes

desempenhos para esta meta, seguida da comparação desses grupos de municípios utilizando os dados coletados através do questionário socioeconômico do ENEM. Espera-se que através desta comparação os gestores sejam capazes de identificar fatores que os municípios com os melhores desempenhos realizam e que podem ser utilizados como base no planejamento do direcionamento dos recursos do município sob sua responsabilidade.

1.1 Pergunta de Pesquisa

Este trabalho se propõe a responder as seguintes perguntas de pesquisa.

PERGUNTA DE PESQUISA 1: Como utilizar os dados do questionário socioeconômico do ENEM para oferecer suporte à tomada de decisão no alcance da meta 3 do PNE?

PERGUNTA DE PESQUISA 2: Qual a utilidade da solução proposta para a tomada de decisão no alcance da meta 3 do PNE?

1.2 Objetivos

A seguir serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos nos quais se basearam essa pesquisa.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi propor uma solução capaz de agregar informações úteis que ofereçam suporte à tomada de decisão dos gestores dos municípios no alcance da meta 3 proposta pelo PNE.

1.2.2 Objetivos Específicos

Buscando alcançar o objetivo geral apresentado, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Coletar e preparar dados que contenham informações capazes de agregar valor à tomada de decisão dos gestores.

- Propor uma abordagem que permita a comparação de municípios com diferentes desempenhos.
- Propor visualizações que possibilitem a realização de análises que agreguem valor à tomada de decisão dos gestores.
- Avaliar a solução proposta.

1.3 Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em 6 capítulos. O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, onde são discutidos os principais conceitos na qual este trabalho se baseia. O capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados ao tema desta pesquisa. O capítulo 4 relata os materiais e métodos adotados para alcançar os objetivos definidos. O capítulo 5 é composto pelos resultados e discussões obtidos através desta pesquisa. Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais a respeito da pesquisa realizada.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Learning Analytics

A grande quantidade de dados produzida diariamente vem motivando a tomada de decisão baseada em dados em diversas áreas. Na área da educação essa prática não é diferente, pois a adoção cada vez maior de ferramentas online de apoio ao ensino e gestão acadêmica vem causando um crescimento na quantidade de dados disponíveis que podem ser utilizados para apoiar a tomada de decisão em diversos contextos educacionais (FREITAS et al., 2020). O campo de pesquisa que utiliza estes dados para realizar análises que possibilitem a melhoria do contexto em que estão inseridos é chamado de Learning Analytics. De acordo com a 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge que aconteceu no ano de 2011, Learning Analytics pode ser definida como um “processo para a medição, coleta, análise e comunicação de dados a respeito dos alunos e dos seus contextos, para fins de compreensão e otimização da aprendizagem nos ambientes em que esse processo ocorre” (SIEMENS; LONG, 2011).

De acordo com (CLOW, 2012), o ciclo de Learning Analytics se inicia com os alunos, os principais atores e interessados no processo de aprendizagem. Esses alunos podem ser estudantes de uma determinada escola/universidade ou estarem envolvidos no processo de aprendizagem de uma maneira mais informal. A próxima etapa do ciclo é a captura dos dados a respeito desses alunos, como informações demográficas, dados gerados através da interação com ferramentas educacionais, resultados de avaliação, entre outras. A terceira etapa consiste na transformação destes dados em métricas e análises capazes de fornecer algum insight a respeito do processo de aprendizagem. Por último, é necessário que esses insights sejam utilizados para impulsionar uma ou mais intervenções que causem algum impacto no processo de aprendizagem.

A metodologia utilizada no campo de Learning Analytics provém de diversas fontes, mas as duas maiores fontes de inspiração são os métodos de mineração de dados e psicometria (BAKER; SIEMENS, 2014). A maioria dos trabalhos da área de learning Analytics estão focados nos alunos e nos professores e na melhoria do processo de ensino e aprendizagem (KHALIL; EBNER, 2017) (JOVANOVIĆ et al., 2017) (VENANT et al., 2017) (HOLSTEIN et al., 2017) (XHAKAJ et al., 2017). No entanto, um dos tópicos que

motivou o surgimento de Learning Analytics como um campo de pesquisa foi o interesse de países e grupos internacionais em medir, demonstrar e melhorar o desempenho educacional como um todo, com a intenção de beneficiar a sociedade e os indivíduos que a compõem (FERGUSON et al., 2016).

Uma outra área em que a prática de Learning Analytics vem sendo utilizada é no apoio à gestão educacional. O advento dos sistemas de gerenciamento de aprendizagem online proporcionou uma nova forma de planejar políticas no campo educacional, pois agora existe uma grande disponibilidade de dados que podem ser analisados e considerados na elaboração dessas políticas (ROSA, 2017). Essas análises podem ser utilizadas para apoiar os decisores e as partes interessadas na redução dos custos, no aumento da produtividade e na alocação de recursos humanos e financeiros de forma mais eficiente. Um outro termo utilizado para descrever o processo de análise de dados provenientes de sistemas educacionais para apoiar as decisões operacionais e financeiras é o Academic Analytics (SIEMENS; LONG, 2011).

A prática de Learning Analytics pode ser aplicada nas instituições para realização de análises de dados em diferentes momentos do tempo. Inicialmente, os dados históricos podem ser utilizados com a intenção de avaliar fatos que já ocorreram e compará-los com algum ponto de referência de interesse. Além disso, também podem ser realizadas análises dos fatos que estão ocorrendo no momento, permitindo a identificação de pontos de melhorias e a realização de intervenções no momento presente. Por último, podem ser realizadas análises preditivas com a intenção de verificar a probabilidade de diferentes resultados, permitindo que as partes interessadas sejam capazes de antecipar a problemas e planejar ações futuras (IFENTHALER, 2021).

Nos cenários atuais, em que temos conjuntos de dados cada vez maiores, quantidade de alunos cada vez mais diversos e orçamentos educativos limitados, o uso da análise de dados para otimizar os ambientes de aprendizagem deixou de ser uma possibilidade e se transformou em uma necessidade (MACFADYEN et al., 2014). No entanto, a implantação de learning analytics de forma eficiente nas instituições ainda apresenta grandes desafios, como por exemplo, a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada para capturar, armazenar, gerir, visualizar e processar grandes conjuntos de dados educacionais (MACFADYEN et al., 2014). Levando em consideração esses desafios, alguns trabalhos buscam propor estratégias e frameworks que auxiliem a implantação

dessa prática nas instituições de forma eficiente (TSAI et al., 2018), (IFENTHALER, 2021), (MUKRED et al., 2024). Um dos achados em comum desses estudos é a necessidade da participação ativa da alta gestão na implantação dos processos, uma vez que esta implantação pode causar mudanças nas estratégias de gestão e nas estruturas organizacionais.

Como a área de Learning Analytics está diretamente ligada com a análise de dados gerados por pessoas, a ética e a privacidade ao manipular esses dados são dois fatores que vêm sendo considerados pelos envolvidos na área (LYNCH, 2017) (KITTO; KNIGHT, 2019). Um exemplo disso é o guia de diretrizes desenvolvido pela organização Jisc do Reino Unido. Esse guia foca em questões de responsabilidade, transparência e consentimento, privacidade, entre outros fatores, buscando permitir intervenções positivas e minimizar os impactos adversos no uso desses dados (FERGUSON et al., 2016).

A área de Learning Analytics evoluiu rapidamente como um campo de pesquisa nos países anglos-saxões (USA, Canadá, Austrália, UK), onde é possível identificar diversos trabalhos de pesquisa, iniciativas governamentais e até mesmo o nascimento de uma indústria que comercializa os benefícios da área para instituições educacionais. Nos últimos anos, tem sido observada uma iniciativa de desenvolvimento de trabalhos de Learning Analytics na América Latina, região que apresenta muitos pontos que podem ser explorados e melhorados através de pesquisas nessa área. O trabalho de (CECHINEL et al., 2020) fez um mapeamento de trabalhos dos autores afiliados às instituições de pesquisa da América Latina, com a intenção de avaliar como a área de pesquisa evoluiu ao longo dos anos nesses países. Através dessas investigações, os autores concluíram que a contribuição desses países para a área ainda é pequena, mas vem crescendo e se desenvolvendo ao longo dos anos.

2.2 Plano Nacional da Educação

O Plano Nacional da Educação (PNE) 2014-2024 é um plano instituído por meio da lei 13.005/2014 que estabelece um conjunto de diretrizes, metas e estratégias para a educação brasileira. Ao todo, o plano propôs 20 metas que deveriam ser alcançadas pelos estados e municípios brasileiros dentro de um período de 10 anos, a partir do ano de 2014 (BRASIL, 2014). Essas metas buscam melhorar a educação brasileira levando

em consideração diferentes níveis e modalidades e estão relacionadas com a superação das desigualdades educacionais, promoção da qualidade educacional, valorização dos profissionais da educação, promoção da democracia e dos direitos humanos e expansão do financiamento educacional (DUARTE; MENDES, 2018).

A elaboração de Planos Nacionais para a educação tinha como objetivo corrigir uma deficiência histórica na educação brasileira. O PNE 2014-2024 é o segundo aprovado por lei no país e se destacou por definir metas e estratégias mais claras e diretas para os objetivos almejados. Além disso, o plano estabelece a necessidade de uma mobilização conjunta entre os gestores federais, estaduais, municipais e do Distrito Federal, visando ao cumprimento das metas estabelecidas (AITA et al., 2017). Considerando esse contexto, o plano 2014-2024 foi lançado com grandes expectativas. No entanto, a realidade política e econômica do país durante sua vigência tornou a concretização das metas extremamente desafiadoras (DUARTE; MENDES, 2018).

Inicialmente, o plano em questão encerraria sua vigência em junho de 2024. No entanto, ao final do período de validade o plano que deveria substituí-lo ainda não havia sido discutido e aprovado. Por essa razão, a vigência do plano 2014-2024 foi prorrogada até 31 de dezembro de 2025. No momento da prorrogação, nenhuma das 20 metas propostas pelo plano haviam sido totalmente alcançadas (CUNHA, 2024).

A lei que institui o PNE prevê o monitoramento contínuo e a realização de avaliações periódicas do desempenho dos entes federados no alcance das metas definidas no plano. O monitoramento dessas metas pode ser realizado através de indicadores capazes de refletir o progresso de diferentes regiões do país no alcance de diversos níveis da meta. A lei 13.005/2014 determina que o INEP seja o responsável por definir a metodologia de cálculo dos indicadores. No entanto, alguns trabalhos da literatura buscam discutir e apresentar novas abordagens que propõem melhorias no cálculo dos indicadores de algumas metas (CASEIRO; AZEVEDO, 2018) (OLIVEIRA, 2019) (MARQUES et al., 2023).

Os indicadores de desempenho das metas do PNE podem ser calculados através de dados disponibilizados periodicamente por órgãos governamentais. No entanto, essas fontes possuem estruturas e níveis de qualidades diferentes entre si, o que dificulta que os indicadores sejam calculados de forma padronizada entre diferentes soluções. Alguns trabalhos foram propostos com a intenção de disponibilizar fontes de dados preparadas e organizadas levando em consideração uma determinada abordagem, o que

pode contribuir com a padronização do cálculo desses indicadores (ALBUQUERQUE et al., 2022) (BARROS et al., 2022).

Ao longo dos anos foram propostas diversas plataformas que possuem o objetivo de auxiliar os gestores dos entes federados no monitoramento do alcance das metas do PNE. No entanto, apesar de apresentar aspectos relevantes, essas plataformas ainda apresentam pontos que precisam ser melhorados para que sejam capazes de apoiar efetivamente a tomada de decisão relacionada a estas metas (PALOMINO et al., 2022).

3 Trabalhos Relacionados

Neste capítulo serão apresentados alguns trabalhos relacionados com a temática abordada nesta dissertação. Inicialmente, temos alguns trabalhos que utilizam análise de dados com a intenção de monitorar o desempenho de municípios em algum determinado aspecto e oferecer suporte à tomada de decisão realizada pelos gestores educacionais.

O trabalho de (PINTO et al., 2019), por exemplo, teve o objetivo de identificar fatores que afetam o desempenho escolar dos alunos (IDEB) das escolas de ensino fundamental do município de Teotônio Vilela. Para isso, foram selecionados dados de anos em que o município obteve os melhores desempenhos, com a intenção de identificar quais fatores estariam influenciando na melhoria do desempenho educacional do município. Os autores concluíram através dos experimentos que o processo de seleção de atributos permite encontrar atributos valiosos para a tomada de decisão e que através desta seleção é possível melhorar a interpretação dos dados, diminuir o tempo de processamento e melhorar a acurácia de predição neste contexto.

Seguindo a mesma linha de monitoramento e apoio à tomada de decisão, podemos citar o trabalho de (WANDERLEY et al., 2021), que apresenta uma solução de Business Intelligence para monitoramento de indicadores de desempenho da educação básica dos municípios do Acre. O objetivo principal da solução é o suporte à tomada de decisão de gestores educacionais e o acompanhamento dos índices educacionais por parte destes gestores e dos cidadãos comuns. A avaliação da ferramenta foi realizada através de um questionário e através dele os autores concluíram que a solução proposta auxilia os processos decisórios dos gestores e o entendimento das políticas educacionais por parte dos cidadãos. Os autores também relatam no trabalho que apesar da solução ter sido proposta para o estado do Acre, ela pode ser facilmente adaptada para os outros estados do Brasil, necessitando-se apenas dos dados necessários para o cálculo dos indicadores.

O trabalho de (BALBINOT; HAUBERT, 2015) objetivou analisar a evolução temporal das matrículas de portadores de necessidades especiais na educação do estado do Paraná. Seguindo essa mesma linha, o trabalho de (BALBINOT; HAUBERT, 2017) realizou a análise desta evolução no estado do Rio de Janeiro. Os dois trabalhos utilizaram dados do censo educacional nas suas investigações e buscaram esclarecer se a inclusão de pessoas portadoras de necessidades especiais está sendo realizada de acordo com as

legislações nacionais e estaduais. Os dois trabalhos concluíram que esta inclusão vem evoluindo nesses estados, com o aumento da inclusão dessas pessoas em classes regulares, fato que está de acordo com a políticas públicas propostas e que estimula a socialização e o desenvolvimento desses educandos. Além disso, os autores também identificaram que os avanços na inclusão de portadores de necessidades especiais está sendo propiciada em sua maioria pela rede pública de ensino.

Os trabalhos mencionados até o momento não possuem relação direta com o PNE. No entanto, os seus objetivos seguem a mesma estratégia dos trabalhos que buscam desenvolver soluções para o monitoramento e suporte à tomada de decisão relacionadas às metas propostas neste plano. A seguir serão descritos trabalhos que propõem discussões e soluções que estão diretamente relacionadas ao PNE.

Os estudos de (CASEIRO; AZEVEDO, 2018) e (OLIVEIRA, 2019) estão relacionados com as diferentes interpretações e formas de calcular os indicadores de duas das metas do PNE. (CASEIRO; AZEVEDO, 2018) buscaram discutir os indicadores de monitoramento da meta 12, que está relacionada com a expansão dos cursos de graduação. Os autores relatam que não existe um consenso na forma de calcular os indicadores desta meta e que o PNE não fixa uma metodologia a ser seguida. Já (OLIVEIRA, 2019) buscou discutir as diferentes formas de calcular os indicadores da meta 17, que está relacionada com os profissionais do magistério das redes públicas de educação básica. Essa discussão no cálculo dos indicadores se mostrou necessária pois houve uma substituição da base de dados que era utilizada como fonte no cálculo desses indicadores (PNAD por PNAD Contínua). Dessa forma, os autores destes dois trabalhos buscaram adicionar a sua contribuição a respeito de quais indicadores são mais adequados para retratar o desempenho dos municípios no alcance destas metas.

Já o trabalho de (COUTINHO; ALVES, 2019) buscou realizar uma análise do desempenho dos municípios da região metropolitana de Maringá no alcance da meta 1 do PNE. As análises realizadas buscaram identificar fatores que podem estar influenciando no desempenho destes municípios. Um dos desafios dos autores no desenvolvimento da análise foi a falta de dados a respeito da quantidade de crianças na faixa etária da meta analisada. Dessa forma os autores precisaram utilizar dados de projeções populacionais, que podem conter um certo nível de imprecisão. Ao final da análise, os autores conseguiram realizar o diagnóstico do estado atual dos municípios no alcance da meta e identificar os recursos

educacionais (quantidade de matrículas, quantidade de professores) necessários para que os municípios sejam capazes de atingir a meta.

Na pesquisa de (SOUZA et al., 2021), foi realizado um estudo semelhante ao de (COUTINHO; ALVES, 2019), onde foi analisado o desempenho dos municípios do estado de Alagoas no alcance da meta 1 do PNE. Estes autores também utilizaram dados de projeções populacionais na realização do diagnóstico do município no alcance da meta e, por fim, levantaram informações a respeito da quantidade de vagas que necessitam ser criadas para que determinados municípios alcancem a meta proposta. Tanto (SOUZA et al., 2021) quanto (COUTINHO; ALVES, 2019) relatam que a mera definição de objetivos e metas para a educação infantil de Estados e Municípios não é o suficiente para que essas metas sejam cumpridas e, por isso, ressaltam a importância do monitoramento constante do status destes entes federados no alcance destas metas.

O trabalho de (BARROS et al., 2023) teve o objetivo de criar e disponibilizar um conjunto de dados confiável que pode ser utilizado por outros pesquisadores na construção de soluções que forneçam evidências que auxiliem na tomada de decisão dos gestores educacionais dos estados e municípios do Brasil. Esse conjunto de dados permite o monitoramento unificado das metas e indicadores do PNE de todos os municípios ao longo dos anos de 2014 a 2024. Ele foi construído a partir de fontes de dados governamentais com diferentes estruturas, formatos e níveis de qualidade e possibilita o cruzamento de diversas variáveis que podem estar influenciando no alcance das metas estabelecidas. Neste trabalho, foi realizado um experimento que identificou variáveis que estão relacionadas com o desempenho dos municípios no indicador 1A da meta 1, com a intenção de demonstrar possíveis aplicações do conjunto de dados.

Na pesquisa de (PALOMINO et al., 2022) os autores investigaram 17 plataformas que fornecem dados e visualizações que podem contribuir para o monitoramento e o alcance das metas do PNE. O objetivo dessa investigação foi levantar pontos fortes e fracos e identificar características que podem ser exploradas em futuras soluções neste contexto. A análise foi realizada levando em consideração diferentes critérios como por exemplo, objetivo da plataforma, metas contempladas, período dos dados utilizados e regiões do país cobertas. Através desta investigação os autores concluíram que apesar de existirem diversas plataformas que buscam oferecer suporte para este plano, ainda existem pontos que podem ser explorados para que elas sejam eficazes no monitoramento

do cumprimento das metas. Um dos principais pontos de melhoria identificados pelos autores é o suporte à tomada de decisão dos gestores educacionais, uma vez que apenas 3 das 17 plataformas analisadas apresentaram algum tipo de suporte para esta tarefa.

Levando em consideração o contexto de tomada de decisão dos gestores educacionais no alcance das metas propostas pelo PNE, serão discutidos dois trabalhos que propõem soluções relacionadas com esta tarefa. O primeiro trabalho é de (SPANOL et al., 2022), onde foi proposta a realização de um agrupamento de municípios de acordo com os seus indicadores socioeconômicos. Em seguida, seria realizada a comparação dos municípios de um mesmo grupo que possuam desempenhos diferentes. Essa comparação deveria levar em consideração diferentes variáveis que podem ser úteis para o gestor avaliar na sua tomada de decisão. O experimento foi realizado levando em consideração o indicador 1A da meta 1. Ao final do experimento os autores concluíram que a estratégia de agrupamento proposta foi capaz de formar grupos coesos e que através da comparação dos municípios com diferentes desempenhos foi possível identificar áreas prioritárias que podem receber investimentos, a fim de melhorar o desempenho do município no indicador da meta analisada.

O segundo trabalho é de (MARQUES et al., 2023) que tem como principal objetivo propor abordagens alternativas para o cálculo dos indicadores do PNE no nível de estado. O INEP é o responsável por definir a metodologia de cálculo dos indicadores e definiu que os indicadores do estado devem ser calculados da mesma forma que os indicadores dos municípios. No entanto, essa forma de cálculo possui forte influência de municípios populosos. Ou seja, estados com municípios populosos com bons desempenhos podem apresentar bons resultados, mesmo que a população inteira de municípios menores estejam desassistidas. Além de propor estratégias para evitar estes desafios, o trabalho também propõe a realização de um agrupamento dos municípios de um estado, com a intenção de identificar municípios com desempenho discrepantes e auxiliar gestores públicos na otimização do direcionamento dos recursos para a educação, priorizando municípios que gerem maior impacto para os indicadores PNE. O experimento do trabalho foi realizado levando em consideração o indicador 1A da meta 1 do PNE e foram obtidos bons resultados na realização do agrupamento. Dessa forma, os autores consideram que os gestores podem se basear em ações e boas práticas de municípios semelhantes.

Através dos trabalhos descritos nesta seção é possível identificar que existe um

consenso a respeito da necessidade do monitoramento dos indicadores e das metas propostas pelo PNE. No entanto, poucos trabalhos propõem soluções que ofereçam suporte à tomada de decisão dos gestores, após o diagnóstico do desempenho do município no alcance destas metas. Por este motivo, esta dissertação tem o objetivo de propor uma nova solução que seja capaz de apoiar a tomada de decisão dos gestores educacionais dos municípios. Esta solução será baseada na separação de grupos de municípios com os piores e os melhores desempenhos, seguido da comparação desses grupos levando em consideração informações coletadas através do questionário socioeconômico do ENEM. Espera-se que através desta comparação os gestores sejam capazes de identificar fatores que os municípios com os melhores desempenhos realizam e que podem ser utilizados como base no planejamento do direcionamento dos recursos do município.

Dos trabalhos mencionados nesta seção, o trabalho de (SPANOL et al., 2022) é o que mais se assemelha com a proposta realizada nesta dissertação. No entanto, as duas propostas se diferem pois no trabalho de (SPANOL et al., 2022) os grupos são formados por municípios semelhantes socioeconomicamente e a comparação dos municípios é realizada entre os municípios de um mesmo grupo que possuem desempenhos diferentes. Além disso, o agrupamento é realizado através de uma técnica de machine learning. Já no presente trabalho, os municípios são separados utilizando uma estratégia de quartis e após aplicá-la nós obtemos apenas dois grupos, onde cada grupo é composto pelos municípios com os melhores e os piores indicadores para a métrica analisada. Além disso, as variáveis utilizadas na comparação dos grupos de municípios e as visualizações propostas também diferem entre os dois trabalhos.

4 Materiais e Métodos

Esta seção descreve os materiais e métodos utilizados para atingir os objetivos propostos no trabalho. A Figura 1 apresenta as etapas que foram aplicadas para a definição dos materiais e métodos deste estudo.



Figura 1 – Etapas da Metodologia

4.1 Conjunto de Dados

Como descrito no capítulo 3, muitas plataformas foram propostas com a intenção fornecer meios para os gestores educacionais do Brasil acompanharem o desempenho dos estados e municípios no alcance das metas propostas pelo PNE. No entanto, poucos trabalhos buscam fornecer informações que apoiem a tomada de decisão desses gestores após o diagnóstico da situação do estado ou município no alcance da meta.

Dessa forma, o ponto de partida deste trabalho foi o levantamento de fontes de dados que possuem informações sobre os municípios brasileiros, com a intenção de fornecer diferentes parâmetros de comparação entre os municípios e fornecer possibilidades de ação para os gestores dos entes federados do Brasil. Nas Subseções a seguir as fontes de dados selecionadas serão descritas com mais detalhes.

4.1.1 Dados do Plano Nacional da Educação

Inicialmente, para o desenvolvimento do trabalho foi necessário dados relacionados ao PNE que possuíssem os status dos municípios no alcance das metas educacionais. O conjunto de dados utilizado para esse fim foi desenvolvido no trabalho de (BARROS et al., 2023). Neste trabalho, os autores coletaram dados educacionais, socioeconômicos e populacionais provenientes de diversas fontes como o IBGE, AtlasBR, o INEP e o Data

SUS. Em seguida esses dados foram preparados e ao final foram utilizados para calcular indicadores que representam a porcentagem de alcance das Metas 1, 2 e 3 do PNE para os diferentes municípios brasileiros nos anos de 2014 a 2020.

A metodologia proposta neste trabalho pode ser aplicada para diferentes metas educacionais, no entanto para o desenvolvimento deste trabalho foi selecionada a Meta 3 do PNE. No trabalho de (BARROS et al., 2023) a meta 3 do PNE foi definida e calculada a partir de dois indicadores descritos como:

- Indicador A - Percentual da população de 15 a 17 anos que frequenta a escola em um determinado município;
- Indicador B - Percentual da população de 15 a 17 anos que frequenta o ensino médio em um determinado município.

Dessa forma, foi feito o download dos dados referentes à meta 3 do PNE que foram preparados e disponibilizados pelos autores anteriormente mencionados. O conjunto de dados apresenta os seguintes atributos: Id numérico, Ano do registro, Estado, Município, Indicador (A ou B), Quantidade de matrículas, População estimada e Porcentagem de atendimento do indicador.

No momento do desenvolvimento do trabalho o Indicador B tinha sido calculado apenas até o ano de 2020. Isso aconteceu pois, a partir do ano de 2021, o INEP passou a divulgar os dados do Censo Educacional de forma agregada, impossibilitando a aplicação dos filtros de idade e etapa de ensino necessários para o cálculo do indicador. No momento da publicação do trabalho os autores estavam tentando acesso aos dados de 2021 de forma desagregada.

4.1.2 Dados do Questionário Socioeconômico do ENEM

A segunda fonte de dados utilizada no desenvolvimento deste trabalho foram os microdados do ENEM, que representam o menor nível de desagregação dos dados coletados por meio desse exame. Esses dados possuem informações a respeito da prova como um todo, das notas dos participantes e do questionário socioeconômico respondido pelos participantes no momento da inscrição no ENEM. Esses dados são divulgados anualmente pelo INEP e são disponibilizados em formato compactado. Ao descompactar o arquivo é possível ter acesso aos dados. Junto com os dados também é disponibilizado

Tabela 1 – Informações coletadas do questionário socioeconômico do ENEM

Atributo	Possíveis valores
Ano do ENEM	Valor inteiro referente ao ano
Número de inscrição do participante	Identificador único
Sigla da Unidade da Federação	Identificador referente às Unidades Federativas
Município	Nomes dos municípios dos participantes
Tipo de Administração da Escola	Federal, Estadual, Municipal ou Privada
Tipo de Ensino	Ensino Regular ou Educação Especial
Localização da Escola	Urbana ou Rural
Situação de Funcionamento da Escola	Em atividade, Paralisada, Extinta, Escola extinta em anos anteriores
Cor/Raça	Não declarado, Branca, Preta, Parda, Amarela ou Indígena
Escolaridade do Pai	Nunca estudou, Não completou a 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental, Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, Completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, mas não completou o Ensino Médio, Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade, Completou a Faculdade, mas não completou a Pós-graduação, Completou a Pós-graduação ou Não sei
Escolaridade da Mãe	Nunca estudou, Não completou a 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental, Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, Completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, mas não completou o Ensino Médio, Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade, Completou a Faculdade, mas não completou a Pós-graduação, Completou a Pós-graduação ou Não sei
Renda Mensal da Família	Nenhuma Renda, Até R\$ 1.100,00, De R\$ 1.100,01 até R\$ 1.650,00, De R\$ 1.650,01 até R\$ 2.200,00, De R\$ 2.200,01 até R\$ 2.750,00, De R\$ 2.750,01 até R\$ 3.300,00, De R\$ 3.300,01 até R\$ 4.400,00, De R\$ 4.400,01 até R\$ 5.500,00, De R\$ 5.500,01 até R\$ 6.600,00, De R\$ 6.600,01 até R\$ 7.700,00, De R\$ 7.700,01 até R\$ 8.800,00, De R\$ 8.800,01 até R\$ 9.900,00, De R\$ 9.900,01 até R\$ 11.000,00, De R\$ 11.000,01 até R\$ 13.200,00, De R\$ 13.200,01 até R\$ 16.500,00, De R\$ 16.500,01 até R\$ 22.000,00 ou Acima de R\$ 22.000,00
Acesso à Internet	Sim ou Não

um dicionário com a descrição de cada informação presente nos dados. Esse dicionário de dados é essencial para guiar qualquer análise que seja desenvolvida.

Durante as investigações realizadas neste trabalho, foi identificado que os dados do questionário socioeconômico respondido pelos participantes do ENEM compõem uma fonte rica de informações que podem ser úteis para os gestores educacionais responsáveis pela tomada de decisão. Dessa forma, decidiu-se que essa seria a fonte de dados utilizada com a intenção de agregar informações na tomada de decisão por parte destes gestores. A Tabela 1 apresenta os atributos selecionados para o desenvolvimento deste trabalho.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os dados referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021.

4.2 Processamento dos Dados

Após a coleta dos conjuntos de dados, foram aplicadas algumas etapas de processamento de dados para transformá-los no formato necessário para as análises planejadas. Abaixo essas etapas de processamento serão descritas com mais detalhes.

4.2.1 Seleção de dados

A etapa inicial do processamento dos dados foi a etapa de seleção. Originalmente o conjunto de dados do questionário socioeconômico do ENEM possui 76 colunas com os mais variados dados socioeconômicos. Por motivos já anteriormente explicados, algumas colunas foram definidas para fazerem parte do experimento deste trabalho, então nesta etapa do processamento estas colunas foram selecionadas e ao final desta etapa o conjunto de dados do questionário socioeconômico do ENEM foi finalizado com as seguintes 13 colunas: Ano, Número de inscrição do participante, Sigla do Estado, Nome do Município, Tipo de Administração da Escola, Tipo de Ensino, Localização da Escola, Situação de funcionamento, Cor/Raça do Participante, Escolaridade do Pai, Escolaridade da Mãe, Renda Mensal da Família e Acesso à Internet.

No conjunto dos dados do Plano Nacional da Educação, 5 colunas foram consideradas como necessárias para o experimento realizado neste trabalho, são elas as seguintes informações: Ano do registro, Estado, Município, Indicador (A ou B) e Porcentagem de atendimento do indicador. Como nós já temos a porcentagem de atendimento calculada no conjunto de dados disponibilizados, não foi necessário selecionar as colunas de quantidade de matrículas e de população estimada. Nos dados do PNE também foi necessário fazer a seleção de registros levando em consideração os anos definidos para o experimento (2019, 2020 e 2021).

4.2.2 Transformação dos dados

Nesta etapa serão descritas uma série de transformações que foram aplicadas aos conjuntos de dados. No conjunto de dados do PNE foi realizado um tratamento na variável relacionada à porcentagem de alcance do indicador da meta. Essa variável varia de 0 a 1, onde 0 representa 0% de alcance da meta e 1 representa 100% de alcance da meta.

Durante a análise dos dados percebeu-se que em alguns casos essa variável ultrapassava o valor 1. Isso aconteceu pois não existem dados oficiais do governo brasileiro que divulguem o tamanho da população segmentada por idade de um município. Dessa forma, o cálculo dos indicadores nesse conjunto de dados foi baseado em estimativas populacionais que utilizam dados do último censo demográfico e dados de nascimento e mortalidade infantil (ALBUQUERQUE et al., 2022). Após a identificação desses valores discrepantes, foi realizado um tratamento que transforma todos os valores acima de 1 no valor 1.

Nos dados originais do questionário socioeconômico do ENEM, as variáveis Tipo de Administração da Escola, Tipo de Ensino, Localização da Escola, Situação de funcionamento, Cor/Raça do Participante, Escolaridade do Pai, Escolaridade da Mãe, Renda Mensal da Família e Acesso à Internet possuíam suas categorias representadas através de números (1,2,3,4...) ou letras (A,B,C,D...). Para o desenvolvimento da análise deste trabalho, as categorias destas variáveis foram convertidas para as nomenclaturas reais, utilizando como referência o dicionário divulgado em conjunto com os dados.

Além disso, durante a análise foi percebido que a variável Renda Mensal da Família possuía muitos intervalos de rendas mensais e que os intervalos finais possuíam pouca densidade de participantes, dificultando a análise dessa variável. Levando isso em consideração, os nove intervalos de renda finais foram transformadas em uma única categoria chamada de “Maior que R\$ 5.500,00”.

Por último, foi necessário realizar um agrupamento nos dados do questionário socioeconômico do ENEM, pois esses dados são divulgados a nível de participante, ou seja, cada registro do conjunto de dados representa a resposta de um participante inscrito no exame. No entanto, o nosso objetivo neste trabalho é realizar análises a nível de município, por isso nesta etapa de processamento esses dados foram agrupados por município. Levando isso em consideração, as variáveis categóricas desse conjunto de dados foram agrupadas através da contagem. Ou seja, se utilizarmos como exemplo a variável categórica que representa a raça do participante, ao final do agrupamento foi obtida a informação da quantidade de participantes com cada uma das raças em cada um dos municípios.

4.2.3 Consolidação dos dados

Após o processamento aplicado nas etapas anteriores, os dois conjuntos de dados tratados foram mesclados utilizando as dimensões de Região, Estado e Município. É importante salientar que nesta etapa deve ser utilizado obrigatoriamente as dimensões de Estado e Município nas mesclagem, pois no Brasil existem municípios com o mesmo nome em Estados diferentes. Como por exemplo o nome de Município “Bom Jesus” que existe em 5 Estados diferentes: Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Dessa forma, a não utilização da dimensão Estado na mesclagem dos dados pode ocasionar inconsistências nas análises.

Após a mesclagem, foram armazenadas duas versões do conjunto de dados tratado. A primeira versão possui as informações separadas por ano e permite realizar análises destrinchadas anualmente. Já na segunda versão buscou-se armazenar um retrato médio dos municípios nesses três anos processados, então foi realizado um segundo agrupamento por Estado e Município. Nesse agrupamento todas as variáveis foram agrupadas através da média, uma vez que neste momento só tínhamos variáveis numéricas no conjunto de dados.

4.3 Proposta de metodologia para o suporte à tomada de decisão

Como mencionado no capítulo 3, já foram apresentadas diversas soluções que se propõem a diagnosticar um determinado município no alcance de uma determinada meta e auxiliar os responsáveis pela tomada de decisão a realizar o monitoramento do alcance desta meta. No entanto, após a identificação do status do município no diagnóstico da meta, os gestores precisam tomar decisões para buscar melhorar o cenário atual e poucas soluções fornecem parâmetros que guiem esta tomada de decisão. Por esse motivo, a pergunta de pesquisa 1 busca propor uma solução que utilize os dados do questionário socioeconômico do ENEM para oferecer esse tipo de suporte nesta tomada de decisão.

Dessa forma, nesta seção será descrita uma metodologia que busca comparar os municípios brasileiros com diferentes desempenhos no alcance dos indicadores da Meta 3. O ponto de partida desta metodologia é a separação de um grupo de municípios com os melhores desempenhos no alcance da meta e um grupo de municípios com os piores desempenhos. Para isso, foi proposta uma solução baseada em quartis, que são valores

que dividem uma amostra de dados em quatro partes, como pode ser observado na Figura 2.

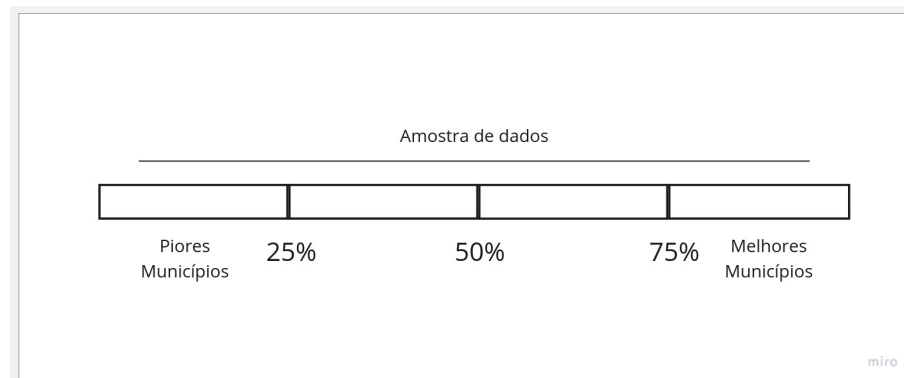


Figura 2 – Separação dos grupos de municípios

Após a separação do conjunto de dados utilizando os quartis, o grupo de municípios com os piores desempenhos foi composto pelos municípios que se encontram com o indicador abaixo do valor que divide os dados em 25%. Já o grupo de município com o melhores desempenhos foi composto pelos municípios que se encontram com o indicador acima do valor que divide os dados em 75%. Neste estudo não levamos em consideração os municípios que se encontram com o desempenho entre 25% e 75%.

Após a aplicação da abordagem dos quartis no nosso conjunto de dados, nós obtivemos quatro grupos de municípios:

- Grupo dos municípios com os piores desempenhos de acordo com o Indicador A;
- Grupo dos municípios com os melhores desempenhos de acordo com o Indicador A;
- Grupo dos municípios com os piores desempenhos de acordo com o Indicador B;
- Grupo dos municípios com os melhores desempenhos de acordo com o Indicador B.

Após a divisão dos grupos, foi realizada uma análise comparativa que relaciona os dados dos municípios com os melhores desempenhos e os dados dos municípios com os piores desempenhos. Essa comparação foi realizada através das informações do questionário socioeconômico do ENEM, com a intenção de fornecer diferentes parâmetros a respeito dos grupos de municípios com diferentes desempenhos para o gestor educacional. Os resultados desta análise serão descritos na Seção 5.

4.4 Avaliação da solução proposta

A pergunta de pesquisa 2 proposta neste trabalho busca avaliar a utilidade da solução desenvolvida para a tomada de decisão no contexto educacional. Desta forma, nesta seção será descrita a forma de avaliação utilizada para verificar a utilidade da solução proposta neste trabalho.

Essa avaliação foi realizada através de um questionário¹, onde foram desenvolvidas uma série de perguntas com a intenção de verificar se a solução proposta é entendível e qual a sua utilidade no contexto de interesse. Inicialmente o questionário foi compartilhado com 2 pesquisadores da área com a intenção de identificar pontos de melhorias no mesmo. As sugestões de melhorias propostas pelos pesquisadores foram:

- Troca de perguntas abertas ao longo do texto por perguntas mais objetivas. O uso de muitas perguntas abertas pode gerar desistência na hora de responder o formulário.
- Alteração da escala nas perguntas que utilizam escalar linear. Inicialmente tinha sido utilizado escala de 1-10, foi sugerido que fosse realizada a troca para 1-5 por ser uma escala mais utilizada e por possibilitar a escolha de uma opção no meio da escala.
- Melhorar a descrição do conteúdo que será apresentado a pessoa que responderá o formulário, descrevendo o conteúdo seguinte, o objetivo das perguntas e como a pessoa deve responder.
- Sugestões de trocas nos termos utilizados nas perguntas para facilitar o entendimento das mesmas.

Em seguida, as sugestões de melhorias foram aplicadas e o formulário foi divulgado para pesquisadores da área. Ao final da coleta, o questionário obteve 17 respostas. Na Seção 5 serão apresentados os resultados da avaliação realizada através deste formulário.

¹ <https://forms.gle/vPaVQXr4UMmrKj2Y8>

5 Resultados e Discussões

Nesta Seção serão descritos os resultados deste trabalho. Esses resultados estão apresentados através de dois tipos de análise. A primeira análise foi realizada com os grupos que representam um retrato médio do desempenho dos municípios ao longo dos três anos processados (2019, 2020, 2021). A segunda análise foi realizada com os grupos que representam os desempenhos dos municípios separados para cada ano.

5.1 Grupos formados de acordo com o desempenho médio

Para a criação desses grupos foi utilizado o conjunto de dados que representa um retrato médio do desempenho dos municípios nos anos de 2019, 2020 e 2021. Em seguida, os grupos foram separados de acordo com a metodologia descrita na Seção 4.3.

Na Tabela 2 estão apresentadas algumas estatísticas dos grupos de municípios formados de acordo com o desempenho no alcance do indicador A da meta 3. O grupo que representa os municípios com os melhores desempenhos possui uma quantidade de municípios semelhante ao grupo que representa o município com os piores desempenhos. A média de porcentagem de alcance do indicador no grupo dos municípios com os piores desempenhos foi de 61%, com desvio padrão de 7%. Já para o grupo dos municípios com os melhores desempenhos, a média foi de 96%, com desvio padrão de 4%.

Tabela 2 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador A

Grupo	Quantidade de municípios	Média	Desvio Padrão
Municípios com os piores desempenhos	1372	61%	7%
Municípios com os melhores desempenhos	1373	96%	4%

Levando em consideração essa amostra de dados e as estatísticas calculadas, é possível perceber que pelo menos um município do grupo já conseguiu atingir a meta estabelecida pelo PNE, pois no grupo dos municípios com os melhores desempenhos o desvio padrão é de 4%, que se for analisado em conjunto com a média do grupo percebe-se que em pelo menos algum caso já foi alcançado 100%.

As estatísticas calculadas para os grupos formados de acordo com o desempenho no alcance do indicador B estão presentes na Tabela 3. Para este indicador, o grupo formado

pelos municípios com os melhores desempenhos possui 11 municípios a mais do que o grupo formado pelos municípios com os piores desempenhos. A média da porcentagem de alcance do indicador no grupo com os piores desempenhos foi de 34%, com desvio padrão de 7%. Já para o grupo com os melhores desempenhos, essa média foi de 76%, com desvio padrão de 9%.

Tabela 3 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador B

Grupo	Quantidade de municípios	Média	Desvio Padrão
Municípios com os piores desempenhos	1364	34%	7%
Municípios com os melhores desempenhos	1375	76%	9%

Comparando as médias obtidas entre os grupos formados pelos desempenho no Indicador A e no Indicador B podemos concluir que o indicador B é um indicador mais difícil de alcançar. Essa conclusão faz sentido pois o indicador A se refere ao percentual da população de 15 a 17 anos que frequenta a escola, enquanto o indicador B se refere ao percentual da população de 15 a 17 anos que frequenta especificamente o ensino médio. Ou seja, existe uma parcela da população de 15 a 17 anos que se encontra atrasada nos estudos e está matriculada em níveis inferiores ao esperado.

5.2 Grupos formados de acordo com o desempenho ao longo dos anos

Para a criação desses grupos foi utilizado o conjunto de dados que possui as informações separadas para os anos de 2019, 2020 e 2021. Em seguida, a separação desses grupos de municípios foi realizada de acordo com a metodologia descrita na Seção 4.3.

Na Tabela 4 estão presentes as estatísticas coletadas para os grupos formados de acordo com os diferentes desempenhos no alcance do indicador A. Ao todo foram formados 6 grupos (2 grupos para cada ano), onde um dos grupos do ano representa os municípios com os piores desempenhos no alcance do indicador e o outro grupo representa os municípios com os melhores desempenhos. A média e o desvio padrão dos grupos dos municípios com os piores desempenhos nos anos de 2019, 2020 e 2021 foi de 61% com desvio padrão de 7%. Já nos grupos com os melhores desempenhos, no ano de 2019 a média foi de 96% com desvio padrão de 4%, no ano de 2020 a média foi de 97% com

desvio padrão de 4% e no ano de 2021 a média foi 98% com desvio padrão de 3%. Esse resultado demonstra que os municípios do grupo dos melhores desempenhos continuam se aperfeiçoando ao longo dos anos e chegando cada vez mais perto de atingir a meta.

Tabela 4 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador A ao longo dos anos

Grupo	Ano	Quantidade de municípios	Média	Desvio Padrão
Municípios com os piores desempenhos	2019	1364	61%	7%
Municípios com os piores desempenhos	2020	1336	61%	7%
Municípios com os piores desempenhos	2021	1349	61%	7%
Municípios com os melhores desempenhos	2019	1363	96%	4%
Municípios com os melhores desempenhos	2020	1341	97%	4%
Municípios com os melhores desempenhos	2021	1354	98%	3%

Já na Tabela 5 estão as estatísticas coletadas para os grupos formados de acordo com os desempenhos dos municípios no alcance do indicador B. Para esse indicador também temos 2 grupos por ano: um grupo que representa os municípios com os melhores desempenhos e um grupo que representa os municípios com os piores desempenhos. No entanto, para o indicador B nós só temos informações dos anos de 2019 e 2020, devido a uma alteração no formato de publicação dos dados do censo educacional, que impossibilitou o cálculo desse indicador para o ano de 2021.

Tabela 5 – Grupos formados levando em consideração o desempenho no indicador B ao longo dos anos

Grupo	Ano	Quantidade de municípios	Média	Desvio Padrão
Municípios com os piores desempenhos	2019	1355	33%	7%
Municípios com os piores desempenhos	2020	1328	64%	7%
Municípios com os melhores desempenhos	2019	1369	76%	9%
Municípios com os melhores desempenhos	2020	1347	77%	9%

A média do indicador obtido para os municípios com os piores desempenhos no ano de 2019 foi de 33% com desvio padrão de 7%, já para o ano de 2020 a média foi de 34% com desvio padrão de 7%. Já para os municípios com os melhores desempenhos, a média do ano de 2019 foi de 76% com desvio padrão de 9%, enquanto que a média para o ano de 2020 foi de 77% com desvio padrão de 9%. Ou seja, tanto os municípios do grupos

com os piores desempenhos quanto os municípios do grupo com os melhores desempenhos obtiveram uma melhora no alcance do indicador B de um ano para o outro. No entanto, o desvio padrão continua elevado.

5.3 Análises das informações do questionário socioeconômico do ENEM

Após a divisão dos grupos, foi realizada uma análise comparativa entre os grupos formados para os diferentes desempenhos nos dois indicadores. Essas análises foram realizadas levando em consideração as informações coletadas através do questionário socioeconômico do ENEM. A seguir serão apresentadas as análises.

5.3.1 Tipo Administração da Escola

Nas Figuras 3 e 4 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, a comparação foi realizada levando em consideração o tipo de dependência administrativa das escolas dos municípios.

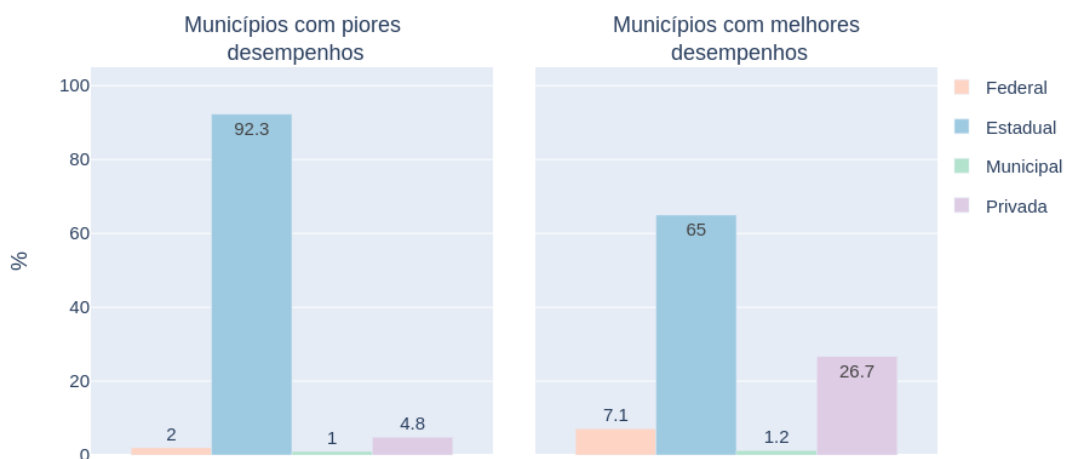


Figura 3 – Tipo de Administração - Indicador A

Analisando a Figura 3, podemos ver que tanto no grupo de municípios com os piores desempenhos quanto no grupo de municípios com os melhores desempenhos, o tipo

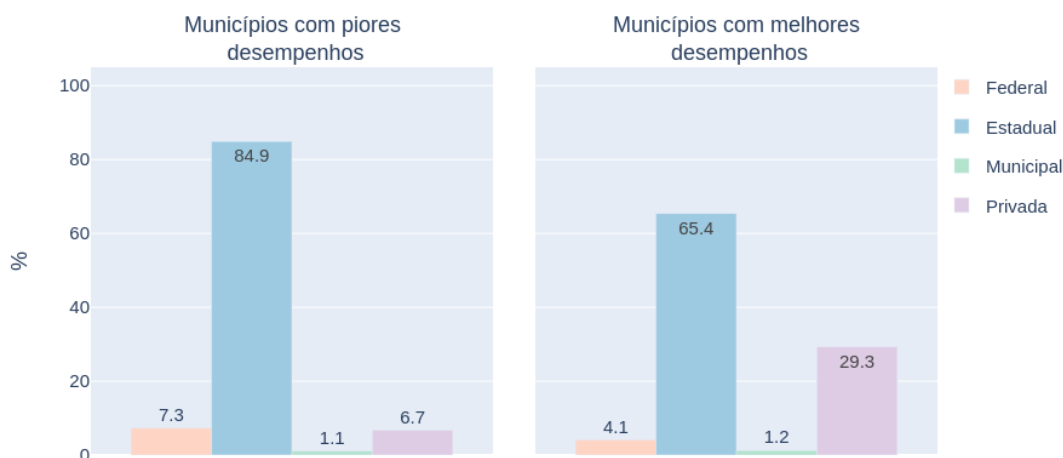


Figura 4 – Tipo de Administração - Indicador B

de administração escolar mais presente é o Estadual. O segundo tipo de escola mais presente são as escolas privadas, seguido pelas escolas federais e por último as escolas municipais. Essa ordem de distribuição faz sentido pois as escolas de administração estadual são responsáveis pelo Ensino Médio, escolaridade amplamente relacionada com o público dos nossos dados. Já as escolas de administração municipal são responsáveis pelo Ensino Infantil e pelo Ensino Fundamental e por isso não possuem representatividade nessa análise.

Ainda analisando o Indicador A, se observamos o grupo de municípios com os piores desempenhos podemos verificar que os tipos de administração diferentes do Estadual possuem pouca representatividade nesses municípios. Enquanto no grupo com melhores desempenhos, o tipo de administração estadual possui uma representatividade menor e as administrações privadas e federais se destacam. Já na Figura 4, onde temos os resultados para o indicador B, é possível observar que o tipo de administração estadual também é o mais presente nos dois grupos de municípios com diferentes desempenhos. Para esse indicador, o tipo de administração Federal apresenta maior porcentagem no grupo dos municípios com piores desempenhos. Enquanto que o tipo de administração Privada possui mais representatividade no grupo de municípios com os melhores desempenhos.

Uma análise inicial poderia nos levar a conclusão de que a existência de escolas Federais e Privadas pode incidir na melhoria dos indicadores A e B da meta 3 do PNE. No entanto, é preciso levar em consideração o contexto das análises realizadas antes de



Figura 5 – Tipo de Administração ao longo dos Anos - Indicador A

tomar decisões a partir dos dados. No contexto do tipo de administração das escolas brasileiras, é preciso considerar que a educação pública foi desvalorizada em detrimento das escolas privadas em diferentes períodos da história do Brasil, como por exemplo durante o regime militar, onde houveram a facilitação da abertura de escolas privadas e o incentivo da mentalidade privatista nas escolas públicas, com empresários da área da educação ocupando postos de tomada de decisão nos níveis federal, estadual e municipal (CUNHA, 2007).

Observando as Figuras 3 e 4 e levando em consideração o contexto educacional brasileiro, um dos pontos que pode auxiliar os gestores em relação a tomada de decisão é o fato de que a maioria dos estudantes matriculados no ensino médio são de escolas públicas de administração estadual, dessa forma pode-se concluir que é importante que o setor público direcione ações para melhoria da qualidade do ensino nessas escolas. Um outro

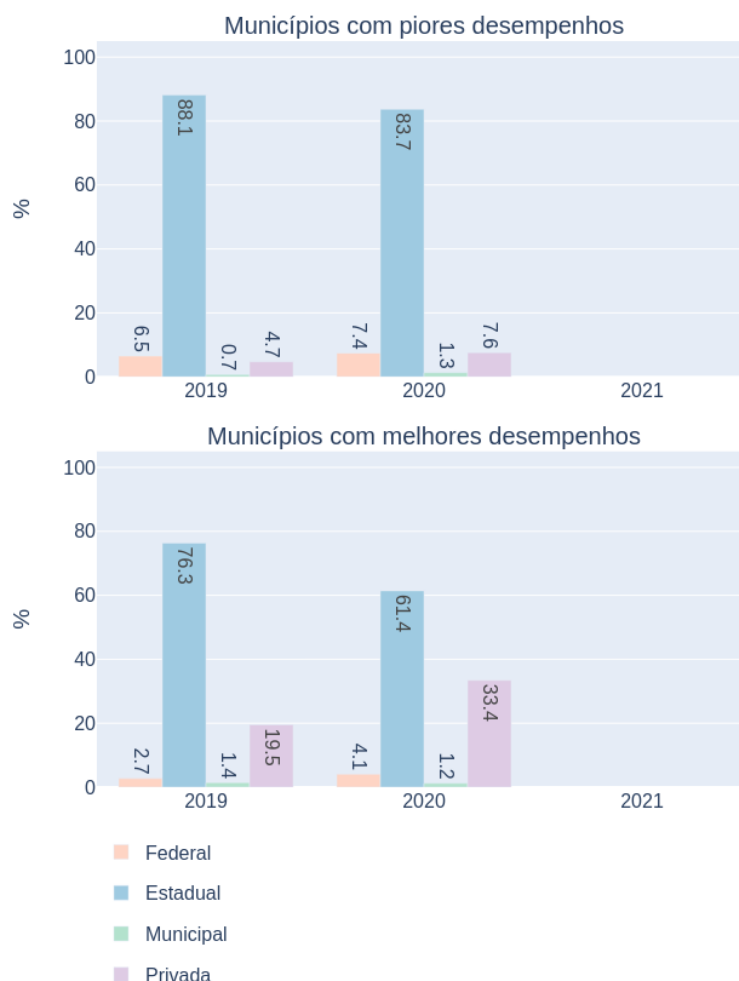


Figura 6 – Tipo de Administração ao longo dos Anos - Indicador B

ponto que deve ser levado em consideração é o fato de que essas escolas são compostas em sua maioria por alunos de condições socioeconômicas desfavoráveis, que muitas vezes precisam trabalhar para ajudar na composição da renda da família, fato que pode resultar em abandono escolar e prejudica diretamente o alcance dos indicadores da meta 3. Por esse motivo, pode ser interessante que os gestores responsáveis pela tomada de decisão levem em consideração esse ponto na elaboração de estratégias de alcance para esta meta.

As Figuras 5 e 6 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Ao observar essas Figuras, pode-se perceber que vem acontecendo um crescimento das escolas de administração privadas e federais tanto nos municípios com piores desempenhos quanto nos municípios de melhores desempenhos. Esse fato pode representar um ponto de análise interessante para os gestores responsáveis, que podem direcionar esforços para investigar

se o aumento dessas escolas representam um impacto positivo ou negativo no alcance da meta 3. Além de buscar identificar a população que está sendo beneficiada com o aumento de escolas com esse tipo de administração, com a intenção de buscar reduzir as disparidades de ensino e as desigualdades sociais e econômicas.

5.3.2 Tipo de Ensino

Nas Figuras 7 e 8 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração o tipo de instituição em que o estudante concluiu ou concluirá o ensino médio.

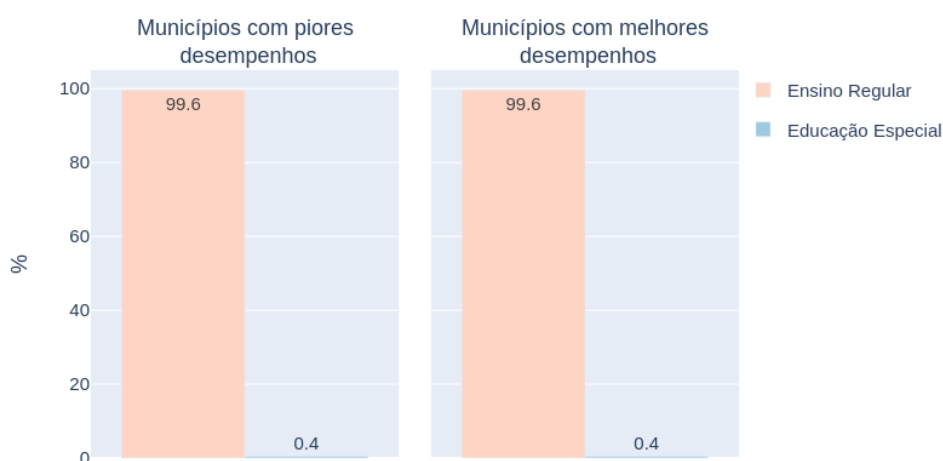


Figura 7 – Tipo de Ensino - Indicador A

Analisando a Figura 7, que representa os grupos de municípios separados levando em consideração o alcance do Indicador A, podemos notar que não houve variação das categorias analisadas nos grupos de municípios com diferentes desempenhos. O tipo de ensino regular é o mais presente nos dois grupos de municípios e a categoria de Educação Especial não possui representatividade significativa em nenhum dos dois grupos. O mesmo cenário se repete para na Figura 8, onde a separação dos grupos foi realizada levando em consideração o indicador B. Dessa forma, as análises realizadas apontam que o tipo de ensino não apresenta diferencial impactante no alcance dos indicadores da meta 3 do PNE.

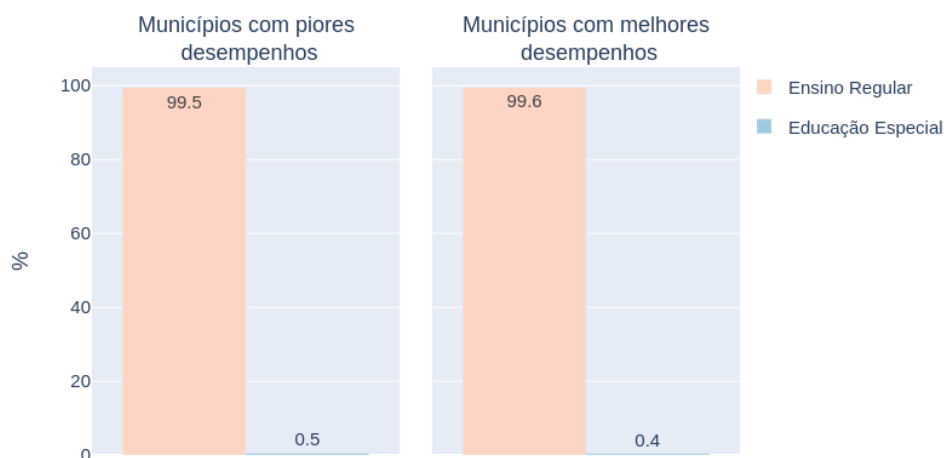


Figura 8 – Tipo de Ensino - Indicador B

Já as Figuras 9 e 10 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Observando essas Figuras é possível verificar que a análise ao longo dos anos nos leva as mesmas conclusões obtidas na análise realizada a partir do retrato médio, onde concluímos que as diferentes categorias de ensino não possuem variação significativa entre os grupos com diferentes desempenhos. Dessa forma, a análise dos grupos ao longo dos anos também nos leva a concluir que o tipo de ensino das instituições ainda não apresentam um potencial de auxílio a tomada de decisão referente a meta 3 do PNE.

5.3.3 Localização da Escola

Nas Figuras 11 e 12 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração a localização das escolas dos municípios.

Na Figura 11 os grupos foram separados levando em consideração o desempenho no alcance do indicador A. Nessa Figura podemos ver que as escolas urbanas possuem maior distribuição tanto no grupo dos municípios com piores desempenhos, quanto no grupo de municípios com melhores desempenhos. No entanto, o grupo com piores desempenhos possui uma representatividade um pouco maior de escolas rurais do que o grupo de

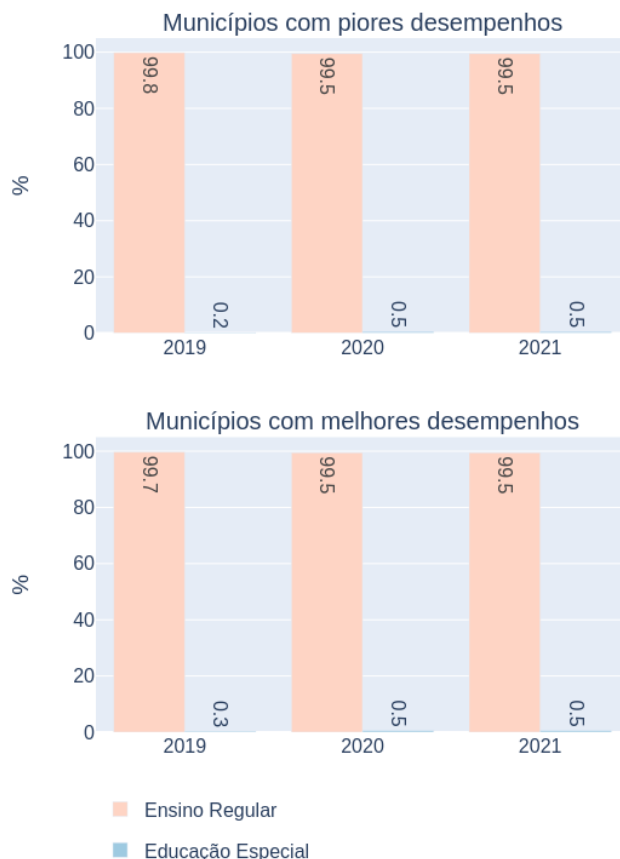


Figura 9 – Tipo de Ensino ao longo dos Anos - Indicador A

municípios com melhores desempenhos. Na Figura 12, onde os grupos foram separados de acordo com o alcance no indicador B, esse cenário se repete.

Essa maior porcentagem de escolas rurais nos municípios com piores desempenhos no alcance dos indicadores, pode apontar a necessidade de maiores investimentos dos gestores educacionais nas escolas e nos alunos enquadrados neste contexto. Os dois indicadores que representam a meta 3 do PNE estão relacionados com a matrícula de jovens nas escolas. A falta de matrículas dos jovens dos municípios com piores desempenhos pode indicar alguma dificuldade dos alunos nessas escolas, como por exemplo, dificuldade de locomoção ou baixa infraestrutura das escolas. Alguns trabalhos da literatura já apontaram que a infraestrutura da escola representa um importante papel no desempenho dos alunos e que escolas rurais sem sala de professores, laboratórios de informática e ciências, bibliotecas, entre outras coisas, estão mais frequentemente associadas a baixa qualidade do ensino (GARCIA et al., 2021). Dessa forma, as análises apresentadas podem agregar informações que podem auxiliar os gestores no

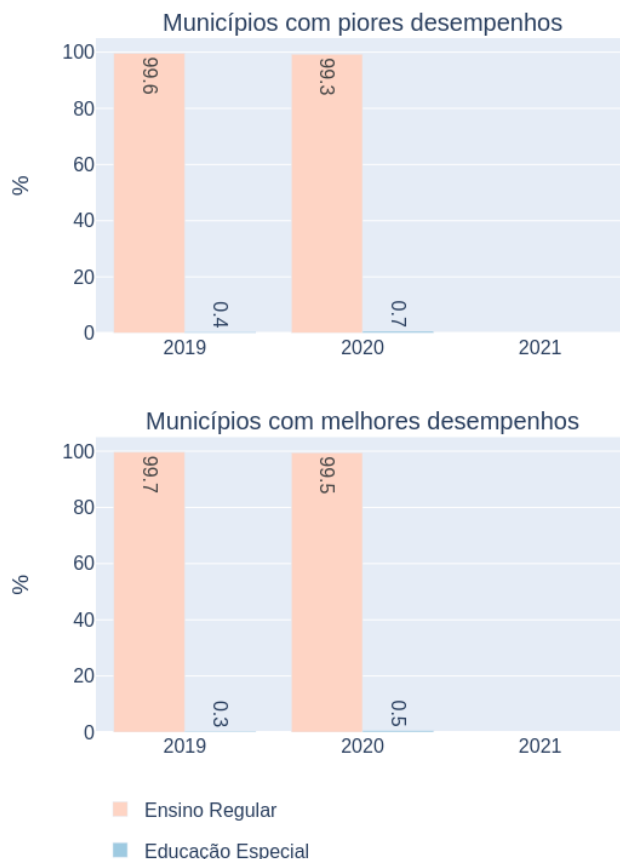


Figura 10 – Tipo de Ensino ao longo dos Anos - Indicador B

direcionamento dos esforços que serão realizados neste contexto.

As Figuras 13 e 14 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Através das Figuras 13 e 14 é possível ver que a porcentagem de escolas rurais nos grupos de municípios com os piores desempenhos cresceu no decorrer dos anos. Esse fator pode indicar tentativas dos municípios de melhorar os indicadores da meta através da criação de escolas rurais.

5.3.4 Situação de funcionamento da Escola

Nas Figuras 15 e 16 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração a situação de funcionamento das escolas dos municípios.

A Figura 15 representa os grupos de municípios separados levando em consideração

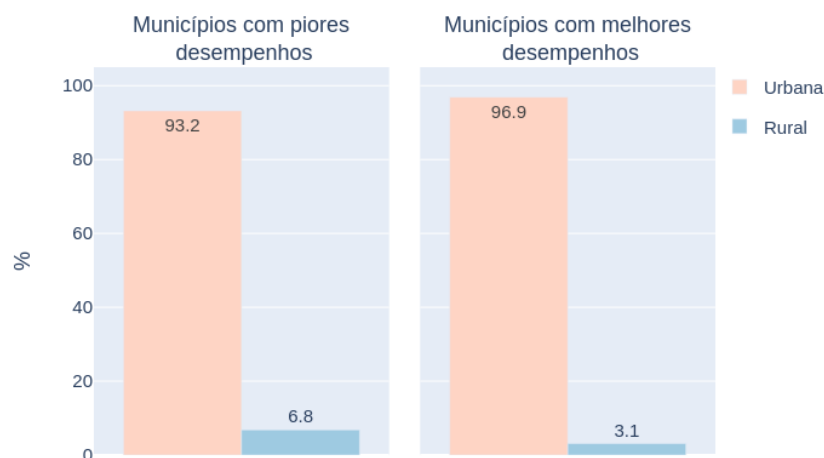


Figura 11 – Tipo de Localização - Indicador A

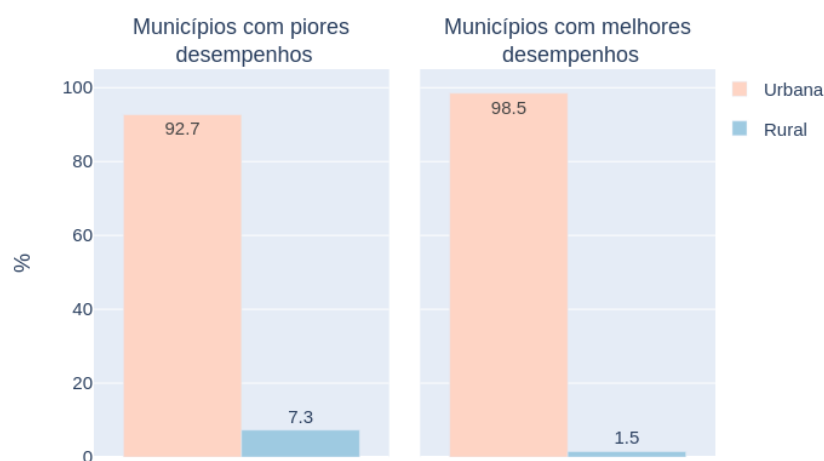


Figura 12 – Tipo de Localização - Indicador B

o alcance do Indicador A. Observando essa Figura podemos visualizar que a situação de funcionamento ‘Em atividade’ é a categoria majoritariamente presente no dois grupos de municípios e que as outras categorias não possuem representatividade significativa. Esse cenário é o mesmo na Figura 16, onde os grupos foram separados utilizando o alcance dos municípios no indicador B. Através dessas análises, é possível concluir que no momento não é possível gerar conclusões que possam auxiliar os gestores na tomada de decisão neste contexto. No entanto, caso fossem identificadas escolas paralisadas ou extintas, poderíamos avaliar se esse fato impacta o desempenho dos municípios no alcance dos

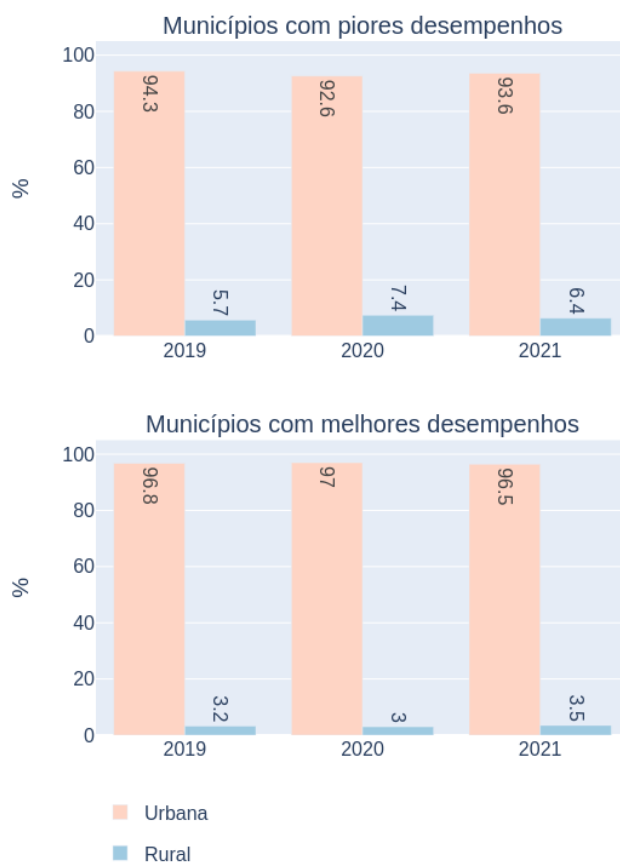


Figura 13 – Tipo de Localização ao longo dos Anos - Indicador A

indicadores.

As Figuras 17 e 18 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Observando a Figura 17, que apresenta os grupos de municípios formados levando em consideração o desempenho no indicador A, verifica-se que não existe variação significativa entre os municípios com piores desempenhos e os municípios com melhores desempenhos. Além disso, as categorias “Paralisada”, “Extinta” e “Extinta em Anos Anteriores” representam menos de 1% das situações de funcionamento analisadas. Esse cenário se repete na Figura 18, onde os grupos foram separados levando em consideração o desempenho no indicador B. Dessa forma, essas análises nos levam às mesmas conclusões apresentadas anteriormente nas análises do retrato médio, onde concluiu-se que a observação da situação da escola neste contexto ainda não gera informações que podem auxiliar os gestores na tomada de decisão referente à meta 3 do PNE.

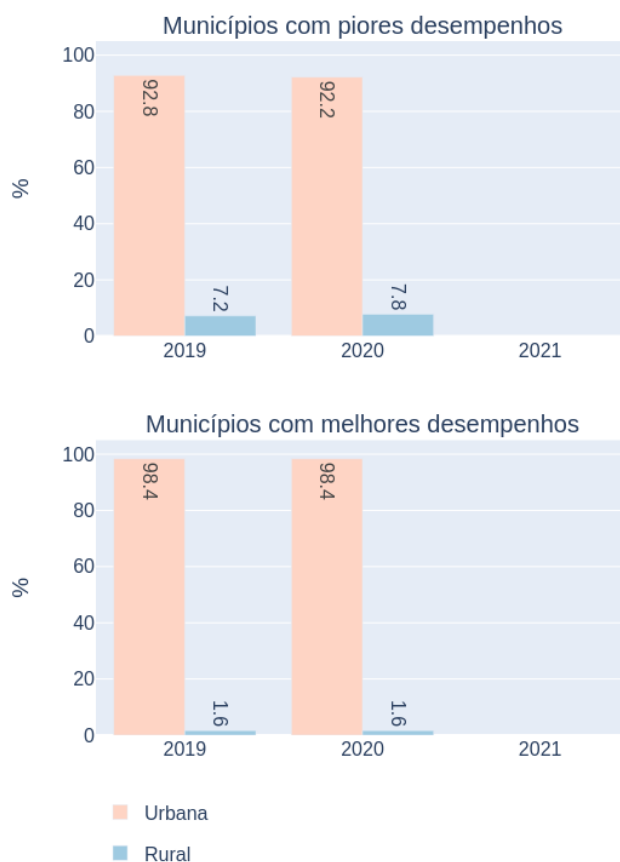


Figura 14 – Tipo de Localização ao longo dos Anos - Indicador B

5.3.5 Cor/Raça do participante

Nas Figuras 19 e 20 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração a cor/raça dos estudantes, de acordo com as categorias definidas pelo questionário socioeconômico do ENEM.

Na Figura 19 temos os grupos de municípios com os piores e os melhores desempenhos no alcance do indicador A da meta 3 do PNE. No grupo de municípios com piores desempenhos, a raça com maior representatividade é a raça Parda e em segundo temos a raça Branca. Já no grupo de municípios com os melhores desempenhos, a raça com maior representatividade é a raça Branca, seguida pela raça Parda. As outras raças apresentam diferenças menores que 1% quando comparamos os grupos com diferentes desempenhos no alcance do indicador.

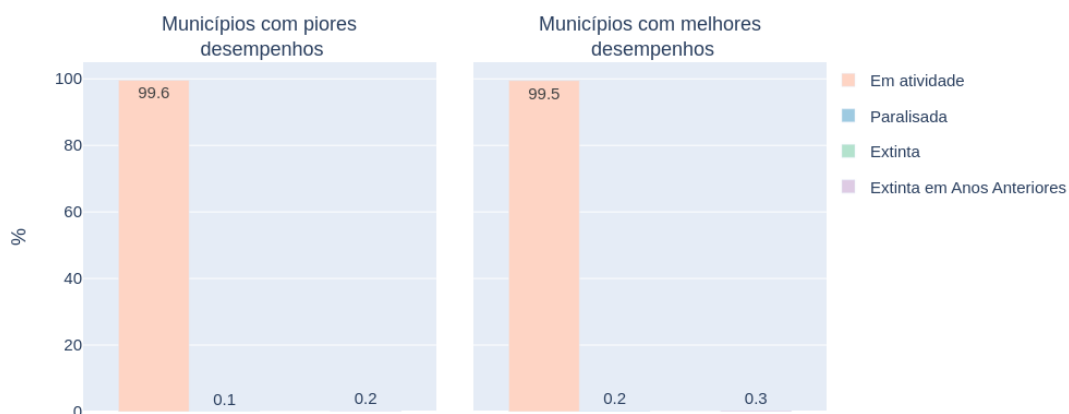


Figura 15 – Situação da Escola - Indicador A

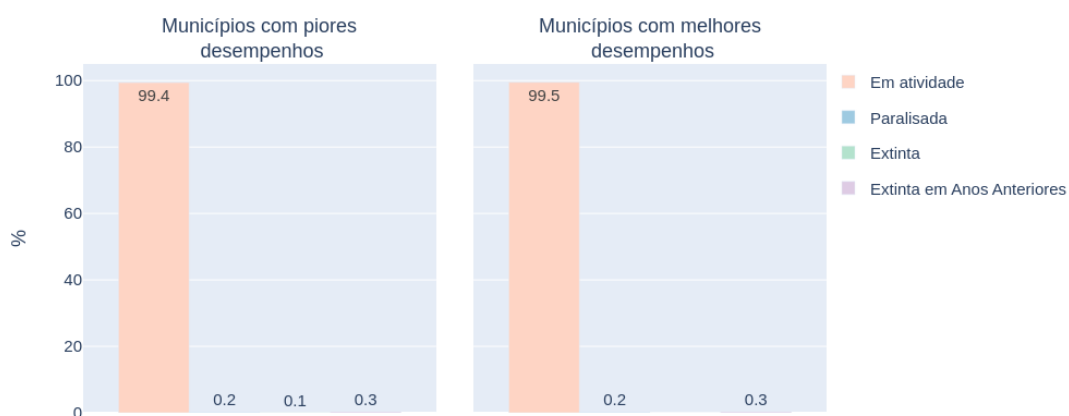


Figura 16 – Situação da Escola - Indicador B

A Figura 20 apresenta a comparação dos grupos de diferentes desempenhos no alcance do indicador B da meta 3 do PNE. Para este indicador, o cenário anteriormente mencionado em relação a raça Parda e a raça Branca nos dois grupos de municípios se repete. No entanto, para esse indicador a diferença entre as porcentagens das raças Preta e Indígena nos dois grupos ultrapassa 1%, sendo o grupo de municípios com piores desempenhos, o grupo onde estas raças se encontram mais presentes.

Para os gestores responsáveis pela tomada de decisão, é importante levar em consideração o fato de que o Brasil apresenta fatores estruturais históricos que influenciam na reprodução das condições de privação para a população preta e parda. Estudos apontam que a raça do estudante está diretamente relacionada com o desempenho



Figura 17 – Situação da Escola ao longo dos Anos - Indicador A

educacional dos mesmos, independente da administração da escola ser pública ou privada (COSTA; ARRAES, 2014). Por esse motivo, os gestores devem utilizar as análises apresentadas anteriormente levando em consideração esse contexto. Uma das conclusões possíveis ao analisar as Figuras 19 e 20, é o fato de que os municípios com os piores desempenhos no alcance do indicador possuem mais jovens pertencentes a raça parda. Dessa forma, o investimento de esforços para estimular a matrícula destes jovens no Ensino Médio podem ser necessários para que os municípios destes grupos sejam capazes de alcançar a meta estabelecida.

As Figuras 21 e 22 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Analisando a evolução dos dois grupos de municípios ao longo dos anos a partir da Figura 21, é possível verificar que as raças parda e preta diminuíram sua porcentagem, enquanto a população branca



Figura 18 – Situação da Escola ao longo dos Anos - Indicador B

aumentou a sua. Na Figura 22, observando o grupo com os piores desempenhos, é possível ver que os estudantes da raça parda não apresentaram variação significativa entre os anos de 2020 e 2021. Já no grupo de municípios com melhores desempenhos, o cenário da Figura 21 se repetiu. Esse aumento na população branca e diminuição da população preta e parda ao longo dos anos precisaria ser mais profundamente investigado, com a intenção de identificar se ele se confirma e quais as possíveis razões para esse fenômeno.

5.3.6 Escolaridade do Pai

Nas Figuras 23 e 24 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração a escolaridade dos

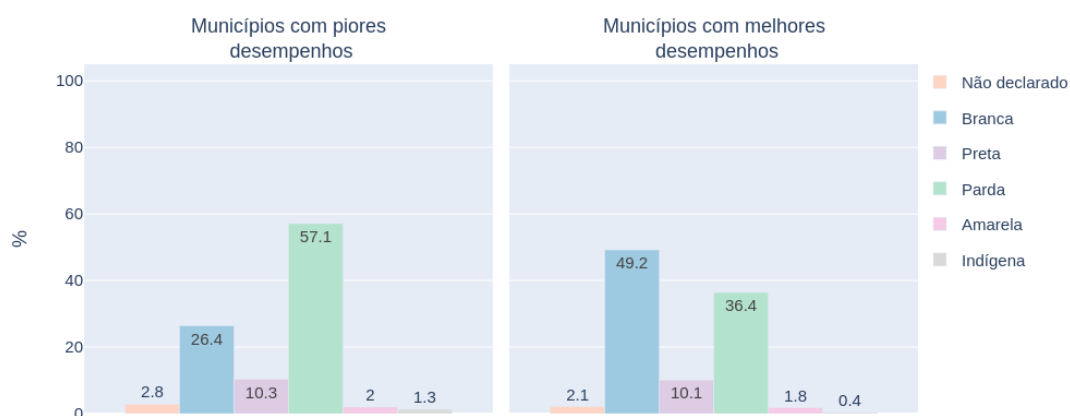


Figura 19 – Raça - Indicador A

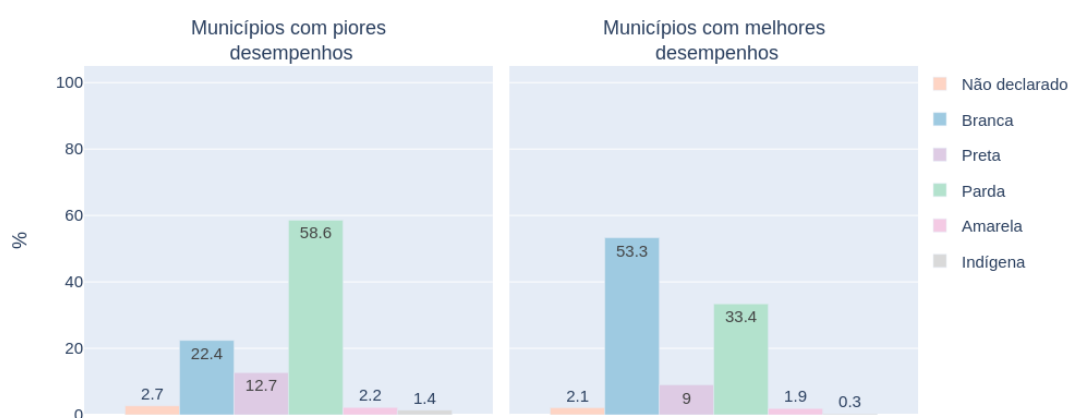


Figura 20 – Raça - Indicador B

país dos estudantes dos municípios de acordo com as categorias definidas pelo questionário socioeconômico.

A Figura 23 apresenta a separação dos grupos de municípios de acordo com o desempenho no alcance do indicador A. Comparando estes dois grupos é possível perceber que o grupo de municípios com piores desempenhos possui maior porcentagem do que o outro grupo nos primeiros níveis de escolaridade: “Nunca Estudou”, “Não completou a 4ª série/5ª ano do Ensino Fundamental”, “Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental”. Já o grupo com os melhores desempenhos possui maiores porcentagens nos níveis de escolaridade finais: “Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade”, “Completou a Faculdade, mas não completou



Figura 21 – Raça ao longo dos Anos - Indicador A

a Pós-graduação” e “Completo a Pós-graduação”.

Na Figura 24 os grupos de municípios foram separados de acordo com o desempenho no indicador B. Para esse indicador é possível notar que as categorias apresentam as mesmas distribuições que o indicador A, quando consideramos os diferentes grupos de desempenhos.

A análise dos dois indicadores agrega uma informação que trás um diferencial que pode ser importante entre os municípios com os melhores desempenhos e os municípios com os piores desempenhos, que é o fato de que os municípios com os piores desempenhos

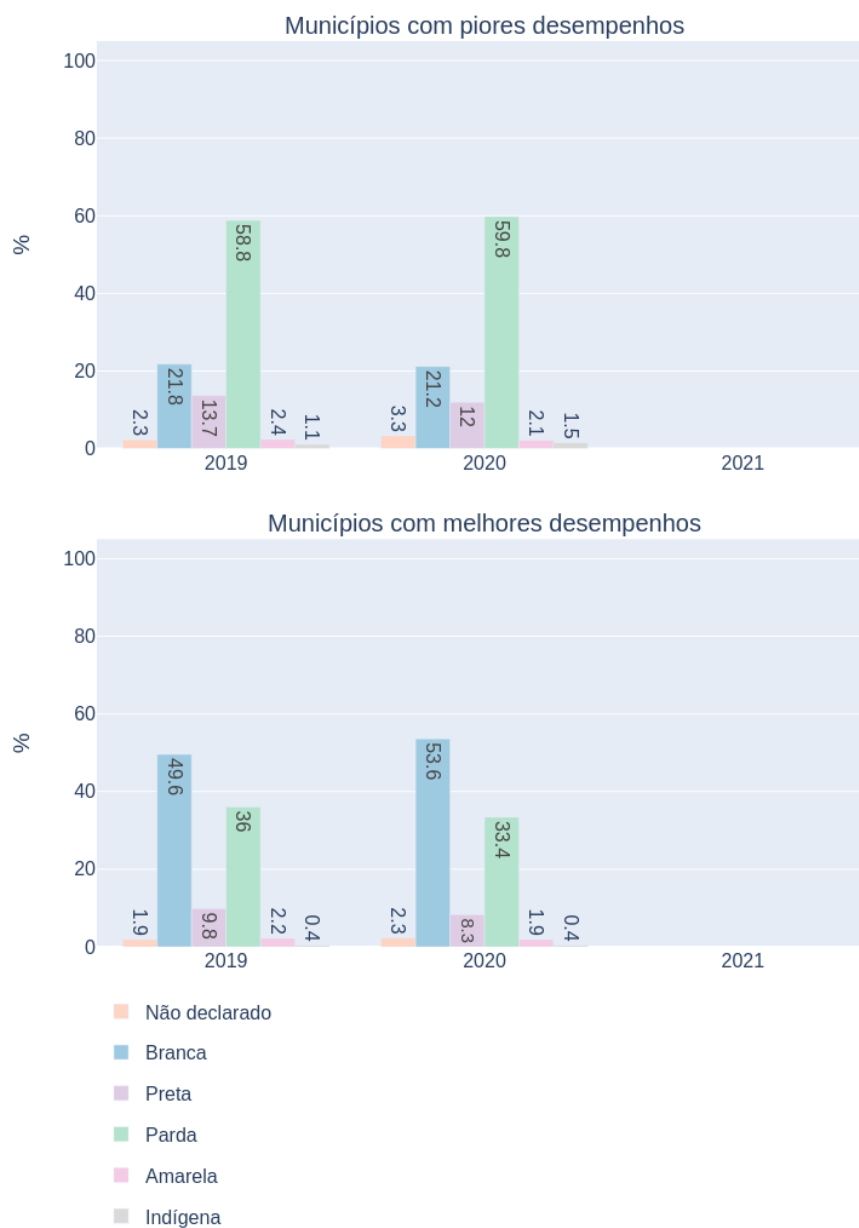


Figura 22 – Raça ao longo dos Anos - Indicador B

possuem mais pais com níveis de escolaridade iniciais. Esses resultados podem indicar que a escolaridade do pai pode influenciar na educação do filho, o que é um fator já esperado pelo senso comum, uma vez que pais com maiores níveis educacionais podem possibilitar maiores oportunidades para os filhos e ampliar o acesso à informação. Dessa forma, o gestor pode utilizar essas análises como base para avaliar medidas para incentivar o estudo desses pais.

As Figuras 25 e 26 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Analisando essas

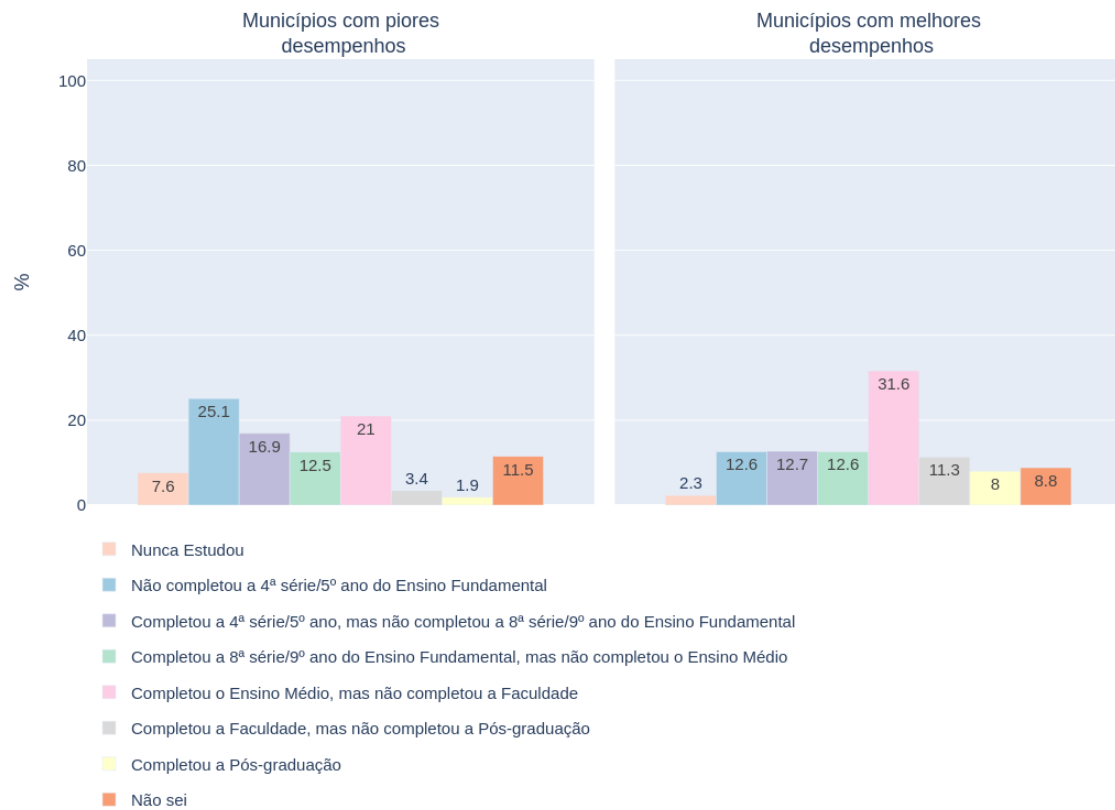


Figura 23 – Escolaridade do Pai - Indicador A

Figuras, é possível identificar que os níveis de escolaridade iniciais estão diminuindo sua representação ao longo do tempo, enquanto os níveis finais estão aumentando. Esse fenômeno acontece tanto para o grupo de municípios com piores desempenhos, quanto para o grupo de municípios com melhores desempenhos. Esse é mais um fator que pode ser utilizado pelos responsáveis pela tomada de decisão para investigar se essa evolução na escolaridade dos pais gerou algum impacto positivo no alcance das metas educacionais do município.

5.3.7 Escolaridade da Mãe

Nas Figuras 27 e 28 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração a escolaridade das mães dos estudantes dos municípios de acordo com as categorias definidas pelo questionário socioeconômico.

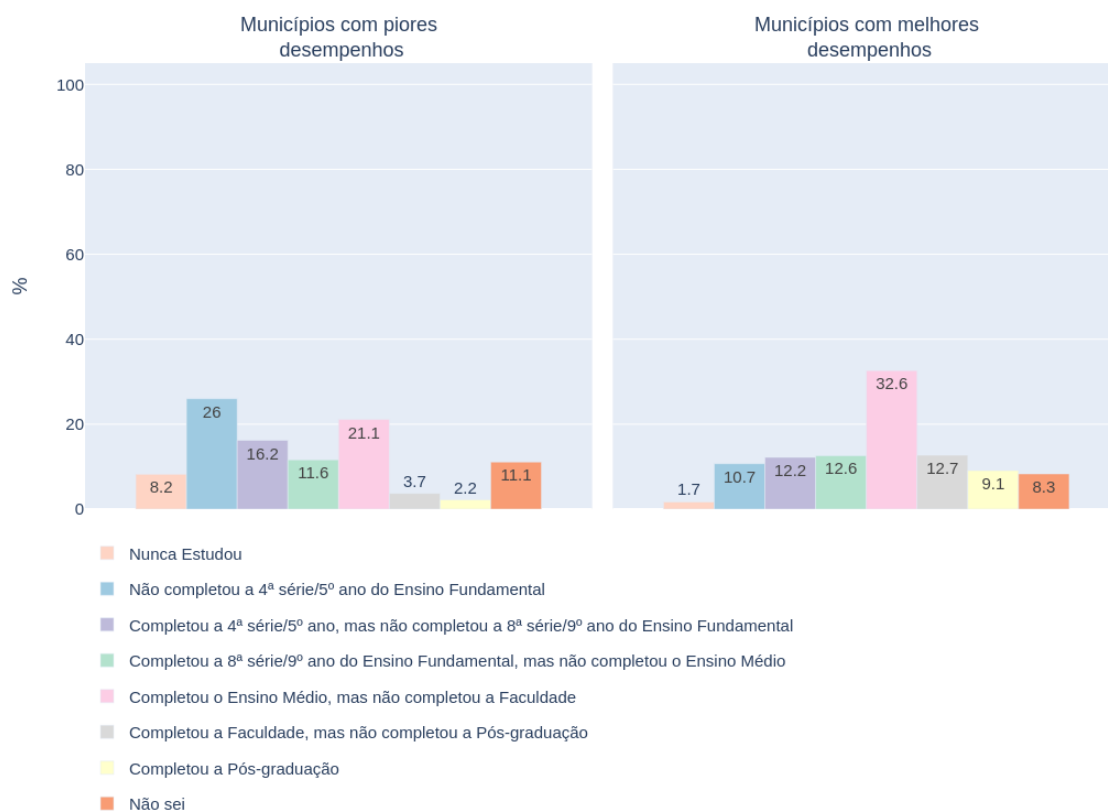


Figura 24 – Escolaridade do Pai - Indicador B

As distribuições das categorias de Escolaridade da Mãe nos grupos de municípios separados levando em consideração os indicadores A e B, são bem semelhantes às distribuições das categorias apresentadas na análise da escolaridade do pai, onde vimos que o grupo de municípios com os piores desempenhos possuem maior concentração de níveis de escolaridade iniciais, enquanto o grupo de municípios com os melhores desempenhos possuem maior concentração de níveis de escolaridade finais. Dessa forma, também podemos concluir que o nível de escolaridade da mãe pode estar relacionado com a não realização da matrícula do filho na escola e, conseqüentemente, com a dificuldade no alcance da meta 3.

As Figuras 29 e 30 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Observando essas Figuras é possível verificar que a evolução ao longo dos anos também indica uma diminuição nos níveis de escolaridade iniciais e um aumento nos níveis de escolaridade finais.

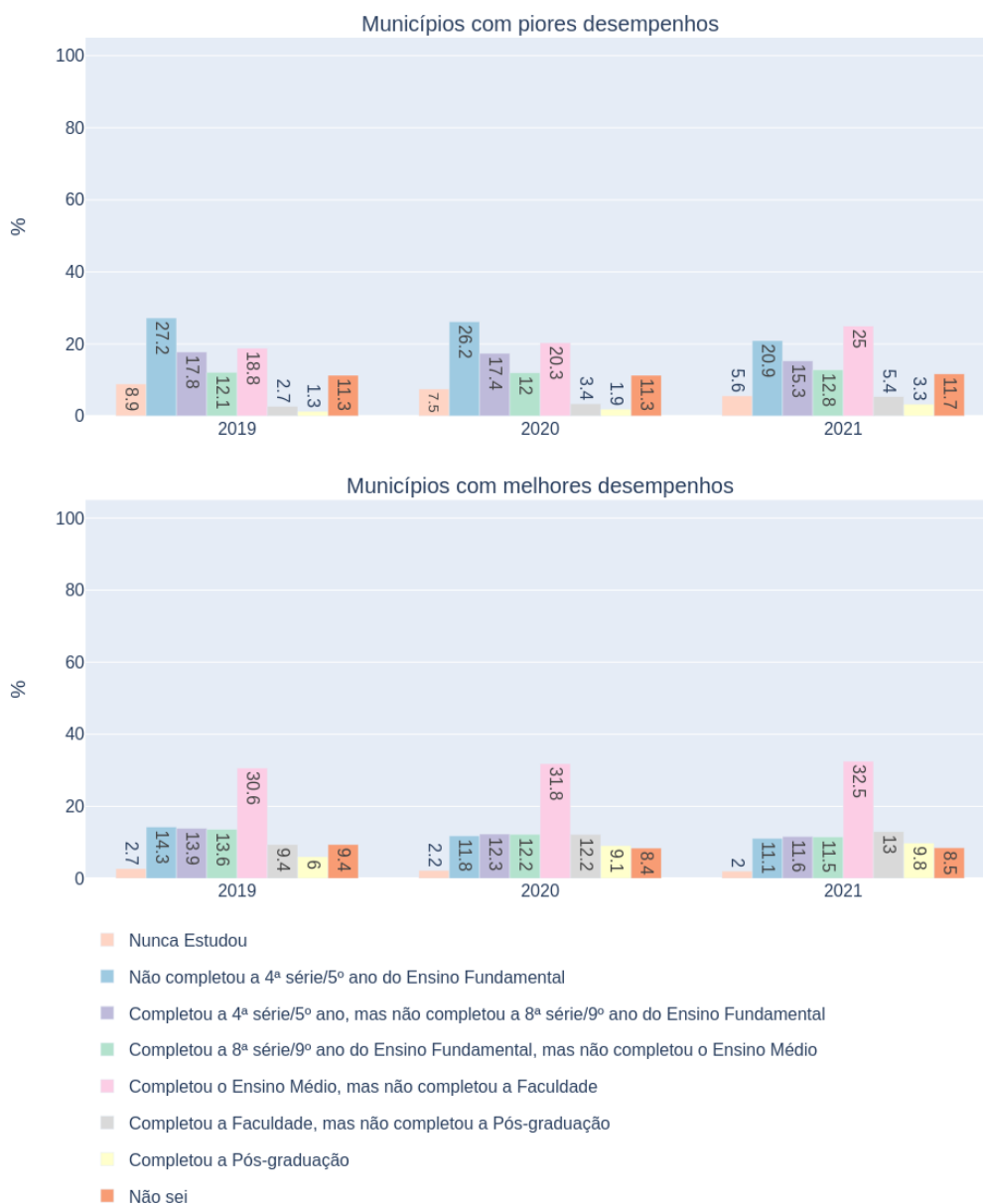


Figura 25 – Escolaridade do Pai ao longo dos Anos - Indicador A

5.3.8 Renda Mensal da Família

Nas Figuras 31 e 32 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas figuras, foi realizada a comparação levando em consideração a renda mensal das famílias dos municípios.

Na Figura 31 temos os grupos de municípios divididos de acordo com o desempenho no indicador A. Analisando essa Figura é possível notar que as três primeiras categorias



Figura 26 – Escolaridade do Pai ao longo dos Anos - Indicador B

de renda (“Nenhuma Renda”, “De R\$ 1.100,01 até R\$ 1.650,00” e “De R\$ 1.650,01 até R\$ 2.200,00”) possuem maior porcentagem no grupo de municípios com piores desempenhos, enquanto as outras cinco categorias, que representam categorias de renda mais alta, possuem maior porcentagem no grupo de municípios com os melhores desempenhos. Inclusive, a categoria com a maior porcentagem no grupo de municípios com melhores desempenhos é a categoria de renda mais alta: “Maior que R\$ 5.500,00”. Esse mesmo cenário se repete na Figura 32, onde os grupos com diferentes desempenhos foram divididos de acordo com o indicador B.

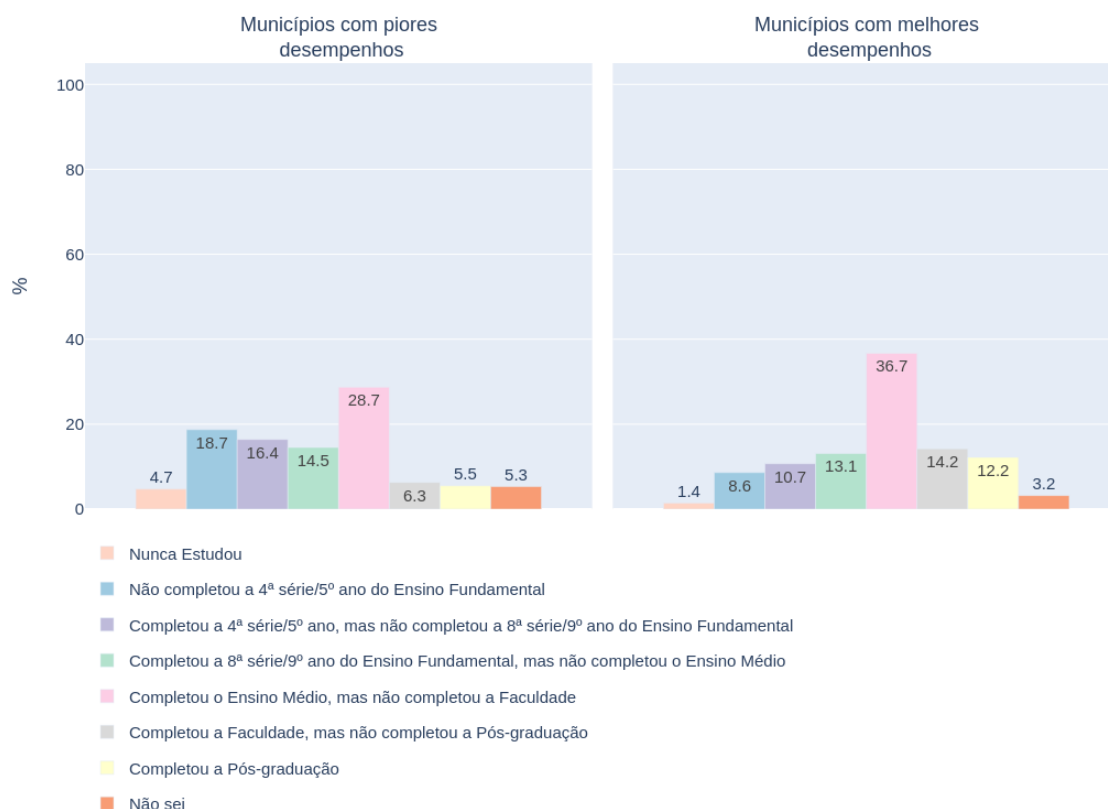


Figura 27 – Escolaridade da Mãe - Indicador A

Dessa forma, pode-se suspeitar que os esforços necessários para o alcance da meta 3 ultrapassa as questões educacionais e pode ser influenciado também por questões sociais, como a renda das famílias do município. Essa conclusão faz sentido, uma vez que estudantes de níveis socioeconômicos mais baixos podem precisar trabalhar para auxiliar na composição da renda da família, o que pode levar a uma maior demora na conclusão dos seus estudos ou até mesmo ao abandono escolar. Levando essas análises em consideração, fica evidente a necessidade da elaboração de estratégias que auxiliem essa parcela da população.

As Figuras 33 e 34 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Observando essas Figuras é possível notar que as categorias de renda mais alta (“De R\$ 4.400,01 até R\$ 5.500,00” e “Maior que R\$ 5.500,00”) parecem estar aumentando sua representatividade nos dois grupos de municípios ao longo dos anos. Desta forma, pode ser interessante avaliar se este aumento indica uma evolução nos níveis socioeconômicos da população e como isso vem impactando nas metas educacionais dos municípios.

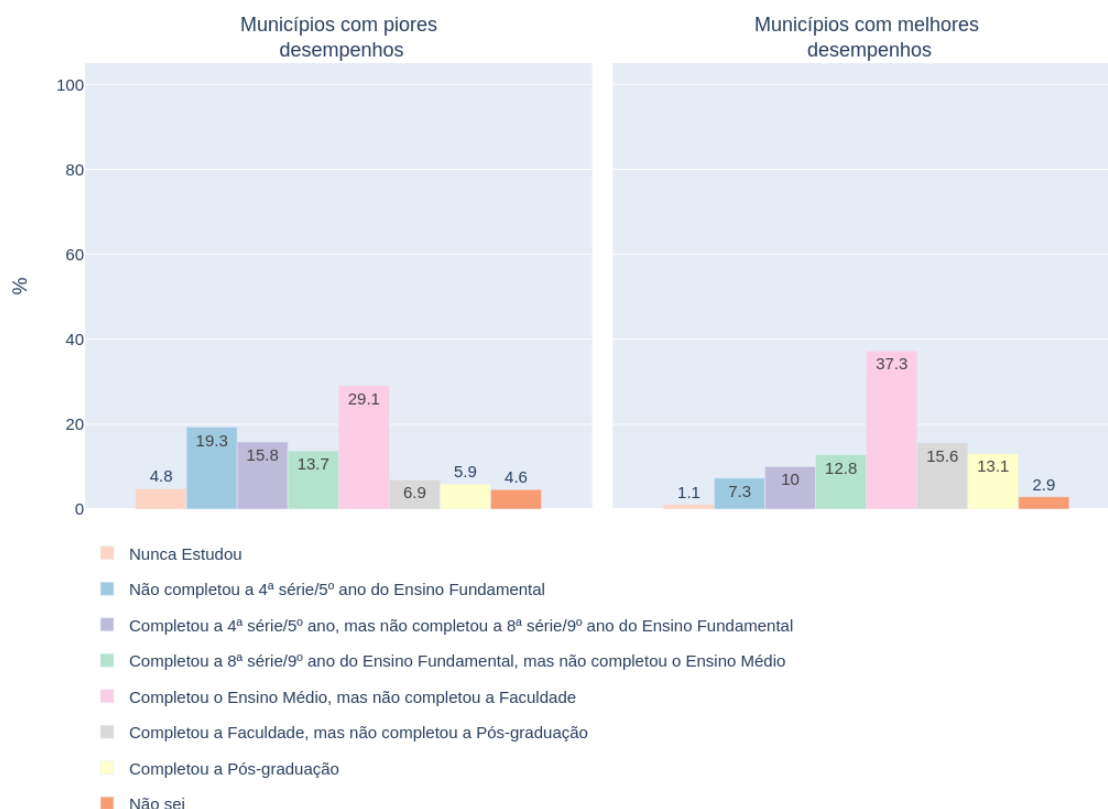


Figura 28 – Escolaridade da Mãe - Indicador B

5.3.9 Acesso à Internet

Nas Figuras 35 e 36 estão apresentadas as comparações dos grupos de municípios com os melhores e os piores desempenhos obtidos nos indicadores A e B, respectivamente. Nessas Figuras, foi realizada a comparação levando em consideração se o estudante possui acesso à internet na sua residência.

Essas Figuras apresentam os grupos separados de acordo com o desempenho nos indicadores A e B da meta 3 do PNE. Os pares de grupos separados de acordo com os dois indicadores possuem distribuição semelhante. Tanto no grupo de municípios com piores desempenhos, quanto no grupo de municípios com melhores desempenhos, a porcentagem de residências com acesso à internet é maior do que a porcentagem de residências sem acesso à internet. No entanto, o grupo de municípios com melhores desempenhos chega a possuir mais de 20% de residências com acesso à internet do que o grupo de municípios com os piores desempenhos. Dessa forma, o acesso à internet parece ser um fator significativo no alcance dos indicadores da meta 3 e, por isso, deve ser considerado pelos gestores educacionais durante a sua tomada de decisão.

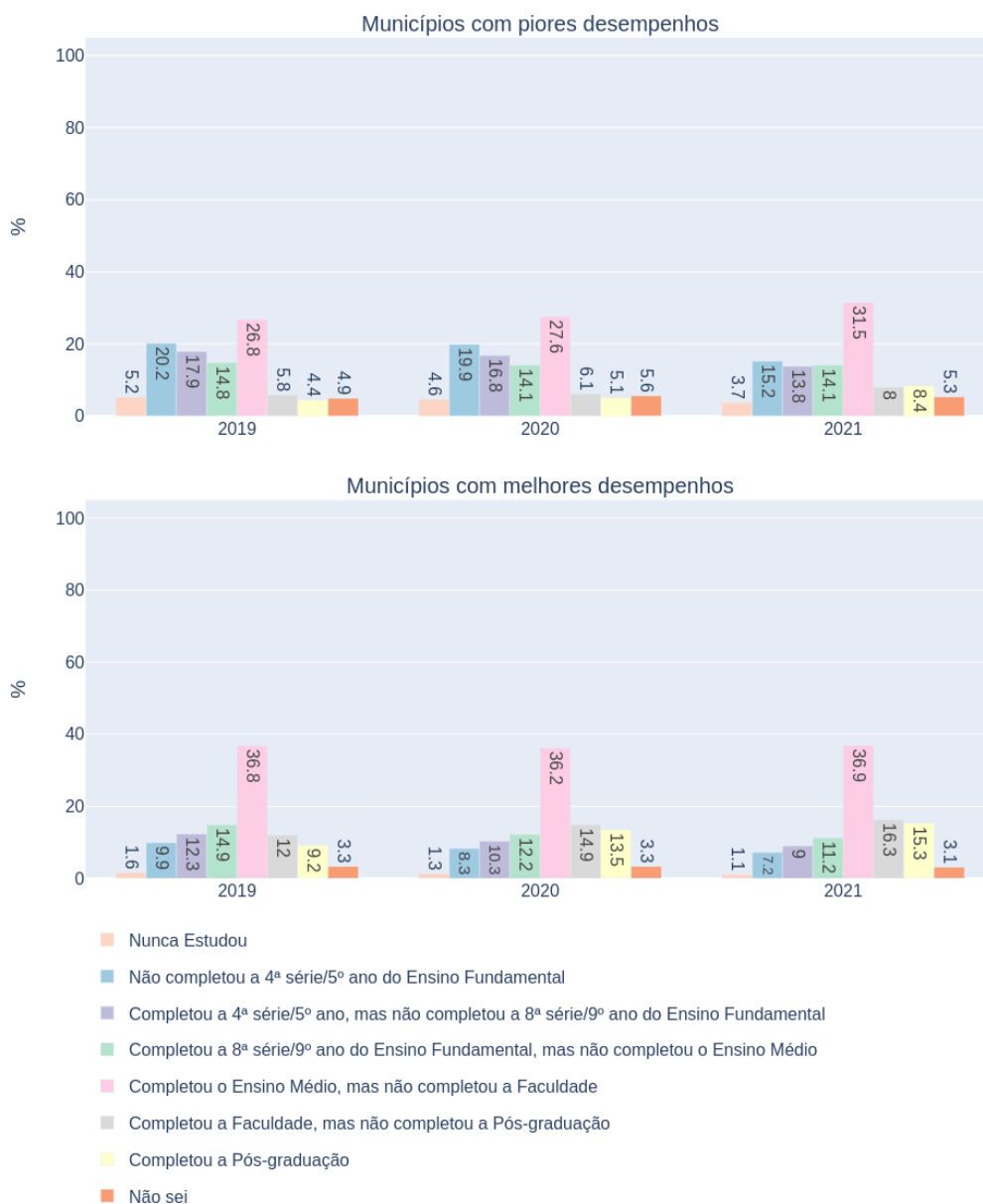


Figura 29 – Escolaridade do Mãe ao longo dos Anos - Indicador A

Já as Figuras 37 e 38 apresentam a comparação entre os grupos de municípios com diferentes desempenhos nos indicadores A e B ao longo dos anos. Ao observar as Figuras, é possível perceber que a porcentagem de residências com acesso à internet vem aumentando nos dois grupos de municípios ao longo dos anos. Além disso, também é possível perceber que a diferença na porcentagem de residências com acesso à internet nos grupos com diferentes desempenhos vem diminuindo. Dessa forma, o acesso à internet nas residências pode ser um fator que já vem sendo explorado pelos gestores dos municípios.



Figura 30 – Escolaridade do Mãe ao longo dos Anos - Indicador B

5.4 Avaliação da Solução Proposta

Nas seções anteriores foram apresentadas visualizações e análises que buscam responder a pergunta de pesquisa 1 elaborada para este trabalho, que está relacionada com a proposta de uma solução para utilizar dados do questionário socioeconômico do ENEM para oferecer suporte à tomada de decisão no alcance de metas educacionais. Essa solução utiliza uma metodologia baseada em quartis para separar grupos de municípios de acordo com os seus desempenhos no alcance dos indicadores que definem a meta 3

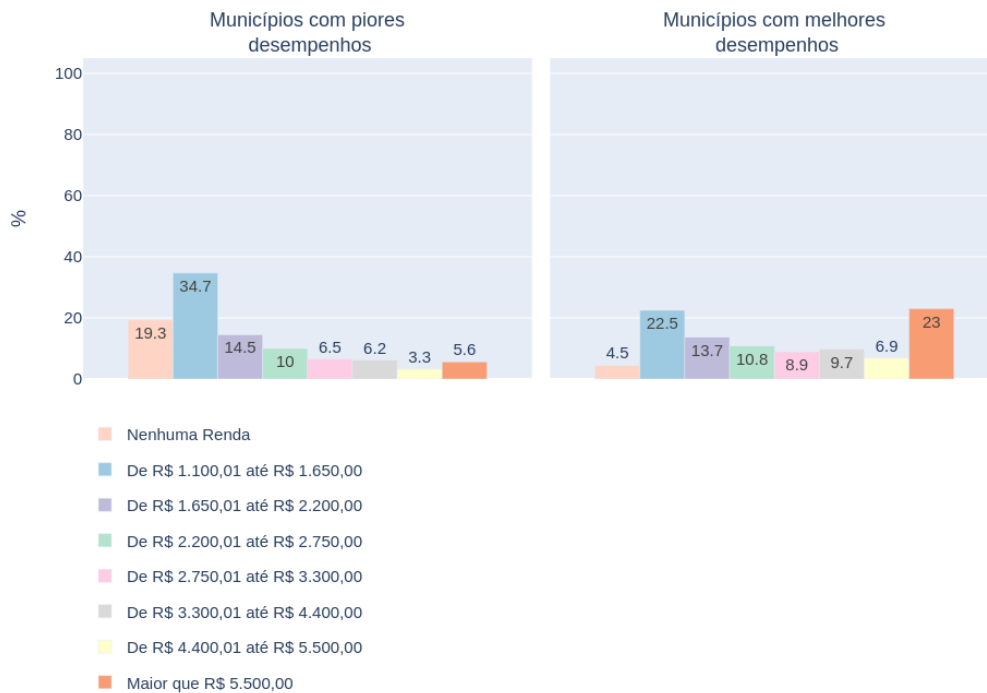


Figura 31 – Renda Mensal - Indicador A

do PNE. Em seguida, esses grupos são comparados através de visualizações que utilizam como base as informações coletadas através do questionário socioeconômico do ENEM.

A pergunta de pesquisa 2 elaborada para este trabalho, busca avaliar a utilidade da solução proposta no auxílio à tomada de decisão no contexto educacional. Dessa forma, foi elaborado um formulário do Google Forms com a intenção de avaliar essa solução. Nesta seção serão descritos os resultados das análises das respostas recebidas no formulário. Ao todo foram recebidas 17 respostas no formulário. Na Tabela 6 estão apresentadas a quantidade de respostas por escolaridade. O nível de escolaridade mais frequente dos participantes da avaliação foi o Doutorado, representando 41.18% das respostas do formulário. Em seguida foi o Mestrado, com 29.41% das respostas.

Já a tabela 7 apresenta as graduações dos participantes da avaliação. Através da tabela é possível notar que a maioria dos participantes da avaliação são provenientes dos cursos da área de tecnologia: Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Gestão de Tecnologia da Informação. Apenas dois cursos se diferenciam dos da área de tecnologia, que são os cursos de Engenharia Elétrica e Comunicação em Mídias Digitais. No entanto esses cursos não tiveram ampla representatividade na avaliação, onde cada um representou apenas 5.88% dos

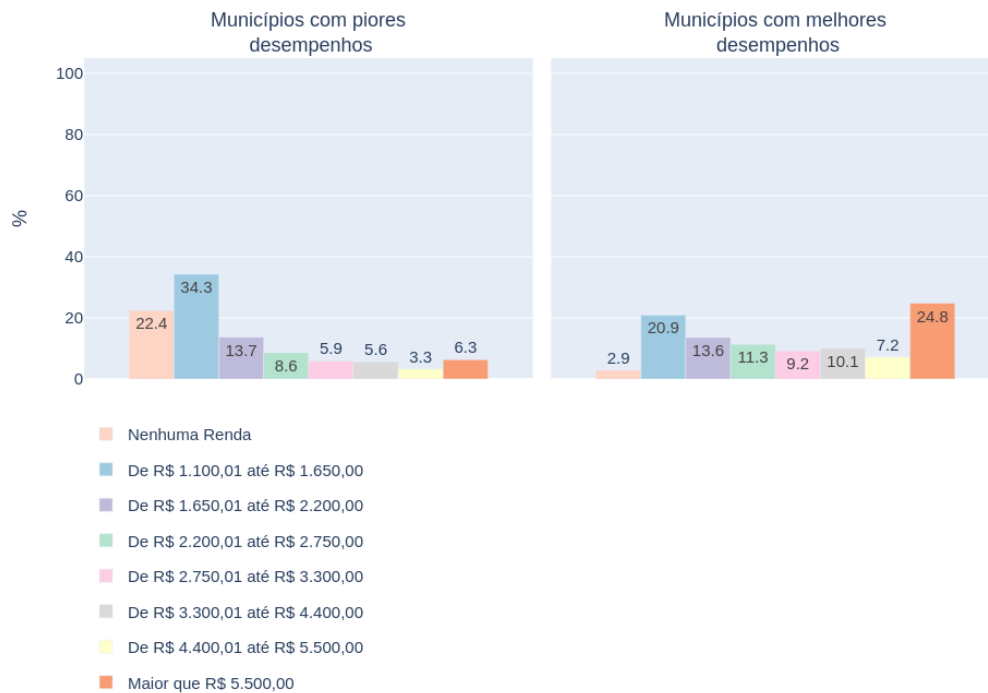


Figura 32 – Renda Mensal - Indicador B

Tabela 6 – Grau de escolaridade dos participantes da avaliação

Escolaridade	%
Doutorado	41.18
Mestrado	29.41
Graduação em andamento	17.65
Graduação	11.76
Especialização	0

participantes.

A tabela 8 apresenta as distribuições das áreas de estudo ou pesquisa dos participantes da avaliação. Nessa pergunta os participantes puderam selecionar mais de uma área de estudo ou pesquisa na sua resposta. Observando a tabela é possível visualizar que as áreas de pesquisa mais frequentes foram “Análise de Dados” e “Educação” com 64.70% e 52.94% de representação, respectivamente. Ou seja, pelo menos mais da metade dos participantes da avaliação pesquisam nessas áreas. Esse é um ponto importante para a avaliação desse trabalho, uma vez que a solução proposta relaciona essas duas áreas.

As perguntas do formulário foram separadas em duas seções e foram elaboradas

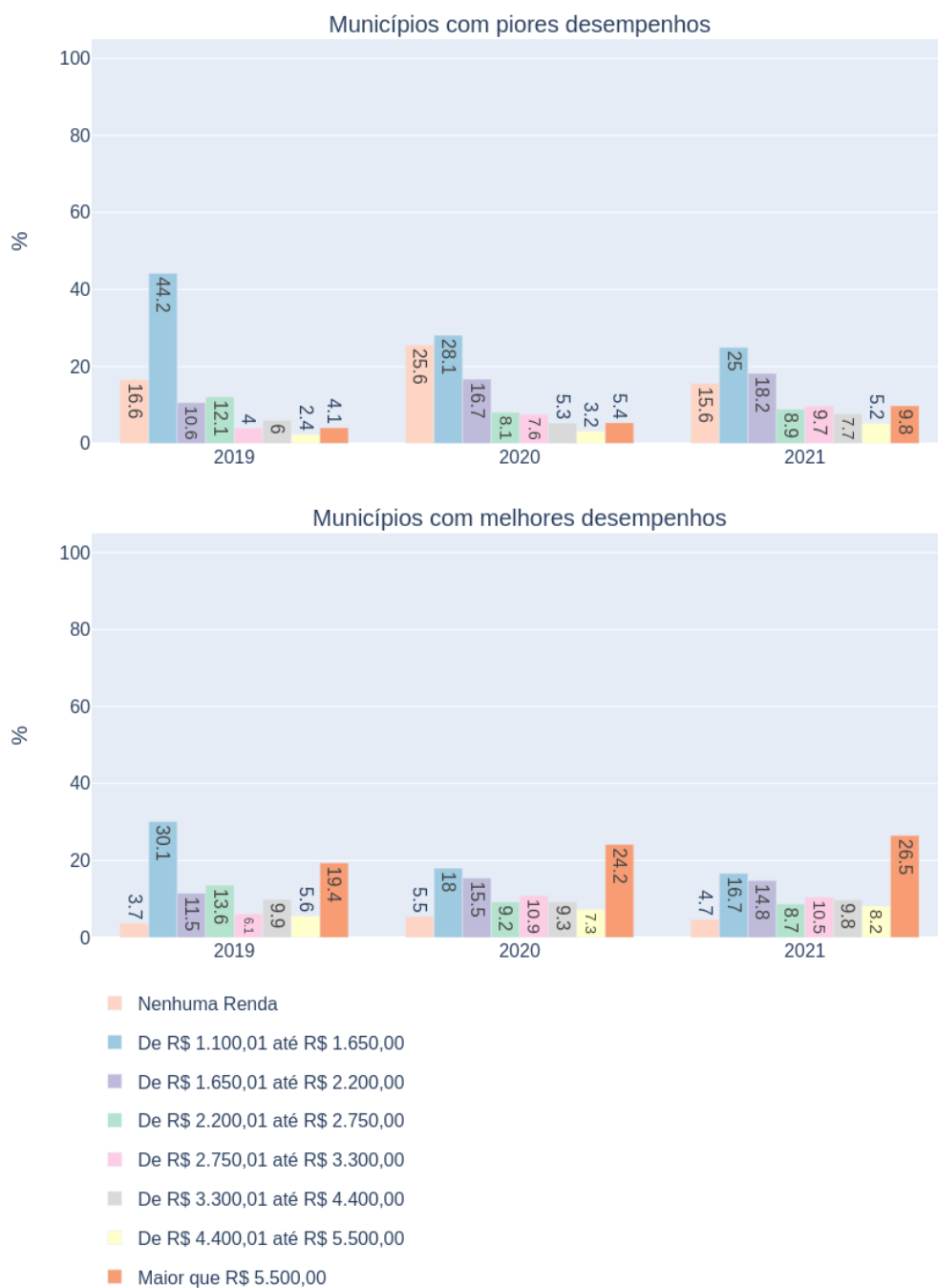


Figura 33 – Renda Mensal ao longo dos Anos - Indicador A

com a intenção de avaliar se os participantes conseguiriam entender as visualizações propostas e o conceito aplicado no desenvolvimento da mesma. No início de cada seção foi descrita a meta educacional que o participante poderia tomar como base caso ele fosse o responsável pela tomada de decisão naquele contexto.

Na primeira seção foram apresentadas as perguntas relacionadas as visualizações

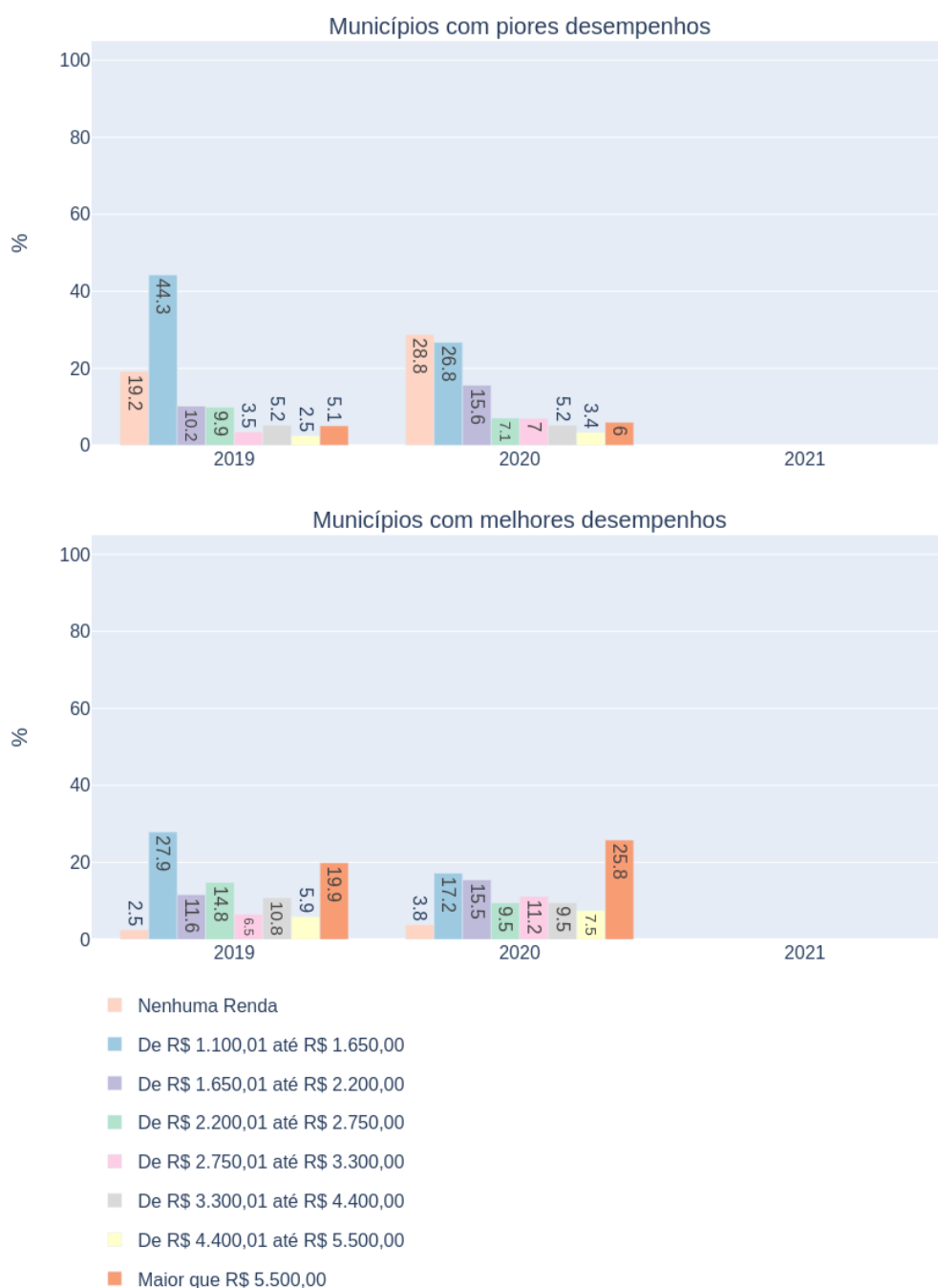


Figura 34 – Renda Mensal ao longo dos Anos - Indicador B

que utilizam o retrato médio do desempenho do município e na segunda seção foram apresentadas as perguntas relacionadas as visualizações que utilizam o desempenho separado ao longo dos anos. As seções foram separadas dessa forma por considerarmos que as visualizações que apresentam o desempenho separado por anos são mais complexas e necessitam de mais análises, por apresentar mais conteúdo.

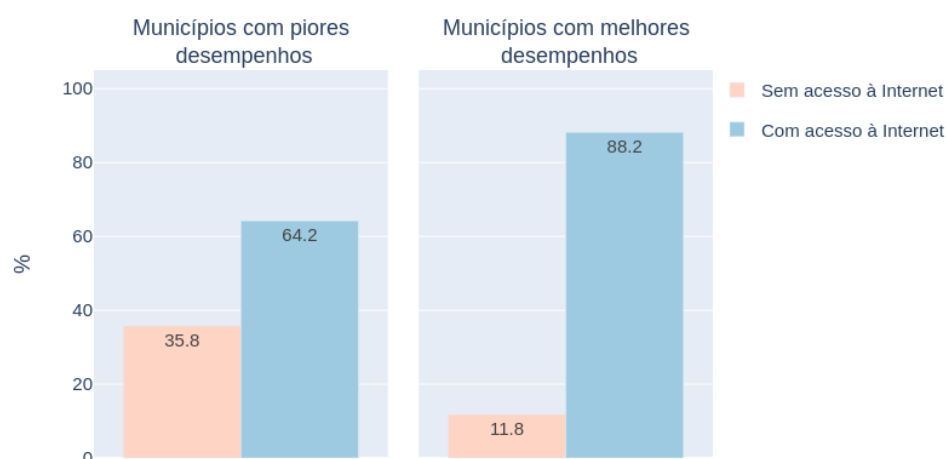


Figura 35 – Acesso à Internet - Indicador A

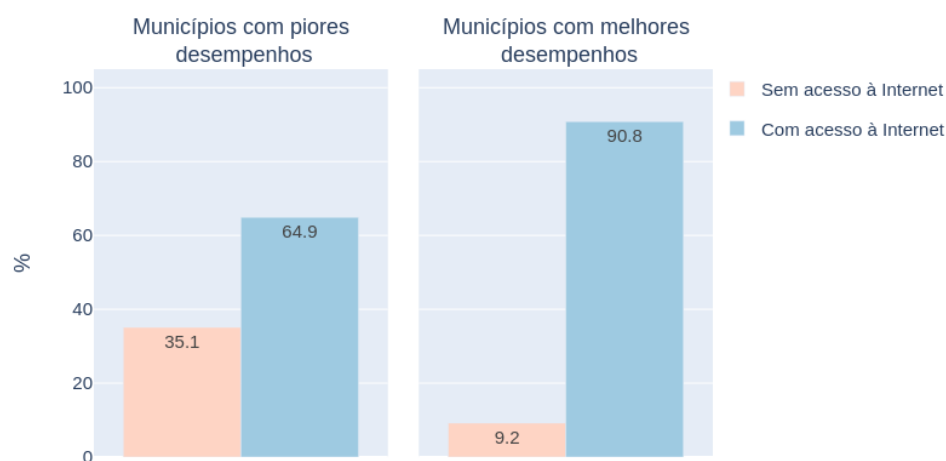


Figura 36 – Acesso à Internet - Indicador B

5.4.1 Primeira seção do formulário de Avaliação

Na primeira seção as perguntas foram elaboradas com base nas visualizações que representam um retrato médio dos municípios nos três anos do conjunto de dados. As informações selecionadas para a avaliação foram as seguintes: Acesso à Internet, Tipo de Administração da Escola dos municípios e Renda Mensal da Família. A seguir serão apresentadas as perguntas elaboradas e serão analisadas as respostas dos participantes para essas perguntas.

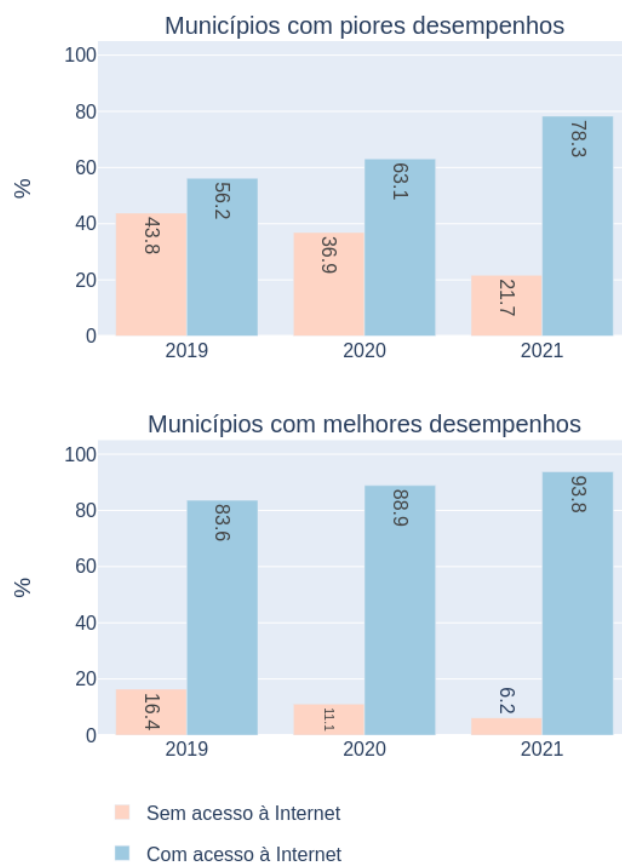


Figura 37 – Acesso à Internet ao longo dos Anos - Indicador A

Tabela 7 – Graduação dos participantes da avaliação

Graduação	%
Ciência da Computação	52.94
Sistemas de Informação	23.53
Análise e Desenvolvimento de Sistemas	5.88
Gestão de Tecnologia da Informação	5.88
Engenharia Elétrica	5.88
Comunicação em Mídias Digitais	5.88

A primeira pergunta buscou verificar o entendimento dos participantes da avaliação a respeito da visualização relacionada com o acesso à internet nas residências dos municípios. A visualização apresentada no formulário foi a ilustrada na Figura 39 e a pergunta realizada foi a seguinte: “Qual a porcentagem de estudantes com acesso à

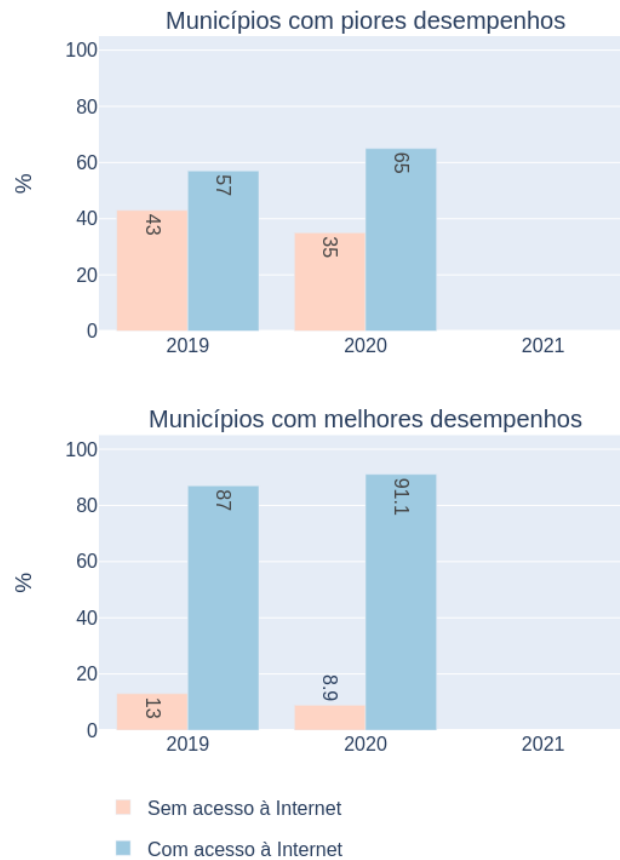


Figura 38 – Acesso à Internet ao longo dos Anos - Indicador B

Tabela 8 – Área de Pesquisa dos participantes da avaliação

Área de Pesquisa	%
Análise de Dados	64.70
Educação	52.94
Visualização de Dados	29.41
Learning Analytics	23.53
Inteligência Artificial	23.53
Aprendizado de Máquina	5.88

internet nos municípios com os piores desempenhos?”.

Foram oferecidas 4 opções de respostas para os participantes e a resposta correta era a opção 64.2%. Na Figura 40 temos o gráfico que representa as respostas dos participantes para essa pergunta. Analisando o gráfico é possível verificar que 100%

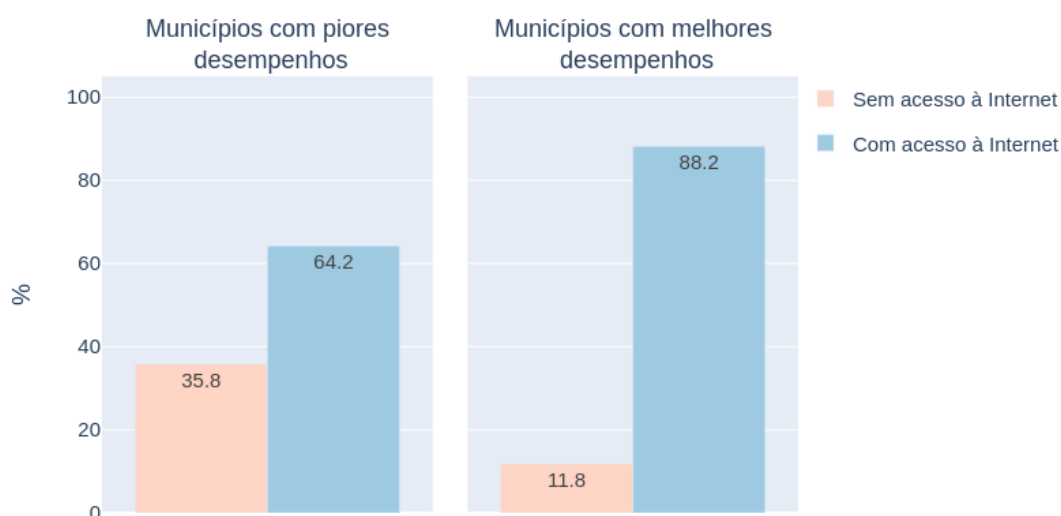


Figura 39 – Acesso à Internet - Indicador A

dos participantes que responderam o formulário conseguiram responder a pergunta corretamente.

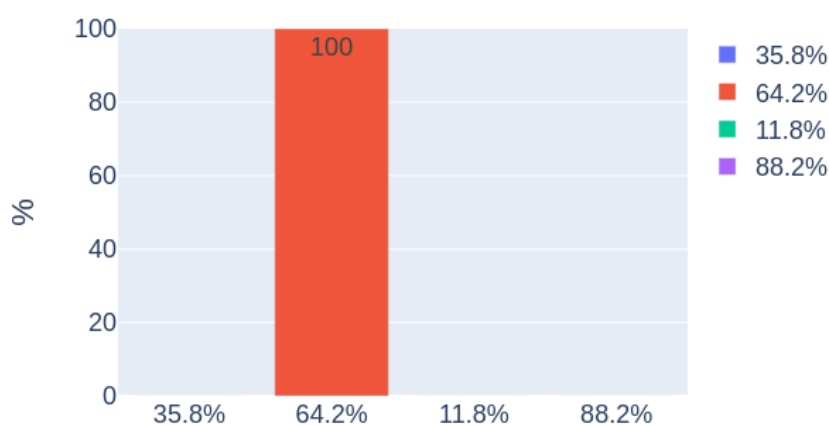


Figura 40 – Qual a porcentagem de estudantes com acesso à internet nos municípios com os piores desempenhos?

A próxima pergunta também foi elaborada com base na visualização apresentada na Figura 39 e perguntava o seguinte: “Qual a porcentagem de estudantes sem acesso à internet nos municípios com os melhores desempenhos?”. A resposta correta era 11.8%. O gráfico da Figura 41 apresenta os resultados da avaliação para essa pergunta e é possível

visualizar que 100% dos participantes responderam a pergunta corretamente.

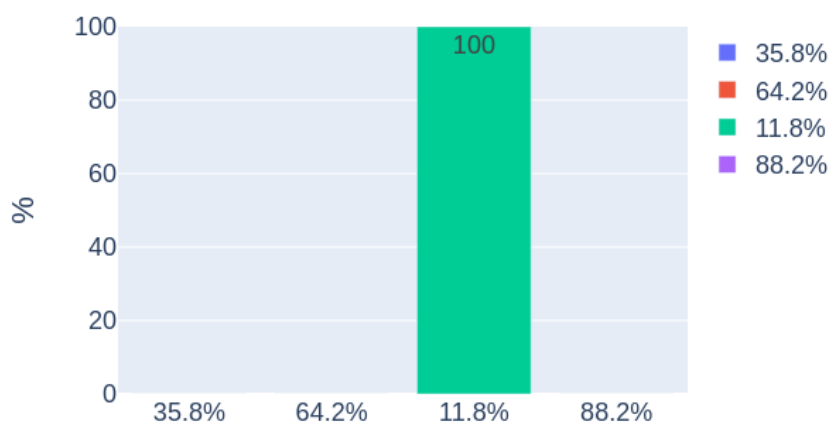


Figura 41 – Qual a porcentagem de estudantes sem acesso à internet nos municípios com os melhores desempenhos?

A última pergunta relacionada com a visualização de acesso à internet apresentada na figura 39 buscava avaliar a utilidade da visualização para a tomada de decisão no contexto da meta educacional inicialmente descrita e dizia o seguinte: “Se você fosse a pessoa responsável pela tomada de decisão no contexto da meta educacional anteriormente descrita, o quão útil você consideraria a visualização apresentada acima?”.

Essa pergunta apresentou uma escala de 5 níveis como opção de resposta e o gráfico apresentado na Figura 42 apresenta os resultados. Através do gráfico é possível visualizar que 17.6% dos participantes votaram no nível 3, um ponto mediano da escala. No entanto, 58.8% dos participantes votaram no nível 4 e 23.5% votaram no nível 5. Ou seja, mais da metade dos participantes votaram nos níveis superiores da escala, o que pode indicar um bom nível de utilidade para a visualização apresentada.

As próximas perguntas foram baseadas na visualização apresentada na Figura 43 e buscaram avaliar o entendimento dos participantes a respeito da visualização relacionada com o tipo de administração das escolas dos municípios.

A primeira pergunta dizia o seguinte: “Qual o tipo de administração escolar com maior percentual entre os municípios com os piores desempenhos?”. A resposta para essa pergunta seria a categoria “Estadual” e através da Figura 44 é possível verificar que 100% dos participantes responderam essa pergunta corretamente.

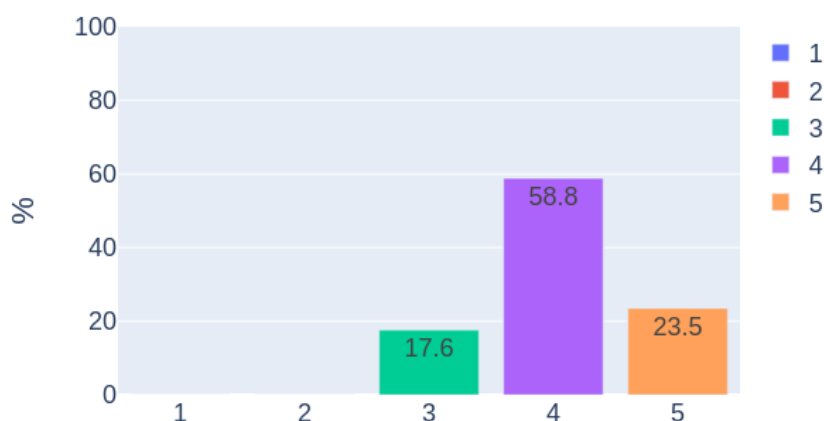


Figura 42 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada ao acesso à internet dos municípios

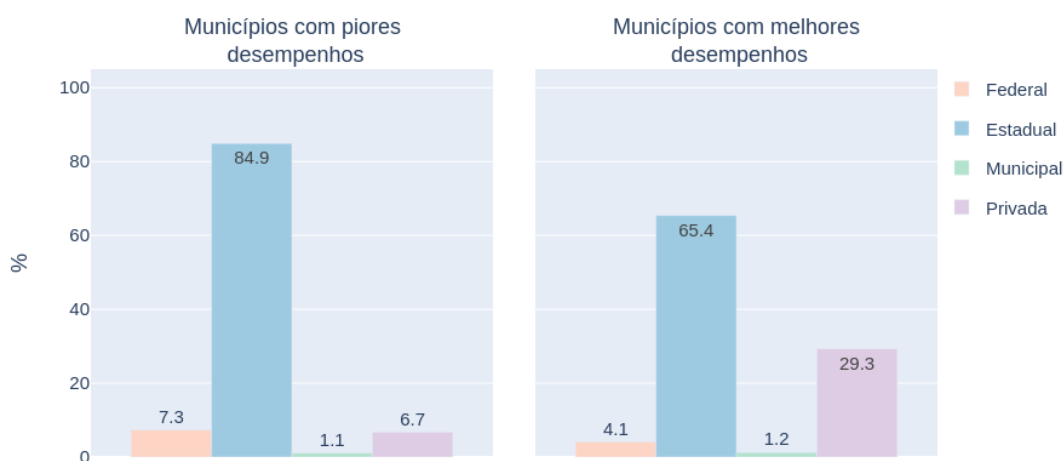


Figura 43 – Tipo de Administração - Indicador B

A segunda pergunta a respeito da visualização relacionada ao tipo de administração das escolas foi a seguinte: “Qual a porcentagem de escolas privadas dos municípios com os melhores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta era 29.3% e através da Figura 45 é possível visualizar que mais uma vez 100% dos participantes responderam corretamente.

Por último, buscou-se avaliar a utilidade da visualização relacionada ao tipo de administração das escolas dos municípios através da seguinte pergunta: “Se você fosse a pessoa responsável pela tomada de decisão no contexto da meta educacional anteriormente

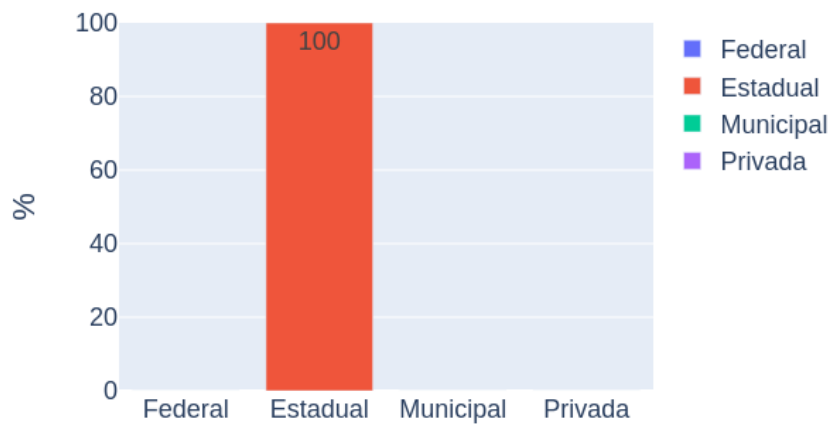


Figura 44 – Qual o tipo de administração escolar com maior percentual entre os municípios com os piores desempenhos?

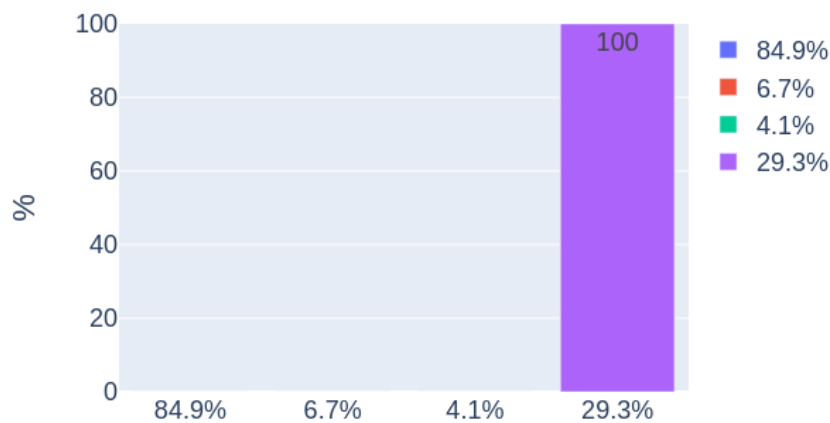


Figura 45 – Qual a porcentagem de escolas privadas dos municípios com os melhores desempenhos?

descrita, o quão útil você consideraria a visualização apresentada acima?”.

O resultado das respostas dos participantes para essa pergunta está apresentado no gráfico da Figura 46. Observando esse gráfico é possível visualizar que 11.8% dos participantes votaram no nível 2, 5.9% votaram no nível 3 (ponto mediano da escala), 64.7% votaram no nível 4 e 17.6% votaram no nível 5. Apesar de alguns participantes terem votado no nível inferior da escala, a maioria continua votando nos níveis superiores, que indicam um bom nível de utilidade para a visualização.

Em seguida foi apresentada a visualização da Figura 47 que está relacionada

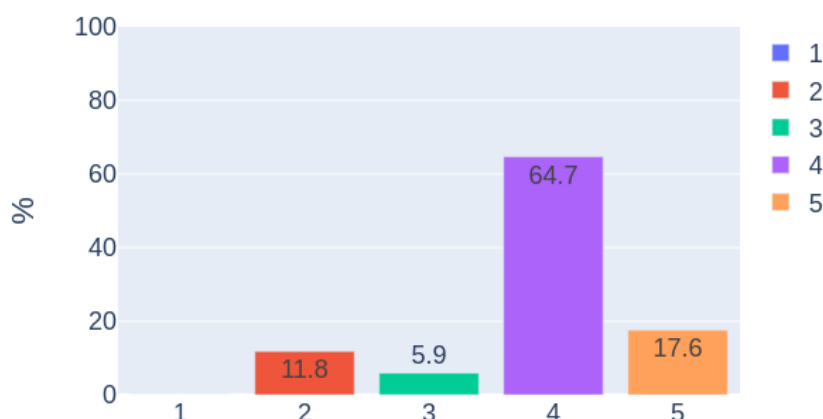


Figura 46 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada ao tipo de administração das escolas dos municípios

com a renda mensal das famílias dos municípios. A primeira pergunta a respeito dessa visualização dizia o seguinte: “Qual a faixa de renda com maior percentual entre os municípios com os piores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta seria a categoria “De R\$ 1.100,01 até R\$ 1.650,00”. Na Figura 48 está o gráfico obtido através das respostas dos participantes, onde podemos verificar que mais uma vez tivemos 100% das respostas corretas.

A próxima pergunta relacionada com a renda mensal das famílias dos municípios foi a seguinte: “Qual a faixa de renda com maior percentual entre os municípios com os melhores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta é a faixa de renda “Maior que R\$ 5.500,00” e a partir da Figura 49, que apresenta o gráfico das respostas dessa pergunta, podemos ver que mais uma vez obtivemos 100% das respostas corretas.

Por último, foi perguntado novamente a respeito da utilidade da visualização apresentada para a tomada de decisão no contexto apresentado: “Se você fosse a pessoa responsável pela tomada de decisão no contexto da meta educacional anteriormente descrita, o quão útil você consideraria a visualização apresentada acima?”.

Na Figura 50 está apresentado o gráfico das respostas obtidas para essa pergunta e através dele podemos ver que apesar de termos algumas respostas no nível inferior e mediano da escala, a maioria das respostas se concentrou nos níveis superiores da escala. Esse fato indica mais uma vez que os participantes consideram um bom nível de utilidade para a visualização.

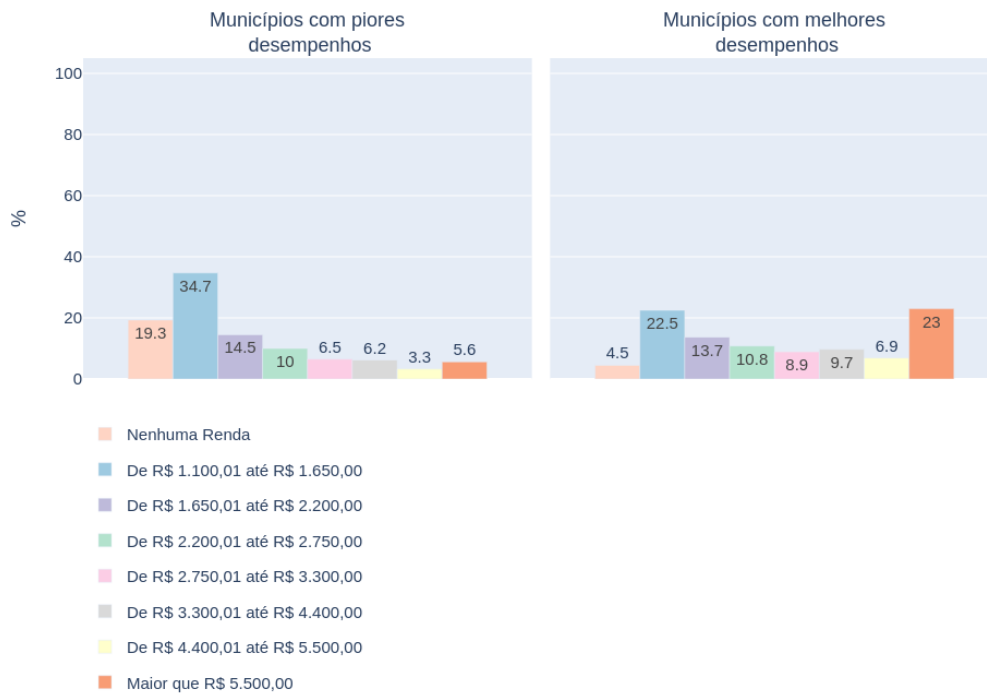


Figura 47 – Renda Mensal - Indicador A

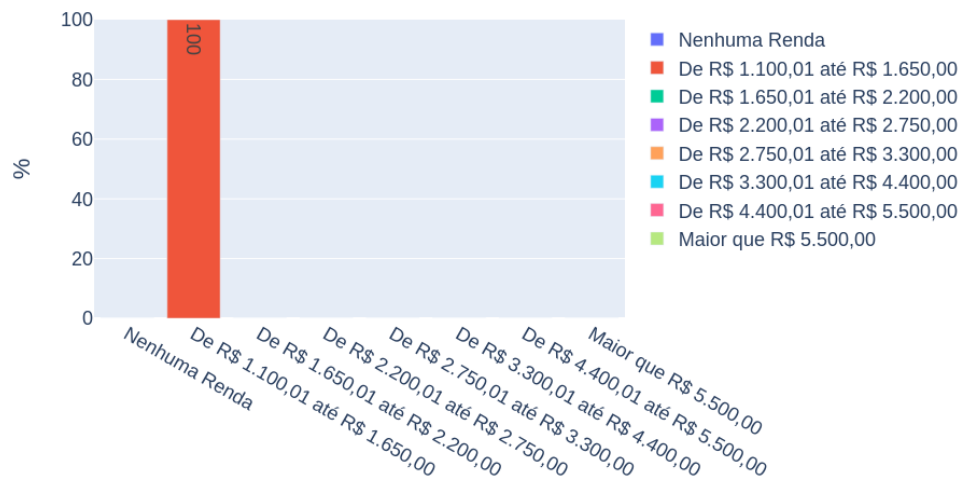


Figura 48 – Qual a faixa de renda com maior percentual entre os municípios com os piores desempenhos?

Essas foram as perguntas elaboradas para primeira seção do formulário que se basearam nas visualizações geradas a partir do retrato médio do desempenho dos municípios ao longo dos três anos. Todas as perguntas que tinham o objetivo de avaliar o entendimento das visualizações por parte dos participantes receberam respostas corretas, o que indica um bom nível de entendimento das visualizações por parte dos participantes. Além disso, nas perguntas que buscaram avaliar a utilidade das visualizações para a

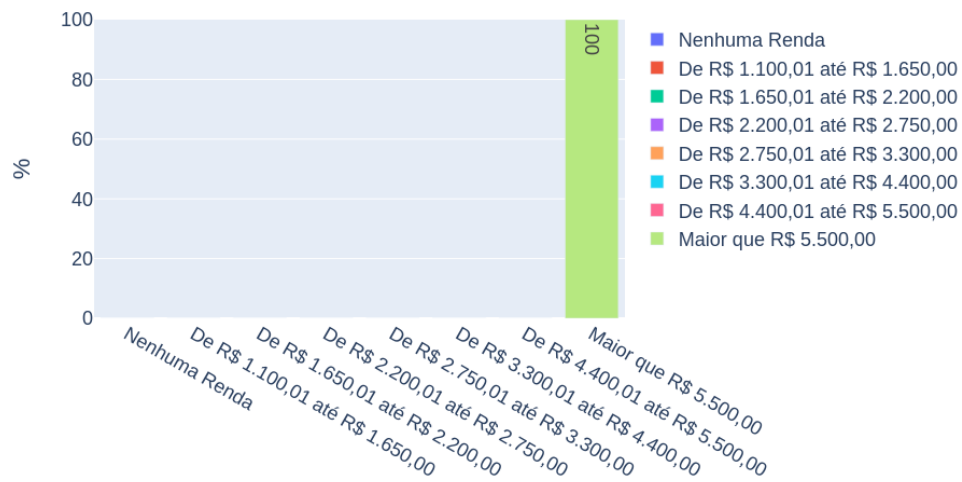


Figura 49 – Qual a faixa de renda com maior percentual entre os municípios com os melhores desempenhos?

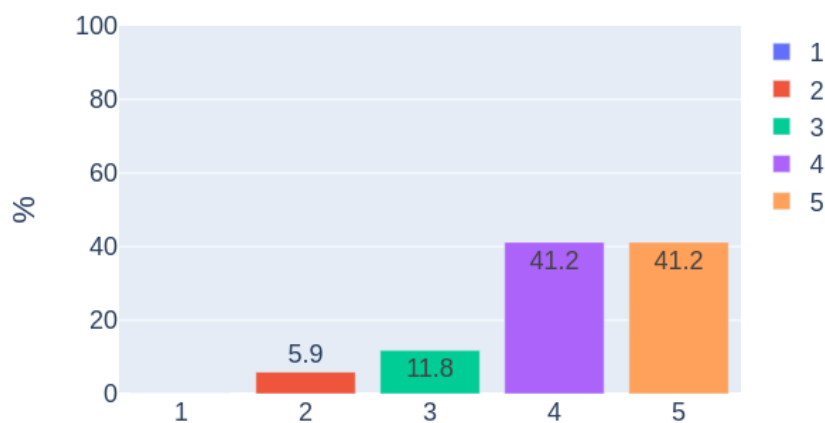


Figura 50 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada à renda mensal das famílias municípios

tomada de decisão referente à meta educacional, recebemos a maioria das respostas nos níveis superiores da escala de 1 a 5. Esse fator demonstra que os participantes da avaliação consideraram que as visualizações da primeira seção apresentam um bom nível de utilidade neste contexto.

5.4.2 Segunda seção do formulário de Avaliação

Na segunda seção as perguntas foram elaboradas baseadas nas visualizações que apresentam as informações dos municípios com diferentes desempenhos separadas por

anos. As informações selecionadas para a avaliação desse cenário foram a Escolaridade da Mãe e a Cor/Raça dos estudantes dos municípios.

Na Figura 51 está apresentada a visualização desenvolvida a partir da Escolaridade da Mãe dos estudantes. A primeira pergunta elaborada a partir dessa visualização foi a seguinte: “No ano de 2021, qual a porcentagem de mães com a escolaridade ‘Completo a Pós-graduação’ nos municípios com os melhores desempenhos?”.

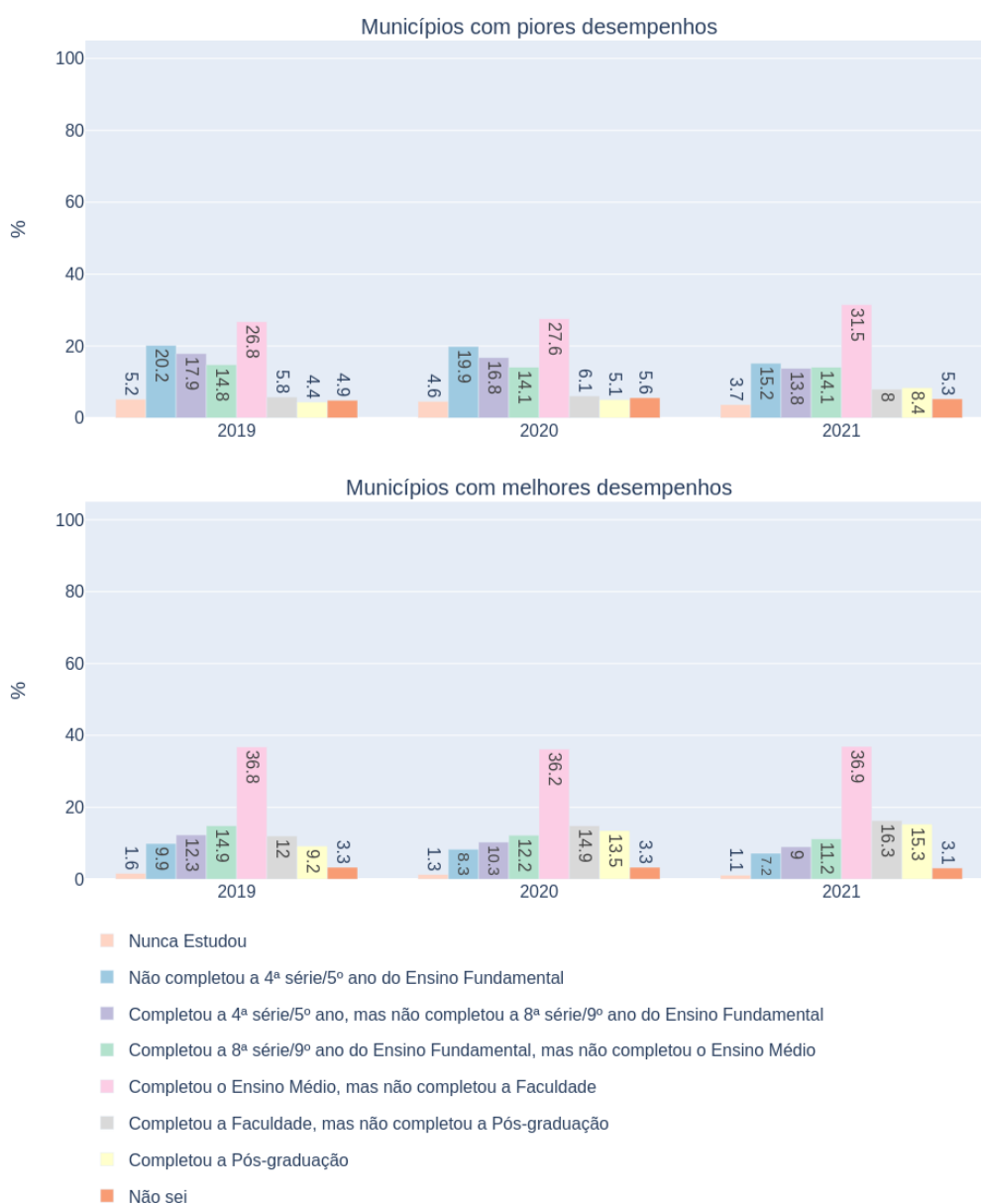


Figura 51 – Escolaridade da Mãe - Indicador A

A resposta correta para essa pergunta seria a opção 15.3%. Na Figura 52 está

o gráfico das respostas dos participantes para essa pergunta. A partir desse gráfico é possível visualizar que 94.1% dos participantes responderam a pergunta corretamente e 5.9% dos participantes erraram a pergunta. O erro nessa pergunta pode ter se dado pelo fato de ter sido o primeiro contato dos participantes com a visualização separada ao longo dos anos, que possui mais informações e necessita de mais análise do que as visualizações anteriores.

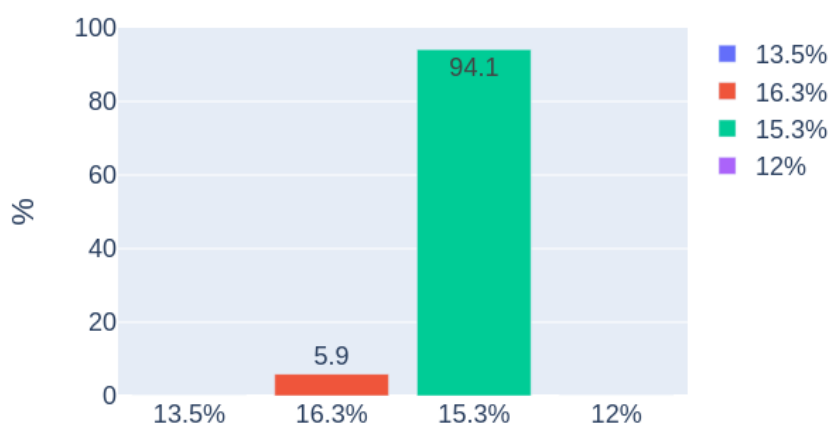


Figura 52 – No ano de 2021, qual a porcentagem de mães com a escolaridade “Completo a Pós-graduação” nos municípios com os melhores desempenhos?

A próxima pergunta tinha o objetivo de avaliar se os participantes conseguiriam analisar a visualização e identificar algum tipo de tendência ao longo dos anos. A pergunta apresentada foi a seguinte: “Ao longo dos anos, o percentual de mães com a escolaridade ‘Completo a Pós-graduação’ vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os melhores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta seria “Crescendo” e através da Figura 53 é possível ver que 100% dos participantes conseguiram respondê-la corretamente.

A próxima pergunta a respeito da escolaridade das mães dos estudantes dizia o seguinte: “No ano de 2021, qual a porcentagem de mães com a escolaridade ‘Nunca Estudou’ nos municípios com os piores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta seria a opção 3.7%. A Figura 54 apresenta o gráfico das respostas dos participantes para essa pergunta e mais uma vez obtivemos 100% de respostas corretas.

Em seguida, foi apresentada a seguinte pergunta: “Ao longo dos anos, o percentual

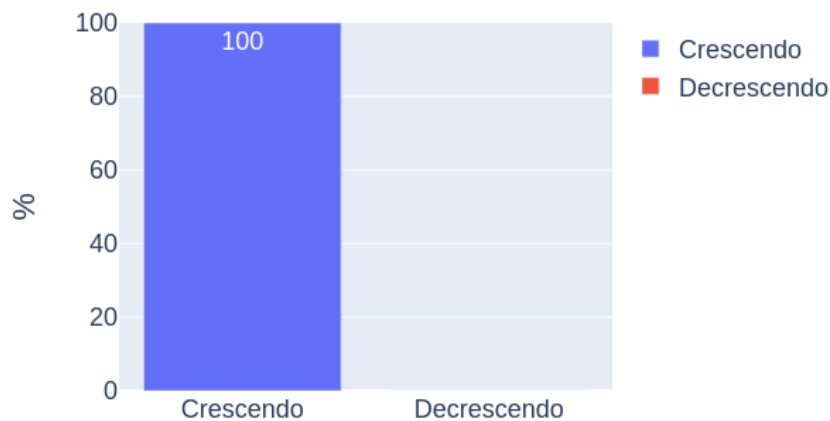


Figura 53 – Ao longo dos anos, o percentual de mães com a escolaridade “Completo a Pós-graduação” vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os melhores desempenhos?

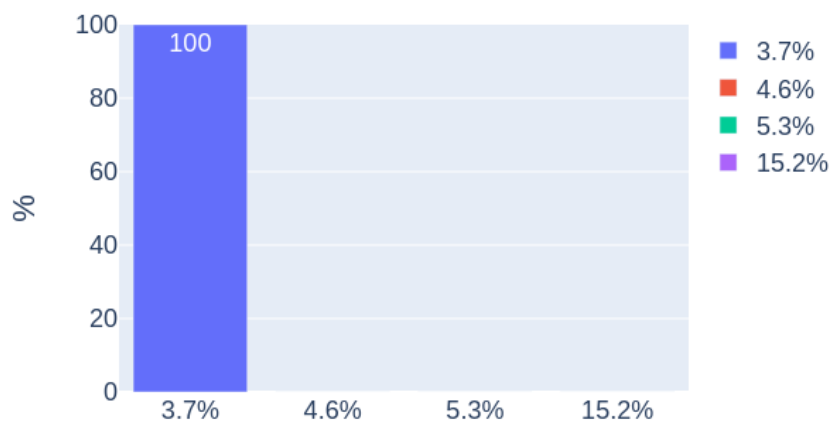


Figura 54 – No ano de 2021, qual a porcentagem de mães com a escolaridade “Nunca Estudou” nos municípios com os piores desempenhos?

de mães com a escolaridade 'Nunca Estudou' vem crescendo ou decrescendo nos municípios os com piores desempenhos?”. Para essa pergunta a resposta correta seria “Decrescendo” e a partir da Figura 55 podemos verificar que 100% dos participantes acertaram a resposta.

Para finalizar as perguntas a respeito da visualização relacionada com a Escolaridade da Mãe dos Estudantes foi apresentada a seguinte pergunta: “Se você fosse a pessoa responsável pela tomada de decisão no contexto da meta educacional anteriormente descrita, o quão útil você consideraria a visualização apresentada acima?”.

Essa pergunta apresenta uma escala de 1 a 5 e na Figura 56 podemos visualizar

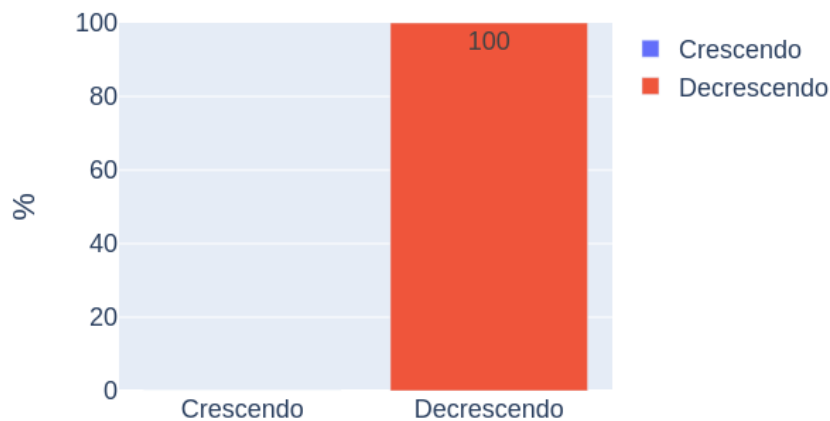


Figura 55 – Ao longo dos anos, o percentual de mães com a escolaridade “Nunca Estudou” vem crescendo ou decrescendo nos municípios os com piores desempenhos?

as respostas dos participantes da avaliação para ela. Através da figura, pode-se ver que 47.1% dos participantes votaram no nível 4 e 41.2% votaram no nível 5. Essas respostas apresentam um bom cenário, onde os participantes da pesquisa parecem considerar a visualização com boa utilidade para a tomada de decisão no contexto educacional.

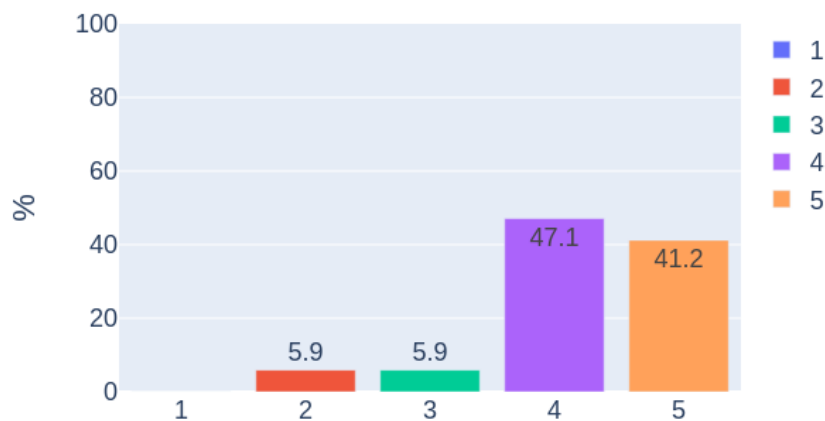


Figura 56 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada à escolaridade das mães dos estudantes dos municípios

Em seguida, foi apresentada a visualização da Figura 57 que apresenta as informações dos municípios levando em consideração a raça dos estudantes dos municípios. A primeira pergunta a respeito dessa visualização foi a seguinte: “No ano de 2020, qual a

porcentagem de estudantes que se reconhecem como pardos nos municípios com os piores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta seria a opção 59.8% e a partir da Figura 58 é possível perceber que 100% dos participantes responderam essa pergunta corretamente.



Figura 57 – Raça - Indicador B

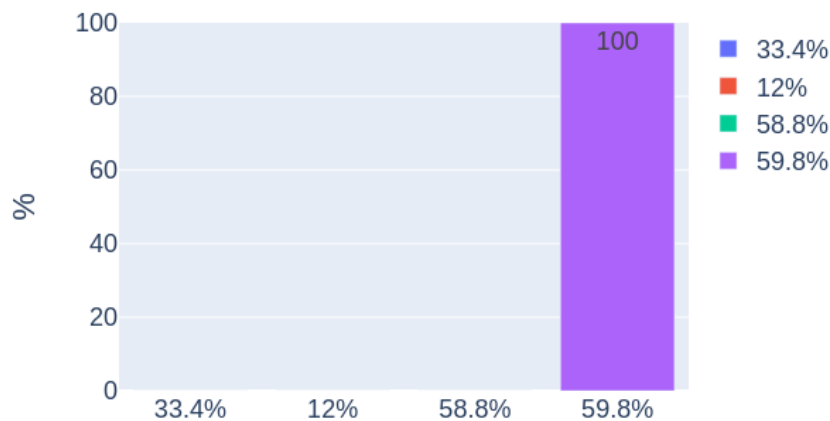


Figura 58 – No ano de 2020, qual a porcentagem de estudantes que se reconhecem como pardos nos municípios com os piores desempenhos?

Logo após, foi apresentada a seguinte pergunta para os participantes: “Ao longo dos anos, o percentual de estudantes que se reconhecem como pardos vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os piores desempenhos?”. A resposta esperada nesse caso seria “Crescendo”. Na Figura 59 se encontra o gráfico das respostas dessa pergunta e verifica-se que 100% dos participantes responderam essa pergunta corretamente.

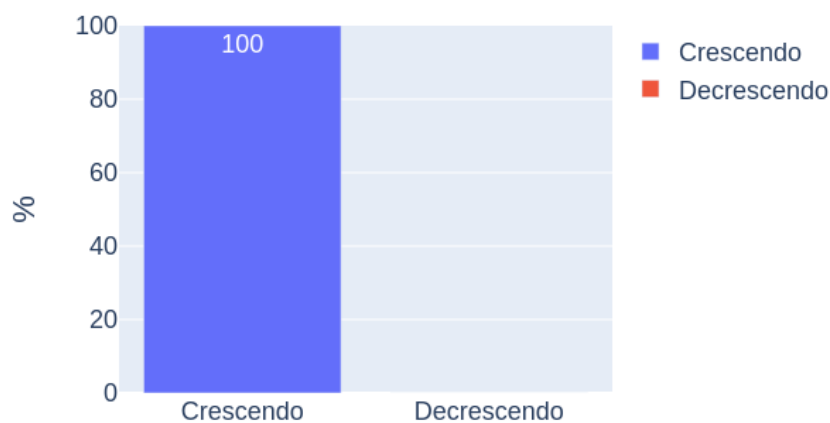


Figura 59 – Ao longo dos anos, o percentual de estudantes que se reconhecem como pardos vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os piores desempenhos?

Ainda levando em consideração a visualização a respeito da raça dos estudantes dos municípios, foi apresentada a seguinte pergunta: “No ano de 2020, qual a porcentagem

de estudantes que se reconhecem como brancos nos municípios com os melhores desempenhos?”. A resposta correta para essa pergunta seria a opção 53.6%. Na Figura 60 se encontra o gráfico das respostas dos participantes para essa pergunta e através dela é possível visualizar que 88.2% dos participantes responderam a pergunta corretamente. Enquanto 11.8% responderam a pergunta incorretamente. Os participantes que erraram a pergunta, confundiram o ano que deveria ser utilizado na análise.

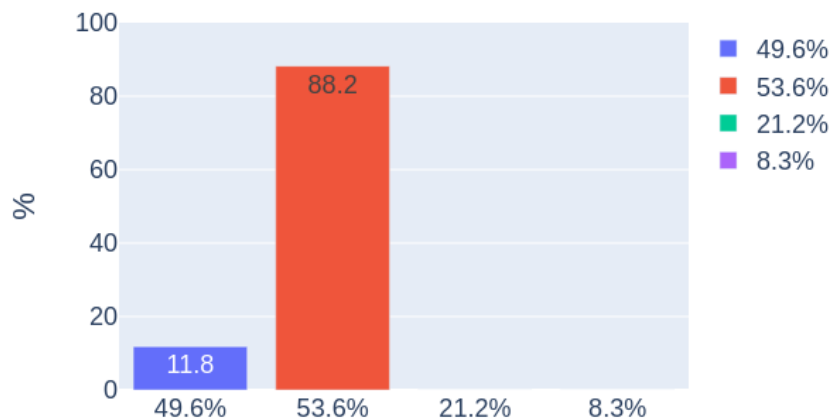


Figura 60 – No ano de 2020, qual a porcentagem de estudantes que se reconhecem como brancos nos municípios com os melhores desempenhos?

Em seguida foi apresentada a seguinte pergunta para os participantes: “Ao longo dos anos, o percentual de estudantes que se reconhecem como brancos vem crescendo ou decrescendo nos municípios com os melhores desempenhos?”. A resposta para essa pergunta seria a opção “Crescendo” e através da Figura 61 é possível visualizar que 100% dos participantes responderam essa pergunta corretamente.

Por último, foi apresentada a pergunta a respeito da utilidade da visualização que utiliza a raça dos estudantes: “Se você fosse a pessoa responsável pela tomada de decisão no contexto da meta educacional anteriormente descrita, o quão útil você consideraria a visualização apresentada acima?”. O gráfico das respostas dos participantes para essa pergunta está apresentado na Figura 62. A partir desse gráfico é possível perceber que 41.2% dos participantes votaram no nível 4 e 23.5% dos participantes no nível 5. Essas porcentagens indicam que a maioria dos participantes consideraram a utilidade da visualização acima do nível mediano, no entanto essa foi a visualização que mais obteve

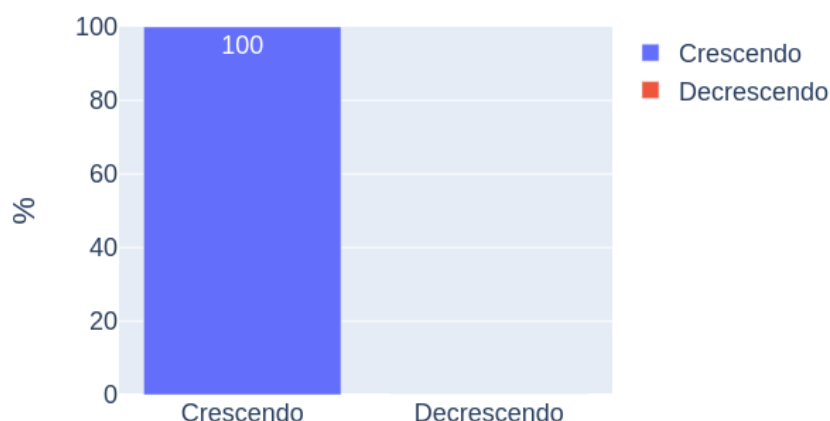


Figura 61 – No ano de 2020, qual a porcentagem de estudantes que se reconhecem como brancos nos municípios com os melhores desempenhos?

votos nos níveis inferiores da escala.

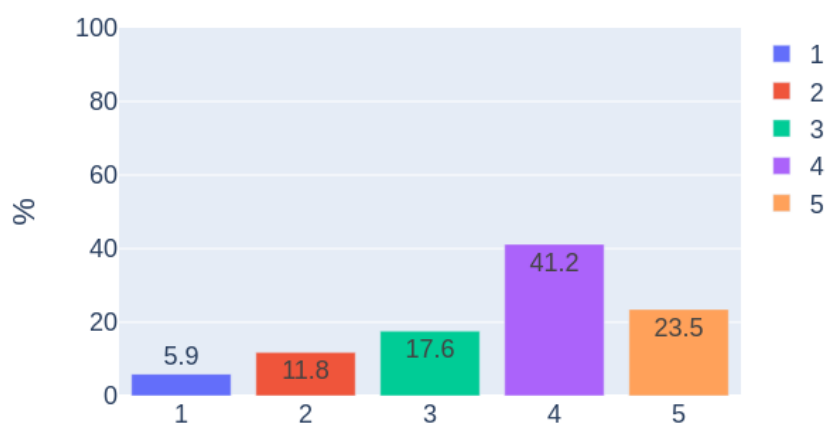


Figura 62 – Avaliação de utilidade da visualização relacionada à raça dos estudantes dos municípios

Nesta seção foram apresentadas as perguntas elaboradas com base nas visualizações geradas a partir do desempenho dos municípios ao longo dos anos. As perguntas que tinham o objetivo de avaliar o entendimento das visualizações por parte dos participantes receberam algumas respostas incorretas nesta seção, o que confirma a nossa suspeita de que essas visualizações são mais complexas por apresentarem mais conteúdos e demandarem mais tempo de análise. No entanto, a maioria dos participantes

apresentou respostas corretas para as perguntas, o que indica que no geral houve um bom entendimento das visualizações.

Além disso, as perguntas que buscaram avaliar a utilidade das visualizações para a tomada de decisão referente à meta educacional continuaram recebendo a maioria das respostas nos níveis superiores da escala de 1 a 5. Dessa forma, apesar de representarem visualizações mais complexas, os participantes ainda consideram que essas visualizações possuem um bom nível de utilidade neste contexto.

5.4.3 Encerramento do formulário de Avaliação

A pergunta final do formulário teve o objetivo de coletar sugestões e feedbacks em relação às visualizações apresentadas. Essa foi uma pergunta de resposta opcional e 8 dos participantes deixaram respostas para essa pergunta. A seguir serão resumidos esses feedbacks.

Nas respostas para a pergunta de sugestões e feedbacks, houveram alguns elogios referentes as visualizações e alguns relatos de que as mesmas são capazes de auxiliar na identificação rápida da tendência e dos padrões dos dados. Também tivemos um elogio a respeito das informações utilizadas nas visualizações, onde o participante relata acreditar que essas informações podem realmente influenciar no desempenho do município.

Um dos participantes elogiou as visualizações e relatou que elas ajudam bastante na maioria dos casos. No entanto, esse mesmo participante relatou que nas últimas visualizações, que apresentam as informações separadas por ano, ele considera que existem muitas informações e que essas visualizações podem ser difíceis de analisar para quem não é da área de computação ou estatística. Uma sugestão fornecida por esse participante foi ter uma espécie de resumo do que pode ser mais relevante nas visualizações ou manter nessas visualizações apenas as informações que variam entre os municípios com diferentes desempenhos.

Por último, tivemos algumas sugestões a respeito da paleta de cores utilizada na diferenciação das categorias, onde foi sugerido que fosse avaliado o uso de cores mais diferentes entre si.

Levando em consideração as respostas das perguntas do formulário e as sugestões e feedbacks apresentadas por alguns participantes ao final do questionário, podemos concluir

que o resultado da avaliação no geral foi positivo. As perguntas que tinham o objetivo de avaliar o entendimento das visualizações por parte dos participantes receberam em sua maioria respostas corretas. Além disso, as perguntas que objetivaram avaliar a utilidade das visualizações apresentadas no contexto de tomada de decisão referente às metas educacionais também obtiveram a maioria das respostas nos níveis superiores da escala de 1 a 5.

É importante ressaltar que a avaliação da proposta de solução apresentada nesse estudo foi realizada com especialistas da área, devido ao fato de que a avaliação por parte dos gestores dos municípios demandaria muito tempo, uma vez que representam um público pequeno e atarefado. No entanto, é imprescindível que no futuro seja realizada a avaliação da solução a partir da opinião desses gestores.

6 Considerações Finais

Este trabalho apresentou uma proposta de solução para apoio à tomada de decisão dos gestores estaduais e municipais no alcance da meta 3 proposta pelo PNE. Essa proposta se baseou em uma abordagem baseada em quartis, onde foi realizada a separação de dois grupos de municípios com diferentes desempenhos no alcance desta meta. Em seguida, foi proposto que estes grupos de municípios fossem comparados levando em consideração os dados do questionário socioeconômico do ENEM, com a intenção de agregar informações que podem ser utilizadas na elaboração de estratégias educacionais por parte dos gestores dos municípios.

Os resultados deste trabalho estão de acordo com o esperado pelo senso comum e pela literatura da área educacional, onde pode-se identificar que o tipo de administração da escola, a raça do estudante, a escolaridade dos pais, a renda da família, entre outros aspectos, podem influenciar no acesso e no desempenho educacional destes estudantes. Dessa forma, a partir dos experimentos realizados foi possível identificar pontos que podem agregar informações que auxiliem os gestores na elaboração de estratégias para a ampliação do atendimento escolar e da taxa líquida de matrículas no ensino médio.

É importante ressaltar que as análises propostas neste trabalho devem ser realizadas levando em consideração o contexto nos quais estão inseridas, com a intenção de evitar interpretações simplistas dos dados que podem ocasionar na elaboração de políticas que acabem prejudicando alguma parcela da população que se encontra em condições mais vulneráveis. No mais, através dos resultados obtidos é possível concluir que os objetivos propostos para a pesquisa foram atingidos e que a proposta de solução apresenta potencial para contribuir com a elaboração de estratégias para o alcance da meta 3 do PNE.

6.1 Limitações e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foram utilizados os dados do questionário socioeconômico do ENEM como fonte de dados de informações para agregar valor a tomada de decisão dos gestores dos municípios. Como trabalhos futuros, pode-se realizar uma investigação de novas fontes de dados capazes de agregar outras informações úteis para esta tomada de decisão, como por exemplo, informações relacionadas a estrutura das escolas e a qualificação dos

docentes.

Um outro trabalho futuro pode ser a exploração de outras análises a partir de diferentes cruzamentos dos dados disponíveis, como por exemplo, tipo de escola com porcentagem de acesso à internet, nível de escolaridade dos pais com a matrícula dos filhos em escolas públicas ou privadas, raça do estudante com renda mensal da família, entre outras.

Além disso, é necessário realizar o desenvolvimento de uma ferramenta web que implemente a proposta realizada neste trabalho. Para esta pesquisa, as análises foram desenvolvidas a partir de gráficos interativos utilizando a biblioteca Plotly da linguagem Python. Para o desenvolvimento da ferramenta, pode-se reaproveitar os gráficos implementados ao utilizar a biblioteca Dash para construir dashboards que permitam o agrupamento das visualizações das diferentes informações para os diferentes indicadores.

Por último, é importante que seja realizada a avaliação da proposta realizada levando em consideração os gestores municipais responsáveis pela tomada de decisão. Nesta pesquisa, o questionário foi respondido por profissionais da área de Learning Analytics, que já possuem experiência no desenvolvimento deste tipo de solução. No entanto, a avaliação dos profissionais que de fato utilizariam as análises no seu contexto de trabalho é essencial para avaliarmos o real impacto da proposta realizada.

Referências

- AITA, S. M. R.; ANTUNES, J.; SARTURI, R. C. Plano nacional de educação (pne) no brasil: premissas da educação para o desenvolvimento. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada: RELEC*, Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación, v. 8, n. 11, p. 88–99, 2017.
- ALBUQUERQUE, A. F. de; BARROS, A. N.; ALENCAR, A.; NASCIMENTO, A.; BITTENCOURT, I. M.; MELLO, R. F. Dataset de estimativas populacionais desagregada por município e idade 2014-2020. In: SBC. Anais do IV Dataset Showcase Workshop. [S.l.], 2022. p. 25–34.
- BAKER, R.; SIEMENS, G. Educational data mining and learning analytics. In: LARUSSON, J., WHITE, B. (EDS) *LEARNING ANALYTICS*. [S.l.]: Springer, New York, NY, 2014. p. 253–272.
- BALBINOT, A.; HAUBERT, A. Análise de matrículas como indicadores da evolução da educação especial no estado do rio de janeiro. *REVISTA ELETRÔNICA PESQUISEDUCA*, v. 9, p. 663–673, 2017.
- BALBINOT, A. D.; HAUBERT, A. Análise temporal das matrículas em educação especial entre 2005 e 2013 no estado do paraná. *Revista Práxis*, Universidade Feevale, v. 2, p. 121–132, 2015.
- BARROS, A. N.; ALBUQUERQUE, A. F. de; ALENCAR, A.; MELLO, R. F.; ALVES, G.; BITTENCOURT, I. M. Arquitetura de dados educacionais como plataforma para governo inteligente-utilizando dados abertos para apoio   gestão educacional baseada em evidências. In: SBC. Anais do XI Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletr nico. [S.l.], 2023. p. 130–140.
- BARROS, A. N.; ALENCAR, A.; NASCIMENTO, A.; ALBUQUERQUE, A. F. de; MELLO, R. F. Elaboração do conjunto de dados agregados do censo da educação básica. In: SBC. Anais do IV Dataset Showcase Workshop. [S.l.], 2022. p. 35–45.
- BRASIL. Lei n  13.005, de 25 de junho de 2014. aprova o plano nacional de educação - pne e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 2014.
- CASEIRO, L. C. Z.; AZEVEDO, A. R. de. A construção dos indicadores de monitoramento da meta 12 do pne. *Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais*, v. 1, p. 28–28, 2018.
- CECHINEL, C.; OCHOA, X.; SANTOS, H. Lemos dos; NUNES, J. B. C.; ROD S, V.; QUEIROGA, E. M. Mapping learning analytics initiatives in latin america. *British Journal of Educational Technology*, Wiley Online Library, v. 51, n. 4, p. 892–914, 2020.
- CLOW, D. The learning analytics cycle: closing the loop effectively. In: *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 134–138.
- CONTE, V. d. S. Mineração de dados educacionais para avaliar os fatores que influenciam no desempenho de candidatos do enem. 2019.

- COSTA, L.; ARRAES, R. A. Identificação parcial do efeito das escolas privadas brasileiras. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2014.
- COUTINHO, Â. S.; ALVES, T. Desigualdade de acesso à educação infantil: Uma análise da meta 1 do pne na região metropolitana de maringá. *Educar em Revista*, SciELO Brasil, v. 35, p. 194–217, 2019.
- CUNHA, L. A. O desenvolvimento meandroso da educação brasileira entre o estado e o mercado. *Educação & sociedade*, SciELO Brasil, v. 28, p. 809–829, 2007.
- CUNHA, M. Sancionada lei que prorroga PNE até 2025. 2024. Acessado em 24/10/2024. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2024/07/29/sancionada-lei-que-prorroga-pne-ate-2025#:~:text=O%20presidente%20Lula%20sancionou%20a,novas%20metas%20para%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o>>.
- DUARTE, J. C. V.; MENDES, C. M. M. As políticas de educação e o plano nacional de educação (2014-2024): análise da materialização das propostas do plano. *Série-Estudos*, v. 23, n. 48, p. 173–193, 2018.
- FERGUSON, R.; BRASHER, A.; CLOW, D.; COOPER, A.; HILLAIRES, G.; MITTELMEIER, J.; RIENTIES, B.; ULLMANN, T.; VUORIKARI, R. Research evidence on the use of learning analytics: Implications for education policy. Joint Research Centre, 2016.
- FREITAS, E.; FALCÃO, T. P.; MELLO, R. F. Desmistificando a adoção de learning analytics: um guia conciso sobre ferramentas e instrumentos. Sociedade Brasileira de Computação, 2020.
- GARCIA, R. A.; RIOS-NETO, E. L. G.; MIRANDA-RIBEIRO, A. d. Efeitos rendimento escolar, infraestrutura e prática docente na qualidade do ensino médio no brasil. *Revista brasileira de Estudos de População*, SciELO Brasil, v. 38, p. e0152, 2021.
- HOLSTEIN, K.; MCLAREN, B. M.; ALEVEN, V. Spacle: investigating learning across virtual and physical spaces using spatial replays. In: *Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 358–367.
- IFENTHALER, D. Learning analytics for school and system management. *OECD Digital Education Outlook 2021 Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*, OECD Publishing, p. 161, 2021.
- JOVANOVIĆ, J.; GAŠEVIĆ, D.; DAWSON, S.; PARDO, A.; MIRRIAH, N. Learning analytics to unveil learning strategies in a flipped classroom. *The Internet and Higher Education*, Elsevier, v. 33, p. 74–85, 2017.
- KHALIL, M.; EBNER, M. Clustering patterns of engagement in massive open online courses (moocs): the use of learning analytics to reveal student categories. *Journal of computing in higher education*, Springer, v. 29, p. 114–132, 2017.
- KITTO, K.; KNIGHT, S. Practical ethics for building learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, Wiley Online Library, v. 50, n. 6, p. 2855–2870, 2019.

- LIMA, P. d. S. N.; AMBRÓSIO, A. P. L.; FERREIRA, D. J.; BRANCHER, J. D. Análise de dados do enade e enem: uma revisão sistemática da literatura. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, SciELO Brasil, v. 24, p. 89–107, 2019.
- LYNCH, C. F. Who prophets from big data in education? new insights and new challenges. *Theory and Research in Education*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 15, n. 3, p. 249–271, 2017.
- MACFADYEN, L.; DAWSON, S.; PARDO, A.; GASEVIC, D. Embracing big data in complex educational systems: The learning analytics imperative and the policy challenge. *Research & Practice in Assessment*, 9, 17–28. 2014.
- MARQUES, E.; ALVES, G.; ALENCAR, A.; MELLO, R.; BITTENCOURT, I. Combinando diferentes formas de cálculo de indicadores do pne e agrupamento para o apoio à decisão. In: SBC. Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. [S.l.], 2023. p. 1454–1464.
- MUKRED, M.; ASMA'MOKHTAR, U.; HAWASH, B.; ALSALMAN, H.; ZOHAIB, M. The adoption and use of learning analytics tools to improve decision making in higher learning institutions: An extension of technology acceptance model. *Heliyon*, Elsevier, v. 10, n. 4, 2024.
- OLIVEIRA, M. L. de. Estudo comparativo entre os procedimentos metodológicos e os resultados dos indicadores de monitoramento da meta 17 do plano nacional de educação. *Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais*, v. 2, p. 30–30, 2019.
- PALOMINO, P.; FALCAO, T. P.; MEDEIROS, R.; UEHARA, M.; BITTENCOURT, I.; MELLO, R. F. Plataformas de dados educacionais: Análise com foco no plano nacional de educação. In: SBC. Anais do I Workshop de Aplicações Práticas de Learning Analytics em Instituições de Ensino no Brasil. [S.l.], 2022. p. 60–68.
- PINTO, G. da S.; JÚNIOR, O. d. G. F.; COSTA, E. de B. Identificação dos fatores de melhorias no ideb pelo uso de mineração de dados: Um estudo de caso em escolas municipais de teotônio vilela-alagoas. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 17, n. 3, p. 183–193, 2019.
- ROSA, R. D. Governing by data: Some considerations on the role of learning analytics in education. In: SPRINGER. *Data Science and Social Research: Epistemology, Methods, Technology and Applications*. [S.l.], 2017. p. 67–77.
- SIEMENS, G.; LONG, P. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, ERIC, v. 46, n. 5, p. 30, 2011.
- SOUZA, D. N. M. de; SILVA, S. C. da; COSTA, G. S. A.; RODRIGUES, R. S.; JÚNIOR, M. A. d. A. E. O tribunal de contas e o cumprimento da meta 1 do pne pelos municípios alagoanos. *Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA*, v. 22, n. 2, p. 34–42, 2021.
- SPANOL, M.; OLIVEIRA, E.; ALVES, G.; BITTENCOURT, I. M.; FALCAO, T. P.; MELLO, R. F. Uso de agrupamento para avaliação de desempenho educacional e apoio à gestão em áreas de investimento. In: SBC. Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. [S.l.], 2022. p. 944–955.

TSAI, Y.-S.; MORENO-MARCOS, P. M.; TAMMETS, K.; KOLLOM, K.; GAŠEVIĆ, D. Sheila policy framework: informing institutional strategies and policy processes of learning analytics. In: Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowledge. [S.l.: s.n.], 2018. p. 320–329.

VENANT, R.; SHARMA, K.; VIDAL, P.; DILLENBOURG, P.; BROISIN, J. Using sequential pattern mining to explore learners' behaviors and evaluate their correlation with performance in inquiry-based learning. In: SPRINGER. Data Driven Approaches in Digital Education: 12th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2017, Tallinn, Estonia, September 12–15, 2017, Proceedings 12. [S.l.], 2017. p. 286–299.

WANDERLEY, P. F. et al. Uso de business intelligence para avaliação de indicadores de desempenho na educação básica: um estudo de caso no estado do acre. Universidade Federal de Campina Grande, 2021.

XHAKAJ, F.; ALEVEN, V.; MCLAREN, B. M. Effects of a dashboard for an intelligent tutoring system on teacher knowledge, lesson plans and class sessions. In: SPRINGER. Artificial Intelligence in Education: 18th International Conference, AIED 2017, Wuhan, China, June 28–July 1, 2017, Proceedings 18. [S.l.], 2017. p. 582–585.