



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS DE SINOP
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL - PROFMAT**



EDINEI GLEISON DA SILVA COLHIADO

**UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE IDEB DO ESTADO DE
MATO GROSSO**

Sinop - MT

2017

EDINEI GLEISON DA SILVA COLHIADO

**UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE IDEB DO ESTADO DE
MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, do departamento de Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Prof Dr Giovane Maia do Vale
Orientador

Prof Me João Gabriel Ribeiro
Co-orientador

Sinop - MT

2017

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

C695a Colhiado, Edinei Gleison da Silva.

Uma análise estatística dos dados de IDEB do Estado de Mato Grosso /
Edinei Gleison da Silva Colhiado. – Sinop, 2017.

172 p.: il.

Orientador: Dr. Giovani Maia do Vale.

Co-orientador: Me. João Gabriel Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso,
Campus Universitário de Sinop, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas,
Programa de Pós-graduação Profissional em Matemática.

1. Estatística Multivariada. 2. Aglomerados - Análise. 3. IDEB - Mato
Grosso. 4. Mestrado Profissional em Matemática. I. Vale, Giovani Maia do,
Dr. II. Ribeiro, João Gabriel, Me. III. Título.

CDU 519.23:37.014(817.2)



ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
FACET – FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS.
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL
PROFMAT UNEMAT - SINOP



EDINEI GLEISON DA SILVA COLHIADO

UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE IDEB DO ESTADO DE MATO
GROSSO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT no *Campus* Universitário de Sinop, para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Giovane Maia do Vale

Aprovado em: 29/06/2017

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Giovane Maia do Vale - UNEMAT


Prof. Dr. Rubens Pazim Carnevarollo Júnior – UFMT/Sinop


Prof. Dr. Rodrigo Bruno Zanin - UNEMAT

SINOP – JUNHO - 2017

Dedico este trabalho:

Ao meu pai Feliciano, meu herói, que durante esta caminhada nos deixou fisicamente, sempre foi um grande incentivador dos estudos dos filhos. Seguirei seus ensinamentos sempre!

À minha mãe Maria, que me acompanha e me protege lá do céu.

À minha esposa Márcia, grande incentivadora e que sempre esteve ao meu lado e nos momentos de minha ausência cuidou brilhantemente do nosso lar e de nossos filhos.

Aos meus filhos Nicolas e Maria Eduarda, minha fonte de inspiração e de luta para um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, que me deu sabedoria, força e proteção para superar os obstáculos durante esta caminhada.

Ao meu orientador professor Dr. Giovane Maia do Vale e ao co-orientador professor Ms. João Gabriel Ribeiro, pela dedicação, apoio e orientação. Vocês foram e são referências profissionais e pessoais para meu crescimento. Obrigado por estarem ao meu lado e acreditarem em mim.

Aos meus familiares, amigos e colegas de profissão pelo apoio incondicional.

A todos os meus colegas de mestrado, seja da UFMT (Cuiabá) ou UNEMAT (Sinop) dos quais me orgulho e sou grato. Valeu a pena ter conhecido cada um de vocês, de modo especial agradeço ao Cleunício que foi companheiro nestas duas jornadas. A todos, que além de colegas entraram para minha seleta e valiosa lista de amigos.

Ao professor Dr. Oscar Antonio González Chong pela coordenação local do PROFMAT.

A todos os professores envolvidos com o PROFMAT no Campus da UNEMAT em Sinop, pela dedicação e por acreditarem na nossa região. Em especial aos que foram meus professores, jamais me esquecerei de vocês.

À UNEMAT, por oportunizar esse Mestrado em Sinop e desta forma contribuir com o desenvolvimento da região onde pude ser beneficiado.

À SBM e o IMPA, pela criação e coordenação do PROFMAT em rede nacional.

A todos que acreditam que através da educação se transforma o mundo.

O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.

Isaac Newton

RESUMO

Por volta dos anos 80, as discussões sobre educação no Brasil iam no sentido de se implantar um sistema de avaliação do ensino em larga escala. Tal direcionamento se deu pela necessidade do Brasil em alcançar o patamar de “país desenvolvido”. Assim, uma das diferenças sociais a ser erradicada ou, pelo menos, atenuada era o analfabetismo. Neste contexto, surgiram formas sistematizadas de avaliação do ensino nacional que, mais recentemente, culminaram no IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. Apesar de o IDEB ser difundido nacionalmente, as análises regionais baseadas no índice quase que inexistem. Assim, o trabalho aqui descrito teve como dados de entrada os valores de IDEB, disponíveis desde a sua criação, relativos aos 141 municípios do estado de Mato Grosso. Nestes termos, os seis anos considerados na análise foram: 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015. A metodologia executada consistiu da análise descritiva e inferencial dos dados, seguida da análise de agrupamento. Na etapa de análise descritiva foram calculados estimadores estatísticos, construídos gráficos Boxplot e gerados mapas, para se depreender o comportamento dos dados ao longo dos anos de estudo, considerando os 141 municípios. A análise inferencial compreendeu a comparação das médias anuais de valores de IDEB. Neste caso, a pesquisa se deu mediante uma abordagem paramétrica. Por fim, os dados foram submetidos a uma análise de agrupamentos com o objetivo de identificar o comportamento espacializado do IDEB no estado de Mato Grosso e reunir municípios de desempenho semelhante. Os resultados mostraram que, as médias anuais de IDEB para os anos iniciais tinham comportamento crescente. Com base na análise espacializada dos dados, verificou-se que os municípios da porção central do estado tendem a ter melhor desempenho educacional, uma vez que se situam em regiões de desenvolvimento holístico. Para os anos finais, verificou-se que as médias para todos os anos de estudo eram deficitárias e que seu comportamento era crescente apenas até o ano de 2011, decaindo após este ano. A dinâmica de distribuição espacial de desempenho educacional para os anos finais se assemelhava ao verificado para os anos iniciais do ensino fundamental.

Palavras-chave: IDEB; Estatística Multivariada; Análise de Aglomerados.

ABSTRACT

By the 1980s, discussions about education in Brazil were aimed at introducing a teaching evaluation system on large scale. That was motivated by Brazil's need to reach "developed country" level. Thus, one of social differences to be eradicated or, at least, mitigated was illiteracy. In this context, evaluation systematized forms to national education emerged, which more recently culminated in IDEB - Basic Education Development Index. Although IDEB is disseminated nationally, regional analyzes based on index almost do not exist. Therefore, work described here has as input data IDEB values, available since its creation, relative to 141 municipalities from Mato Grosso state. In this way, six years considered in analysis were: 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, and 2015. Methodology performed consisted of a data descriptive and inferential analysis, followed by clustering analysis. In descriptive analysis stage, statistical estimators were calculated, Boxplot graphs were constructed and maps were generated, in order to understand data behavior, along study years, considering 141 municipalities. Inferential analysis consists of comparison of IDEB annual average values. In this case, research was based on a parametric approach. Finally, data were submitted to a cluster analysis in order to identify IDEB spatial behavior in Mato Grosso state and to gather similar performance municipalities. Results showed that, IDEB annual averages for initial years had increasing behavior. Based on spatial data analysis, it was found that municipalities from state central portion tend to have better educational performance since they are located in holistic development regions. For final years, it was found averages for all study years were deficient and, their behavior was increasing only until year of 2011, falling after this. Spatial distribution dynamics of educational performance for final years were similar to those for basic education early years.

Key-words: IDEB; Multivariate Statistics; Cluster analysis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Considerações Iniciais	17
1.2	Objetivos	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivos Específicos	19
1.3	Estrutura do Trabalho	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	A Avaliação no Brasil e no Mundo	21
2.2	Breve Histórico das Avaliações Externa no Brasil	23
2.3	O Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB	29
2.4	O Que é Avaliado nas Provas	30
2.5	As Escalas de Proficiência da ANEB e da Prova Brasil	32
2.6	O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB	34
2.7	A Educação no Estado de Mato Grosso	39
2.8	Tópicos de Estatística	43
2.8.1	Teste de Normalidade: Teste de Shapiro-Wilks	43
2.8.2	Teste de Homogeneidade das Variâncias (Homocedasticidade): Teste de Bartlett	44
2.8.3	Teste para a Comparação de Médias: Análise de Variância (ANOVA)	44
2.8.4	Teste paramétrico para comparação das médias duas a duas: Teste de Tukey	46
2.8.5	Transformação dos dados: Transformação Box-Cox	47
2.8.6	Teste não paramétrico de comparação das médias: Teste de Kruskal-Wallis	48
2.8.7	Teste não paramétrico para a comparação de pares de médias: Teste de Kruskal-Wallis	49
2.8.8	Análise de Agrupamento	50
2.8.8.1	O Coeficiente de Parecença ou Coeficiente de Similaridade	50
2.8.8.2	O Algoritmo ou Técnica de Agrupamento	56
2.8.8.3	Definição da Quantidade de Grupos	65
2.8.8.4	Gráfico da Silhueta dos Grupos Gerados	67
2.8.8.5	A Validação Estatística dos Grupos Gerados	69
3	METODOLOGIA	71
3.1	Os Dados de Entrada: IDEB	71
3.2	Análise exploratória e espacial dos dados de IDEB	72
3.3	Análise Inferencial Comparativa Temporal dos Dados de IDEB	73

3.4 Análise de Agrupamento (<i>Cluster Analysis</i>) de Dados de IDEB	76
4 RESULTADOS E ANÁLISES	80
4.1 Aspectos Computacionais:.....	80
4.1.1 <i>Softwares</i>	80
4.1.2 Dados	80
4.2 Resultados Experimentais e Análises	81
4.2.1 Análise dos Anos Iniciais	81
4.2.2 Análise dos Anos Finais	100
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	121
5.1 Conclusões.....	121
5.2 Recomendações	123
REFERÊNCIAS	125
APÊNDICES	133
APÊNDICE A - DISPOSIÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MATO GROSSO E SEUS CENTROIDES (PONTOS EM VERMELHO).	135
APÊNDICE B - LISTA DE POSICIONAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS	137
ANEXOS	141
ANEXO A – MATRIZES DE REFERÊNCIA DE MATEMÁTICA.	143
ANEXO B – MATRIZES DE REFERÊNCIA DE LÍNGUA PORTUGUESA.....	147
ANEXO C – ESCALA DE PROFICIÊNCIA DO ENSINO FUNDAMENTAL.	151
ANEXO D – ESCALA DE PROFICIÊNCIA DO ENSINO MÉDIO.....	165

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Em meados dos anos 1980, surgem no Brasil as discussões iniciais sobre a necessidade da implantação de um sistema de avaliação em larga escala do ensino, pois, para se chegar ao patamar de país desenvolvido, seria necessário erradicar ou pelo menos amenizar as diferenças sociais, dentre elas o analfabetismo e aumentar o tempo de escolaridade da população brasileira.

Atualmente, as principais avaliações externas em larga escala, SAEB, PISA e ENEM, tem retratado que o aprendizado no ensino fundamental e médio nas escolas brasileiras está abaixo do esperado, inclusive no estado de Mato Grosso.

Para tentar compreender melhor a situação da aprendizagem no estado de Mato Grosso, se propôs, na pesquisa aqui relatada, a inserção de uma breve revisão do percurso histórico das avaliações externas no Brasil até a criação do IDEB, tendo ainda como foco principal a análise dos dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) dos municípios do estado.

Atualmente, no contexto crescente do uso de indicadores econômicos, educacionais e estatísticos, a avaliação se torna algo com finalidade bem diferente dos antigos testes escolares, destinados apenas a aprovar ou reprovar o aluno. Vários autores tratam do assunto em questão como tema essencial para a melhoria e o aprimoramento da Educação. Mello e Souza (2005) enfatizam que Educação e a avaliação sempre andaram de mãos dadas.

De modo geral, o tema “avaliação” tem ocupado um lugar de destaque no cenário da Educação brasileira, principalmente nas duas últimas décadas, mostrando-se um importante instrumento para a elevação da qualidade da Educação.

A importância da avaliação como instrumento de tomada de decisões tanto pelo professor, como também pelo sistema educacional, é reforçada por Freitas (1995, p. 63), segundo ele: “A avaliação não se restringe a instrumentos de medição, mas acaba sendo configurada como instrumento de controle disciplinar, de aferição de atitudes e valores dos alunos”.

Nesse sentido, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), através do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que é

uma avaliação externa em larga escala, tem produzido informações para direcionar as políticas educacionais favorecendo a promoção de uma Educação de qualidade para todos, motivando a busca de resultados concretos na escola.

Desta forma, os resultados da Prova Brasil, que juntamente com os dados de aprovação obtidos através do censo escolar compõem o índice do IDEB, possibilitam um olhar avaliativo em relação à aprendizagem, com a finalidade de melhorar cada vez mais os resultados da Educação no Brasil. Vasconcelos (2002) afirma que:

[...] alterar a realidade é um grande desafio e uma transformação mais substancial que pode depender da acumulação de uma série de pequenas transformações na mesma direção. Tenta-se hoje uma mudança durante uma semana, se não funciona, já não se pratica mais. É preciso persistir, ter a impaciente paciência histórica para conseguir os resultados almejados. (Vasconcelos 2002, p. 102).

É preciso certo cuidado com a perspectiva considerada nas avaliações externas e seus testes padronizados em larga escala. Para se trabalhar com uma política pública baseada em metas é necessário considerar a situação social e econômica da sociedade para estabelecer resultados de acordo com a realidade, com as possibilidades reais de enfrentamento dos problemas e condições de superação das dificuldades. É importante o cuidado e a cautela nas análises dos índices de desenvolvimento, pois somente com um olhar analítico sobre a sociedade é que se pode construir um processo legítimo que efetivamente auxilie na formação completa do cidadão. Martins explica que:

Mesmo que se considere a realização de avaliação externa sobre os resultados obtidos pelas escolas, um importante indicador para que os gestores dos sistemas de ensino possam corrigir problemas e reorientar decisões e percursos institucionais, as metodologias que desconsideram a diversidade cultural que permeia as redes de escolas não captam a efetiva dinâmica das unidades escolares, com base apenas nos resultados finais obtidos por testes padronizados. (MARTINS, 2001, p. 34).

A análise dos dados do IDEB com vistas à realidade educacional dos municípios do Estado de Mato Grosso tem como objetivo a compreensão da avaliação da Educação básica como instrumento gerador de informações capazes de subsidiar a gestão, levantando pontos positivos e também as fragilidades de um sistema educacional ou de uma unidade escolar.

Com a intenção de observar o comportamento dos resultados do IDEB nas séries iniciais e finais do ensino fundamental dos municípios do referido estado, o pressuposto de análise dos dados do IDEB consiste em oferecer uma visão sistêmica da situação da rede educacional, como suporte para melhoria do desempenho dos alunos da Educação básica.

No estudo efetuado trabalhou-se com dados quantitativos obtidos em bases de dados nacionais do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e foi feita uma análise descritiva, inferencial e espacializada, utilizando, por exemplo, a metodologia de *clustering* para o agrupamento de municípios com semelhança de desempenho.

Com estas análises buscou-se identificar os possíveis fatores que levam um conjunto de municípios a apresentar desempenho semelhante no IDEB. Certamente este levantamento e análise é pioneiro na educação do estado e contribui como instrumento de decisão de políticas educacionais no estado, seja para os gestores municipais e estaduais como também para os gestores das unidade escolares.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Efetuar uma análise descritiva, inferencial e espacializada do Ensino Fundamental no Estado de Mato Grosso com base em dados do IDEB.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral estabelecido, os seguintes objetivos específicos foram alcançados:

- Apresentar os principais exames nacionais de avaliação educacional em larga escala.
- Discutir os sistemas de avaliação e a qualidade da educação, abordando o IDEB como fio condutor da pesquisa.
- Investigar inferencialmente e descritivamente as semelhanças entre os municípios de diferentes níveis de IDEB no Estado de Mato Grosso.
- Familiarizar-se e aprender comandos do *software* RStudio, que foi utilizado no processamento dos dados e análises;
- Gerar por meio do *software* RStudio, uma análise espacializada de agrupamento (*clustering*) de municípios do Estado de Mato Grosso de igual desempenho com base nos dados do IDEB dos anos 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015.
- Efetuar a comparação estatística por meio da análise inferencial dos respectivos resultados gerados.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi dividido em 5 capítulos. Como pôde ser visto, no capítulo 1 foi feita uma breve contextualização ao leitor acerca do IDEB, suas implicações e se forneceu uma ideia básica acerca da pesquisa realizada. Na introdução também foram expressos os principais objetivos da pesquisa.

No capítulo 2 encontram-se os fundamentos teóricos mínimos necessários ao desenvolvimento e compreensão da metodologia relatada. No tocante à Educação, neste capítulo estão tópicos relacionados ao histórico da avaliação no Brasil e no mundo, discorre-se sobre a concepção do SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica, explana-se sobre os conteúdos utilizados nas avaliações e escalas de avaliação, e, por fim, se aborda o tema “Educação no estado de Mato Grosso”. No capítulo 2 também são apresentados os principais tópicos relativos à Estatística, tais como: elementos de Estatística Descritiva, tópicos de Estatística Inferencial e Análise de Agrupamento.

O capítulo 3 destinou-se à apresentação da metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos para este trabalho. Assim, neste capítulo, após a descrição dos dados de entrada, se descreve os procedimentos relativos às análises exploratória e inferencial comparativa dos dados, terminando com a pormenorização da análise de agrupamento.

O capítulo 4 contém a análise dos resultados obtidos a partir do processamento dos dados de IDEB. As inferências e comparações estatísticas dos resultados são apresentadas e pormenorizadas.

O capítulo 5, por fim, contém as considerações finais depreendidas da realização do trabalho aqui exposto, bem como, as principais recomendações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo encontram-se os principais conteúdos voltados à avaliação em larga escala no Brasil e no mundo. Como ápice, está caracterizada a concepção do IDEB e se relata o desenvolvimento da avaliação no estado de Mato Grosso. Após as seções que versam sobre a avaliação em larga escala estão aquelas destinadas à exposição do ferramental estatístico utilizado na metodologia da pesquisa. Assim, são apresentados os elementos da Estatística Inferencial, destinados à comparação anual de dados de IDEB. Os elementos descritos privilegiam uma abordagem paramétrica na avaliação dos dados. Por fim, tópicos relativos à Análise de Agrupamento são apresentados e discutidos.

2.1 A Avaliação no Brasil e no Mundo

A avaliação faz parte da cultura humana desde os tempos mais remotos. Desta forma, a avaliação tornou-se objeto de estudo e assunto de muitas discussões entre vários estudiosos.

A avaliação permeia a história da humanidade. Os jovens de diversas tribos só passavam a ser considerados adultos após terem sido qualificados em uma prova referente aos usos e costumes tribais. Há milênios atrás, chineses e gregos já criavam critérios para selecionar indivíduos para assumir determinados trabalhos (DIAS, 2002). Na Grécia, Sócrates, sugeria a auto-avaliação “Conhecer-te a ti mesmo”, como requisito para chegar à verdade.

O termo avaliação, mesmo que de forma implícita, está presente em situações do cotidiano: ao se vestir para um determinado evento, ao fazer compras em uma loja ou mercado, também quando se recebe um elogio ou uma crítica. Pode-se observar que uma tomada de decisão requer uma avaliação prévia com base no contexto geral, ou seja, a decisão a ser tomada leva em conta uma série de fatores envolvidos de forma direta e indireta com a própria decisão, seja ela qualitativa ou quantitativa.

O termo avaliar vem do Latim *a + valere*, que significa atribuir valor e mérito ao objeto em estudo. Segundo o dicionário Aurélio (2001), avaliar significa determinar o valor ou a importância de alguma coisa. Portanto, avaliar é atribuir um juízo de valor sobre um processo para a aferição da qualidade do seu resultado. Nesse sentido, pode-se perceber que o ato de avaliar já vem sendo praticado desde os tempos primitivos.

A avaliação começa a apresentar uma forma mais estruturada depois do século XVIII, quando começaram a serem formadas as primeiras escolas modernas. Os livros passaram a ser acessíveis a todos e surgem as bibliotecas. Nesta época devido à utilização de exames como forma de avaliação, esta ficou associada somente à ideia de exame.

Durante a evolução do conceito de avaliação, surgiu nos Estados Unidos da América, por volta de 1950, a ideia de mensuração proposto primeiramente por Ralph Tyler. Tal conceito teve grande impacto no meio educacional através do “Estudo dos Oito Anos”, que defendia a inclusão no meio escolar de uma variedade de procedimentos avaliativos, tais como: “testes, escalas de atitude, inventários, questionários, fichas de registro de comportamento e outras formas de se coletar evidências sobre o rendimento dos alunos em uma perspectiva longitudinal, com relação à consecução de objetivos curriculares”. (TYLER, 1949 *apud* DEPRESBITERIS, 1989, p. 7).

O foco avaliativo era denominado “avaliação por objetivos” e consistia em determinar em qual grau os objetivos educacionais estavam sendo atingidos pelos programas de currículo e de ensino. Os objetivos visavam produzir modificações no comportamento dos alunos. Dessa forma, a avaliação, naquele contexto, era o processo que determinava o grau variacional em que essas mudanças ocorriam.

A avaliação é, assim, nessa concepção, um valioso instrumento para regulação do conhecimento e das formas de adquiri-lo; mais do que isso, define os comportamentos desejados, controla os seus cumprimentos e aplica as sanções e prêmios correspondentes aos resultados. (DIAS SOBRINHO, 2003, p. 19).

O Brasil seguiu a tendência norte-americana baseada no positivismo, de modo que, nos anos finais da década de 1960 e ao longo dos anos 1970, autores brasileiros dedicaram-se a fornecer informações e orientações para o desenvolvimento de testes e medidas educacionais baseadas nos princípios de Tyler (SOUSA, 1995).

O tema avaliação ganhou força principalmente após as reformas educacionais iniciadas na década de 1980, tendo sido alavancado com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), aprovada em 1996, que determina como incumbência da União a organização da avaliação do rendimento escolar para todos os níveis de ensino.

Avaliação escolar é um componente do processo de ensino que visa, através da verificação e qualificação dos resultados obtidos, determinar a correspondência destes com os objetivos propostos e daí orientar a tomada de decisões em relações atividades didáticas seguintes. (LIBÂNEO, 1994).

Portanto, a partir da LDBEN 9394/1996 as discussões a respeito de um sistema de avaliação da Educação Brasileira, tornou-se mais intenso e de forma gradativa esse mecanismo foi se aprimorando até os dias atuais. Embora não se tenha uma unanimidade a respeito da validade dos índices de avaliação da Educação, observamos que a maioria dos estudiosos e dos envolvidos no processo educacional acredita que o caminho a ser seguido vai nesta direção.

2.2 Breve Histórico das Avaliações Externa no Brasil

O percurso entre as primeiras medições para levantar dados sobre a educação até se chegar à construção de um sistema de avaliação da educação básica no Brasil foi longo. As primeiras iniciativas referentes à coleta de informações a respeito da educação surgem em 1906 através do Anuário Estatístico do Brasil relativo a níveis, escolas, pessoal docente, matrícula e repetência.

Através da Lei nº 378, de 13 de Janeiro de 1937 é criado o Instituto Nacional de Pedagogia, hoje conhecido como INEP. Este Instituto surge da iniciativa dos Pioneiros da Educação com o objetivo fornecer informações aos serviços municipais, estaduais e particulares de educação entre outros. No ano seguinte, a publicação do Decreto-Lei nº 580/38 regulamenta a organização e a estrutura da instituição e altera sua denominação para Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos - INEP. No ano de 1952, Anísio Spínola Teixeira assumiu a direção do Instituto, acentuando o trabalho de pesquisa. Nesta época, já havia uma preocupação em todas as partes do mundo em avaliar seus respectivos sistemas educacionais, enquanto o Brasil ainda estava criando um órgão para atender necessidades específicas.

O primeiro instrumento legal a fazer referência à qualidade da Educação surge em 1961 através da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, lei nº 4024/61. Na verdade, preocupação em avaliar o sistema Educacional Brasileiro foi alavancada pelo contexto internacional. Em 1965, o tema avaliação e qualidade foi destaque internacional e seu marco referencial foi nos EUA e culminou com a publicação em 1966 do Relatório Coleman, primeiro levantamento educacional em larga escala, que tinha como objetivo principal verificar a Avaliação do Conhecimento dos alunos em diversas escolas. A principal conclusão deste relatório “é que as diferenças socioeconômicas entre os alunos são as responsáveis pelas diferenças no seu desempenho” (BROOKE e SOARES, 2008, p. 15). Ainda neste contexto de construção, surgem nos anos de 1970, os indicadores internacionais de qualidade da educação gerados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE.

No Brasil, em 1970, o INEP ganha autonomia administrativa e financeira e em 1972, através do Decreto 71.407, o órgão foi transformado em órgão autônomo, passando a denominar-se Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, que objetivava realizar levantamentos da situação educacional do País. Desta forma, o INEP tornou-se uma referência para a questão educacional do Brasil.

A primeira experiência de avaliação na educação aconteceu por iniciativa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, CAPES, órgão ligado ao MEC. Em 1976 ela inicia a avaliação dos programas de pós-graduação existentes no país.

Percebe-se que a educação no Brasil, enquanto política pública, esteve vinculada ao desenvolvimento econômico, pois, para se chegar ao patamar de país desenvolvido, seria necessário ter um sistema educacional eficiente. Neste contexto, em meados dos anos 80, surgem as discussões iniciais sobre a necessidade da implantação de um sistema de avaliação em larga escala. Nesta época, surge a primeira experiência de Avaliação do Rendimento Escolar da Educação Básica Brasileira, denominada de Estudo do Rendimento Escolar da Zona Rural do Nordeste (Projeto Edurural). O programa era financiado com recursos do Banco Mundial e era voltado para escolas da área rural do nordeste Brasileiro.

Segundo Fonseca (1998), a influência do Banco Mundial na política educacional brasileira fica evidenciada por sua participação na própria definição dessa política. A autora afirma que:

A análise dos resultados educacionais, institucionais e financeiros, decorrentes da cooperação técnica do BIRD à educação brasileira, mostra que a experiência não corresponde às expectativas do setor público. Embora os acordos internacionais fossem justificados pela capacidade de gerar mudanças estruturais na educação, o que se percebeu é que as ações de cooperação técnica limitaram-se ao desenvolvimento de alguns fatores convencionais e constituíram mais um esforço ao funcionamento rotineiro do processo escolar do que propriamente uma mudança qualitativa do quadro educacional. (FONSECA, 1998, p. 65).

No ano de 1988 são ensaiadas as experiências de avaliação em larga escala na Educação Básica que, com reformulações importantes, ainda hoje estão em vigor. O Ministério da Educação (MEC) realiza uma aplicação piloto do Sistema de Avaliação da Educação Primária - SAEP, nos estados do Paraná e Rio Grande do Norte. Com a promulgação da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), avaliação educacional é tratada de forma associada à qualidade da educação. No art. 206, a “garantia de padrão de qualidade” é visualizada como um dos princípios básicos do ensino. Ao tratar do Plano

Nacional de Educação, o art. 214 indica como um dos resultados pretendidos a “melhoria da qualidade do ensino” (BRASIL, 1988).

Em 1990, tem início o primeiro ciclo SAEP. Este ciclo foi realizado pela participação de uma amostra de escolas que ofertavam as 1^a, 3^a, 5^a e 7^a séries do Ensino Fundamental das escolas públicas da rede urbana. Os estudantes foram avaliados em Língua Portuguesa, Matemática e Ciências. As 5^a e 7^a séries também foram avaliadas em redação. Este formato se manteve na edição de 1993, sendo que em 1992 a avaliação externa em larga escala passa a ser responsabilidade do Instituto Nacional de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira (INEP), órgão do MEC. Nesta época, paralelamente, iniciam as primeiras experiências de avaliações em nível estadual (BONAMINO, 2002a, p. 64).

O segundo ciclo do SAEP ocorreu em 1993 e, desde então, a cada dois anos, um novo ciclo acontece. Nesta fase, o INEP convoca especialistas em gestão escolar, currículo e docência de Universidades para analisar o sistema de avaliação, buscando assim legitimidade acadêmica e reconhecimento social (BONAMINO, 2002b, p. 100).

Nesta época, vários estados Brasileiros desenvolveram o seu sistema de avaliação da Educação, Segundo Neto (2007):

Programa de avaliação do desempenho da Rede Pública Escolar do Estado de Pernambuco, de 1991; o programa de Avaliação das Escolas da Rede estadual de Ensino de Minas Gerais, de 1992, que deu origem ao Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública – SIMAVE, existente desde 1999; o Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP, iniciado em 1996 e em pleno funcionamento; na Bahia foi criada uma Agência de Avaliação reunindo diversos órgãos, entre eles a Secretaria Estadual de Educação e a Universidade Federal da Bahia, formando uma agência externa com o objetivo de conduzir o processo de avaliação; no Ceará, em 1992, foi criado um programa de Avaliação do rendimento Escolar dos Alunos de 4^a e 8^a séries, que em 2000 institucionalizou-se como Sistema Permanente de Avaliação Educacional do Ceará – SPAECE; o estado do Paraná instituiu em 1995 o Programa de Avaliação do Rendimento Escolar do Paraná; em Pernambuco os estudos sobre avaliação que se iniciaram ainda nos anos 80, levaram a criação em 2000 do Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco – SAEPE (VIANNA, 2005 e BONAMINO *et al.*, 2004). Além desses, diversos municípios têm procurado desenvolver sistemas de avaliação que sigam o mesmo modelo adotado pelo SAEB. (NETO, 2007, p. 11).

O sistema de avaliação, por meio da Portaria nº 1.795, de 27 de dezembro de 1994, passa a chamar-se formalmente Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB. Portanto, ocorre uma reordenação da avaliação em larga escala da educação básica na direção de uma centralização de decisões na União e um conseqüente afastamento da participação dos Estados, o que induz que estes criem suas próprias estruturas avaliativas. Em 1995, adotou-se uma nova metodologia de construção do teste e análise de resultados, a chamada Teoria de Resposta ao Item - TRI. Tal metodologia abre a possibilidade de comparação entre os

resultados das avaliações ao longo do tempo. Focada em dois componentes curriculares, Português (leitura) e Matemática (solução de problemas), a característica do SAEB é ser uma avaliação amostral de 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e de 3º ano do Ensino Médio, envolvendo estudantes das redes pública e privada, de zonas urbanas e rurais. O SAEB visa oferecer informações passíveis de serem tratadas por localização rural ou urbana, por dependência administrativa, por unidade da federação, por região e na totalidade do país.

No final do ano de 1996, a Lei Nº. 9.394 (BRASIL, 1996a) é promulgada, reafirmando o papel da avaliação externa e tornando imperativo o processo de avaliação, exigindo sua universalização:

Art. 87. É instituída a Década da Educação, a iniciar-se um ano a partir da publicação desta Lei. [...] § 3º Cada Município e, supletivamente, o Estado e a União, deverá: [...] IV - integrar todos os estabelecimentos de ensino fundamental do seu território ao sistema nacional de avaliação do rendimento escolar (BRASIL, 1996b).

O INEP teve sua última grande reestruturação por meio da Lei nº 9.448, de 14 de março 1997, que redefiniu e ampliou suas atribuições. Assim, o instituto ganhou maior autonomia ao ser transformado em autarquia federal, vinculada ao Ministério da Educação.

Aprimorando o processo de monitoramento da qualidade da Educação, em 1997, o SAEB desenvolveu as Matrizes de Referência com descrição das competências e habilidades que os alunos deveriam dominar em cada série avaliada, permitindo assim, a definição dos descritores como base para a construção dos itens de prova que serão utilizados para avaliar o desempenho do aluno nas diferentes disciplinas. A elaboração dessas Matrizes iniciou-se com uma ampla consulta nacional sobre os conteúdos praticados nas escolas brasileiras de ensino fundamental e médio, tendo a definição apresentada em documento do SAEB (PERRENOUD, 1993 *apud* BRASIL, 2002, p. 11).

Nesse novo modelo, buscou-se a associação dos conteúdos às competências cognitivas utilizadas no processo da construção do conhecimento. Competência, segundo Phillipe Perrenoud (1993), é a “capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiando-se em conhecimentos, mas sem se limitar a eles”. Para enfrentar uma situação, geralmente, colocam-se em ação vários recursos cognitivos complementares, entre os quais os conhecimentos. ‘Quase toda ação mobiliza alguns conhecimentos, algumas vezes elementares e esparsos, outras vezes complexos e organizados em rede’ (PERRENOUD, 1993).

Com a inovação ocorrida no ciclo de 1997, surge uma escala de proficiência única para cada disciplina avaliada, permitindo a comparação de resultados obtidos pelo ciclo de

1995 do SAEB com os próximos ciclos. Em 2001, as Matrizes de Referência foram atualizadas em função dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, que foram amplamente disseminados pelo MEC.

Em 1998 outro instrumento é instituído com o objetivo de se verificar o comportamento/situação de saída dos alunos do ensino médio: o Exame Nacional do Ensino Médio - Enem. O Enem, além de avaliar as aprendizagens realizadas pelos concluintes do Ensino Médio, também permitia o ingresso no sistema federal de Educação Superior Pública, substituindo, em muitos casos, a prática do vestibular como forma de seleção para o ingresso no Ensino Superior.

No ano 2000 o Brasil passa a participar do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (em inglês: *Programme International Student Assessment - Pisa*), organizado pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OCDE, o qual se realiza, a partir desta data, de três em três anos.

Programme International Student Assessment - Pisa avalia jovens de 15 anos, no final da escolaridade obrigatória, qualquer que seja o tipo de escola em que estudem, focando temas que estes jovens necessitarão no futuro e avaliando como os jovens operam com os conhecimentos e aprendizagens. O conteúdo corresponde às áreas da leitura, Matemática e ciências. O Pisa é uma prova que é aplicada a cada três anos, com um enfoque dominante em cada aplicação: em 2000 a ênfase esteve na leitura; em 2003, na Matemática; em 2006, em ciências; em 2009, novamente na leitura. A ênfase em determinada área se dá pelo fato de que dois terços da parte do tempo da avaliação (2 horas) está destinada a essa área. "O Pisa não objetiva [...] medir o alcance da formação geral moderna ou delinear o perfil de um currículo internacional". (AMARAL, 2008, p. 38).

Para o ciclo de 2005, o SAEB foi reestruturado pela Portaria Ministerial nº 931, de 21 de março de 2005, transformando-se em um sistema composto por dois processos de avaliação:

- A Avaliação Nacional da Educação Básica – ANEB, que mantém a mesma característica e objetivos do SAEB, aplicado até 2003; e
- A Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – ANRESC, conhecida como Prova Brasil, para avaliar apenas as escolas públicas do ensino básico, de natureza censitária, o que permitiria divulgação dos resultados por escolas e por municípios.

Os objetivos gerais da ANRESC foram definidos pela Portaria Ministerial nº 931, em seu artigo 1º §2º:

- a) Avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas, de forma que cada unidade escolar receba o resultado global.

- b) Contribuir para o desenvolvimento, em todos os níveis educativos, de uma cultura avaliativa que estimule a melhoria dos padrões de qualidade e equidade da educação brasileira e adequados controles sociais de seus resultados.
- c) Concorrer para a melhoria da qualidade de ensino, redução das desigualdades e a democratização da gestão do ensino público nos estabelecimentos oficiais, em consonância com as metas e política estabelecidas pelas diretrizes da educação nacional.
- d) Oportunizar informações sistemáticas sobre as unidades escolares. Tais informações serão úteis para a escolha dos gestores da rede à qual pertençam.

No dia 24 de abril de 2007 é lançado o Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE, com o objetivo de melhorar a Educação no Brasil, em todas as suas etapas e em um prazo de quinze anos a contar da data seu lançamento. A prioridade do PDE é a Educação Básica, que compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. O PDE foi lançado em conjunto com o Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, instituído pelo Decreto Lei nº 6.094. O Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação é composto por 28 diretrizes para melhoria do ensino nacional, estabelecidas com base em estudos preliminares realizados em parceria com organismos internacionais. Por meio do Plano de Metas, a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios, em regime de colaboração, buscam unir esforços para superar a desigualdade de oportunidades nas diversas regiões do país.

Através da Portaria nº 482, de 7 de junho de 2013, o SAEB passa a ser composto por três processos de avaliação:

- Avaliação Nacional da Educação Básica – ANEB;
- Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – ANRESC; e
- Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA.

A ANA é uma avaliação censitária, aplicada anualmente aos alunos do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas, com o objetivo principal, de avaliar os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa, e alfabetização Matemática.

Nos últimos anos, o INEP reorganizou o sistema de levantamentos estatísticos e teve como eixo central de atividades as avaliações em praticamente todos os níveis educacionais. Hoje, o INEP é referência mundial em avaliação educacional em larga escala e os processos de avaliação sob responsabilidade deste órgão, são:

- Provinha Brasil;
- Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica - SAEB;
- Exame Nacional do Ensino Médio - Enem;
- Exame Nacional de Certificação de Competências de Jovens e Adultos - Encceja;
- Programa Internacional de Avaliação de Alunos - Pisa;

- Exame Nacional de Desempenho de Estudantes - Enade;
- Revalidação dos Diplomas Médicos - Revalida;
- Prova Nacional de Concurso para o Ingresso na Carreira Docente;
- Certificado de Proficiência na Língua Brasileira de Sinais - ProLibras;
- Certificado de Proficiência em Língua Portuguesa - Celpe-Bras.

2.3 O Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB

O Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB foi o precursor dos sistemas nacionais de avaliação da educação existentes no Brasil e, desde sua primeira aplicação em 1990, sofreu várias alterações. Desse modo, atualmente o SAEB é composto por três avaliações, ANEB, ANRESC e ANA. Quando se faz referência ao período anterior a 2005, está se fazendo referência ao SAEB que contempla características semelhantes às que hoje são atribuídas a ANEB.

A Avaliação Nacional de Alfabetização – ANA, possui periodicidade anual, tem caráter censitário e avalia a qualidade, equidade e eficiência do ciclo de alfabetização dos alunos das redes públicas. A ANA é composta pela prova de Língua Portuguesa com foco em leitura e escrita e pela prova de Matemática. São avaliados os alunos do 3º ano do ensino fundamental, em escolas públicas, localizadas nas zonas rural e urbana, sendo censitária para as turmas regulares e por amostra para as turmas multisseriadas.

A Avaliação Nacional da Educação Básica – ANEB, é uma avaliação amostral, de periodicidade bianual, atendendo a critérios estatísticos de, no mínimo, 10 alunos por turma e de escolas sorteadas para participarem da avaliação que sejam representativas das redes estadual, municipal e particular no âmbito dos estados e do país. Portanto, por ser amostral não há resultado da ANEB por escola ou por município.

A escolha dos alunos para participarem da ANEB se dá através de amostras aleatórias, probabilísticas e representativas da população de referência, que é composta por alunos brasileiros do ensino regular que estudam o 5º e o 9º ano do Ensino Fundamental e o 3º ano do Ensino Médio de todas as unidades da federação. A avaliação contempla a aplicação de provas de Língua Portuguesa e Matemática.

Em 2013, em caráter experimental, foram aplicadas provas de ciências para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio, como forma de validação da matriz de referência de ciências que está sendo elaborada para o exame e com vistas a estabelecer uma proximidade com o PISA. Os resultados desta aplicação ainda não foram divulgados e nem se tem notícias de quando será aplicada novamente.

A Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – ANRESC, denominada Prova Brasil, foi criada em 2005 como parte integrante do SAEB, utilizando-se a mesma matriz de referência. Porém, a ANRESC concentra-se apenas no ensino fundamental, ou seja, 5º e 9º anos. Na Prova Brasil, que é de periodicidade bianual, é avaliada a disciplina de Língua Portuguesa, com foco em leitura, e a disciplina de Matemática, com foco em resolução de problemas. A Prova Brasil é de caráter censitário no universo das escolas urbanas e rurais, desde que atendam a critérios de quantidade mínima de alunos na série avaliada. Essa avaliação não contempla o ensino particular e nem o ensino médio.

Quanto aos resultados, são gerados relatórios simplificados para cada unidade escolar participante, contendo informações a respeito do número de participantes, médias em Língua Portuguesa e Matemática, distribuição dos alunos por faixa de proficiência, evolução de indicadores educacionais, como a taxa de aprovação e IDEB, dados referentes ao corpo docente da escola, além das médias de desempenho de "Escolas Similares", cujas médias, expressam os resultados de um grupo com características semelhantes. Neste contexto, em 2015 o INEP disponibilizou em seu sítio na Internet um portal chamado de Plataforma Devolutivas Pedagógicas, que traduz, para uma linguagem pedagógica, os resultados da Prova Brasil, que hoje é o principal exame do país para avaliar a qualidade da educação básica. Essa plataforma traz diversas funcionalidades que poderão ajudar professores e gestores a planejar ações e aprimorar o aprendizado dos alunos.

2.4 O Que é Avaliado nas Provas

As provas de Língua Portuguesa e de Matemática utilizadas na ANEB e na ANRESC (Prova Brasil) são orientadas por matrizes de referências. As matrizes constituem suporte para a elaboração de itens de múltipla escolha que alimentam o Banco Nacional de Itens – BNI, utilizado para a construção das provas. As matrizes constituem ainda referências para as análises de desempenho, possibilitando a interpretação qualitativa das escalas de proficiência construídas após a aplicação dos testes.

As matrizes de referência contemplam as habilidades fundamentais em cada etapa do ensino básico avaliadas. Elas são constituídas por um conjunto de descritores que incorporam o objeto de conhecimento e a operação mental necessária para a habilidade avaliada.

Cada caderno de prova é formado por quatro blocos, sendo dois referentes às questões de Língua Portuguesa e outros dois abordam questões de Matemática. Ao todo, são confeccionados 21 tipos diferentes de cadernos de prova para cada série avaliada, sendo que

cada aluno responde a apenas um caderno de prova. Portanto, dois alunos não necessariamente respondem às mesmas questões quando da realização da avaliação.

Para a avaliação dos alunos do 5º ano, em cada uma das áreas do conhecimento, são montados 7 blocos contendo 11 itens cada, totalizando 77 itens. Cada caderno de prova é montado agrupando 2 blocos de Língua Portuguesa e 2 de Matemática. A combinação dos blocos resulta em 21 cadernos de prova diferentes. No dia da aplicação da avaliação, cada estudante responde somente a um caderno de prova com 22 itens de Língua Portuguesa e 22 itens de Matemática.

Já para a avaliação dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e do 3º ano de Ensino Médio, a montagem do caderno de prova é a mesma utilizada para o 5º ano, porém, cada bloco contém 13 itens, totalizando 91 itens para cada área de conhecimento avaliada. O caderno de prova respondido pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e do 3º ano de Ensino Médio é, assim, composto por 26 itens de Língua Portuguesa e 26 de Matemática.

O tempo estipulado para a realização das provas é aproximadamente 2 horas e 30 minutos, sem interrupção e/ou intervalo, distribuídos da seguinte maneira: 25 minutos para responder cada um dos quatro blocos de questões, 20 minutos para preencher o cartão-resposta e 30 minutos para responder ao questionário socioeconômico e cultural, que deverá ser aplicado aos alunos após a conclusão das provas.

O questionário socioeconômico e cultural, com 44 questões, serve para a caracterização dos estudantes. Professores de Língua Portuguesa e Matemática das séries avaliadas, além dos diretores das escolas, também respondem questionários que possibilitam conhecer as suas respectivas formações profissionais, práticas pedagógicas, nível socioeconômico e cultural, estilos de liderança e formas de gestão. São coletadas ainda informações sobre o clima acadêmico da escola, clima disciplinar, recursos pedagógicos disponíveis, infraestrutura e recursos humanos. Na mesma ocasião, os aplicadores dos testes preenchem um formulário sobre as condições de infraestrutura das escolas que participam da avaliação. De posse desses dados, é possível estudar os principais fatores associados ao desempenho dos alunos.

Em Matemática, o eixo norteador da avaliação é a resolução de problemas, que inclui a proposição de tarefas simples com o objetivo de avaliar se o aluno tem o domínio de padrões e técnicas escolares e consegue associá-los a problemas rotineiros do cotidiano. A opção pelo foco na resolução de problemas está relacionada com o fato dessa metodologia possibilitar o estabelecimento de relações, o desenvolvimento de capacidades de

argumentação, a validação de métodos e processos, além de estimular formas de raciocínio que incluem dedução, indução, inferência e julgamento.

As matrizes de Língua Portuguesa, com foco em leitura, têm como objetivo avaliar a capacidade do aluno de apreender o texto na construção de conhecimento em diferentes níveis de compreensão, análise e interpretação.

É importante destacar que, as Matrizes de Referência não podem ser confundidas com a matriz curricular das escolas ou das redes, pois não englobam todo o currículo escolar. As Matrizes de Referências representam apenas um recorte do currículo usado como referência para a elaboração dos itens da ANEB e da Prova Brasil, contemplando apenas um conjunto de habilidades consideradas fundamentais para a construção da avaliação.

Conforme exposto, a matriz de referência de avaliação não deve ser utilizada como o único instrumento que pode orientar o professor em sala de aula e nem como uma lista de conteúdos para o desenvolvimento das ações pedagógicas. A principal função das matrizes de referência está na possibilidade de apoiar o professor no planejamento e desenvolvimento das atividades pedagógicas fortalecendo, assim, o trabalho docente.

As matrizes de referência da Prova Brasil / SAEB descrevem o objeto da avaliação, são um referencial curricular mínimo a ser avaliado em cada disciplina e série, e associam os conteúdos curriculares às competências cognitivas utilizadas no processo de construção do conhecimento. (INEP, 2007).

É importante ressaltar que, embora as matrizes da ANEB e da Prova Brasil estejam estruturadas com referência os anos finais do ensino fundamental e médio, os seus descritores são compostos por competências, habilidades e conteúdos que são construídos ao longo de todos os anos da escolarização básica dos alunos.

As Matrizes de Referência foram revisadas em 2001 e reúnem os conteúdos (tópicos ou temas) e as descrições das habilidades (descritores) a serem avaliados em cada área do conhecimento e etapa do ensino fundamental e médio avaliado.

Como as descrições das Matrizes de Referência são muito longas e detalhadas, o leitor poderá conferir em anexo as Matrizes de Matemática (ANEXO A) e de Língua Portuguesa (ANEXO B) para o 5º e o 9º ano do ensino fundamental e para o 3º ano do ensino médio da Prova Brasil e da ANEB respectivamente.

2.5 As Escalas de Proficiência da ANEB e da Prova Brasil

Os resultados da ANEB e da Prova Brasil são divulgados no *site* do INEP através de uma escala de desempenho, também chamada de escala de proficiência e não tem relação direta com o número de acertos e sua escala não vai de zero a dez.

A escala de proficiência é única para os anos avaliados e descreve as habilidades que os alunos são capazes de demonstrar em cada ano e em cada disciplina. Ela apresenta os resultados de desempenho de todos os alunos em uma mesma métrica.

De acordo com o INEP, a partir da indicação numérica, é feita uma interpretação pedagógica dos resultados por meio da descrição, em cada nível, das habilidades que os alunos demonstraram ter desenvolvido, ao responderem às provas. É possível saber, pela localização numérica do desempenho na escala, quais habilidades os alunos já construíram, quais eles estão desenvolvendo e quais ainda faltam ser alcançadas. É importante ressaltar que as habilidades descritas na escala de proficiência são desenvolvidas ao longo de todo o percurso da educação básica.

Como ilustração, seguem em anexo, as escalas de proficiência das disciplinas de Matemática e de Língua Portuguesa para o 5º e o 9º ano do ensino fundamental (ANEXO C) e para o 3º ano do ensino médio (ANEXO D) da Prova Brasil e da ANEB respectivamente.

Para facilitar a interpretação dos níveis de proficiência, o portal QEd¹, distribui os alunos de acordo com o número de pontos obtidos na Prova Brasil em 4 níveis em uma escala de proficiência: Insuficiente, Básico, Proficiente e Avançado. Os quatro níveis de proficiência são os seguintes:

- **Insuficiente ou abaixo do básico:** Os alunos têm domínio insuficiente dos conteúdos da série em que estão.
- **Básico:** Os estudantes têm apenas domínio mínimo dos conteúdos, sinalizando que precisa de melhoria.
- **Proficiente ou adequado:** Os alunos têm domínio pleno dos conteúdos da série em que estão, indicando que estão aptos a dar continuidade aos estudos.
- **Avançado:** Os estudantes têm domínio maior do que o exigido para a série que cursam.

As tabelas 1 e 2 abaixo apresentam os valores considerados em cada nível, considerando as disciplinas de Língua Portuguesa (Tabela 1) e Matemática (Tabela 2).

¹ Conforme: <<http://academia.qedu.org.br/prova-brasil/aprendizado-adequado/>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

Tabela 1 - Proficiência em Língua Portuguesa (Escala SAEB)

	5º ano	9º ano
Insuficiente	0 | 150	0 | 200
Básico	150 | 200	200 | 275
Proficiente	200 | 250	275 | 325
Avançado	250 | 350	325 | 400

Fonte: QEdu Academia (2017a).

Tabela 2 - Proficiência em Matemática (Escala SAEB)

	5º ano	9º ano
Insuficiente	0 | 175	0 | 225
Básico	175 | 225	225 | 300
Proficiente	225 | 275	300 | 350
Avançado	275 | 375	350 | 425

Fonte: QEdu Academia (2017b).

Com o conhecimento das escalas de proficiência, a equipe de gestão escolar e o professor podem aproveitar melhor os resultados das avaliações educacionais em larga escala, e assim acrescentar informações ao conhecimento que ele já tem da realidade de sua escola e do trabalho desenvolvido em sua unidade.

No entanto, para compreender e utilizar os resultados das avaliações educacionais em larga escala, é necessário investimento em políticas de formação de professores, melhor apresentação dos resultados que são distribuídos nas escolas e divulgação dos dados de forma contextualizada com cada realidade escolar, favorecendo o uso social dos resultados da avaliação educacional em larga escala.

2.6 O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, foi criado pelo INEP, através do Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007, que dispõe sobre as implementações do

Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação. O decreto estabelece em seu Artigo 3º: “A qualidade da educação básica será aferida, objetivamente, com base no IDEB, calculado e divulgado periodicamente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), a partir dos dados sobre rendimento escolar, combinados com o desempenho dos alunos, constantes do censo escolar e do Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB, composto pela Avaliação Nacional da Educação Básica – ANEB e a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Prova Brasil)”.

Neste contexto, o IDEB surge como o principal indicador da qualidade da educação brasileira, cuja finalidade é equilibrar duas importantes dimensões da educação:

- O aprendizado, conhecido como proficiência, que corresponde ao desempenho obtido pelos alunos na Prova Brasil ou na ANEB; e
- O fluxo escolar, que representa a média da taxa de aprovação em cada uma das séries escolares do ciclo avaliado, que é obtido no Censo Escolar.

Numericamente, o IDEB é o produto desses dois componentes, proficiência e fluxo escolar. Fernandes (2007) afirma que:

Um sistema educacional que reprova sistematicamente seus estudantes, fazendo que grande parte deles abandone a escola antes de completar a educação básica, não é desejável, mesmo que aqueles que concluem essa etapa atinjam elevadas pontuações nos exames padronizados. Por seu lado, um sistema em que os alunos concluem o ensino médio no período correto não é de interesse caso eles aprendam muito pouco. Em suma, um sistema ideal seria aquele no qual todas as crianças e adolescentes tivessem acesso à escola, não desperdiçassem tempo com repetências, não abandonassem os estudos precocemente e, ao final de tudo, aprendessem. (FERNANDES, 2007, p. 7).

Com esses dois componentes e diante das considerações de Fernandes (2007), pode-se afirmar que o IDEB permite verificar o que os alunos estão aprendendo e em quanto tempo estão aprendendo. Desta forma, em um sistema que retém muitos alunos, certamente os que são aprovados no sistema de ensino terão um desempenho melhor na prova. Porém, o fluxo escolar será menor e conseqüentemente o IDEB também. Por outro lado, se todos os alunos forem aprovados, sem aprendizagem, ter-se-ia uma nota alta no fluxo e provavelmente uma nota reduzida na proficiência o que também faz reduzir o IDEB. De forma geral, é importante que cada escola ou rede encontre o seu ponto de equilíbrio, ou seja, que os alunos permaneçam na escola, mas com aprendizagem satisfatória.

Conforme o abordado, a taxa de aprovação de cada escola ou rede deverá ser de acordo com sua realidade, sendo importante a implementação de ações que proporcionem o aumento gradativo dessa taxa, pois a meta 2 do Plano Nacional de Educação 2014/2024 -

PNE prevê a universalização do ensino fundamental de nove anos para todas as crianças de 6 a 14 anos até 2024 e que 95% dos alunos finalizem esta etapa de estudos na idade adequada, até os 16 anos. A meta 3 do referido plano é universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 (quinze) a 17 (dezesete) anos e elevar, até o final do período de vigência do PNE, a taxa líquida de matrículas² no ensino médio para 85%.

Pelo exposto, fica evidente a preocupação em oportunizar o acesso e a permanência dos alunos na escola. Porém a qualidade da educação não se resume apenas à permanência e desempenho escolar conforme preconizado pelo IDEB. Além dessas dimensões existem outras como infraestrutura escolar, situação socioeconômica e cultural dos alunos, gestão e organização do trabalho escolar, formação, profissionalização e ação pedagógica do professor entre outras, que também contribuem para a efetivação de uma educação de qualidade.

Matematicamente, o IDEB é expresso em valores de 0 a 10 através do produto da proficiência e do fluxo escolar. Essa combinação permite verificar o andamento dos sistemas de ensino, em âmbito nacional, estadual e municipal das redes públicas e privadas. A forma geral do IDEB é dada por:

$$\text{IDEB}_{ji} = N_{ji}P_{ji}, \quad 0 \leq N_{ji} \leq 10; 0 \leq P_{ji} \leq 1; 0 \leq \text{IDEB}_{ji} \leq 10. \quad (1)$$

Onde:

- i é o ano do exame (ANEB e Prova Brasil) e do Censo Escolar;
- N_{ji} é a média da proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, padronizada para um indicador entre 0 e 10, dos alunos da unidade j , obtida em determinada edição do exame realizado ao final da etapa de ensino;
- P_{ji} é o indicador de rendimento baseado na taxa de aprovação da etapa de ensino dos alunos da unidade j .

Na equação 1, a média de proficiência padronizada dos estudantes da unidade j , N_{ji} , é obtida a partir das proficiências médias em Língua Portuguesa e Matemática dos estudantes submetidos à determinada edição do exame realizado ao final da etapa educacional considerada (Prova Brasil ou ANEB). A proficiência média é padronizada para estar entre zero e dez, de modo que $0 \leq \text{IDEB} \leq 10$. N_{ji} é obtida de acordo com a equação 2, abaixo:

$$N_{ji} = \frac{n_{ji}^{lp} + n_{ji}^{mat}}{2} \quad e \quad n_{ji}^{\alpha} = \frac{S_{ji}^{\alpha} - S_{inf}^{\alpha}}{S_{sup}^{\alpha} - S_{inf}^{\alpha}} \cdot 10 \quad (2)$$

Onde:

² É a razão entre o número total de matrículas de alunos com a idade prevista para estar cursando um determinado nível e a população total da mesma faixa etária.

- n_{ji}^α é a proficiência na disciplina α , obtida pela unidade j , no ano i , padronizada para valores entre 0 e 10;
- α é a disciplina (Matemática ou Língua Portuguesa);
- S_{ji}^α é a proficiência média (em Língua Portuguesa ou Matemática), não padronizada, dos alunos da unidade j obtida no exame do ano i ;
- S_{inf}^α é o limite inferior da média de proficiência (Língua Portuguesa ou Matemática) do SAEB 1997;
- S_{sup}^α é o limite superior da média de proficiência (Língua Portuguesa ou Matemática) do SAEB 1997.

Para as unidades escolares (ou redes) que obtiverem $S_{ji}^\alpha < S_{inf}^\alpha$, a proficiência média é fixada em S_{inf}^α . Por sua vez, aquelas unidades que obtiverem $S_{ji}^\alpha > S_{sup}^\alpha$ têm o desempenho fixado em S_{sup}^α .

A tabela 3 apresenta a média e o desvio padrão das proficiências dos alunos da 4ª e da 8ª série do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio no SAEB de 1997.

Tabela 3 - SAEB 1997: Proficiências médias e desvio padrão

Série	Matemática		Língua Portuguesa	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
5º ano (EF)	190,8	44	186,5	46
9º ano (EF)	250,0	50	250,0	50
3ª série (EM)	288,7	59	283,9	56

Fonte: SAEB 1997 – INEP/MEC.

A partir da média e desvio padrão das proficiências no SAEB 1997 (ano em que a escala do SAEB foi definida), calcularam-se, para cada etapa de ensino, considerando as diferentes disciplinas avaliadas no exame, os limites inferior e superior, de acordo com $S_{inf}^\alpha = média_\alpha - (3 * DP)$ e $S_{sup}^\alpha = média_\alpha + (3 * DP)$.

Tabela 4 – Limites superior e inferior das proficiências

Série	Matemática		Língua Portuguesa	
	S_{inf}	S_{sup}	S_{inf}	S_{sup}
5º ano (EF)	60	322	49	324
9º ano (EF)	100	400	100	400
3ª série (EM)	111	467	117	451

Fonte: SAEB 1997 – INEP/MEC.

Esses limites, inferiores e superiores, apresentados na tabela 4, são usados para calcular todos os IDEB's, ou seja, desde 1997, a partir do SAEB, para o Brasil (rede privada e

pública; urbanas e rurais) e para os dados agregados por unidade da federação e, a partir da Prova Brasil de 2005, para municípios (rede municipal e estadual) e para as escolas.

O indicador de rendimento, P_j , é obtido conforme a equação 3, na qual a proporção de aprovados em cada uma das séries da etapa considerada, p^r , é calculada diretamente do Censo Escolar. Se p^r ($r = 1, 2, \dots, n$, em que n é o número de séries com taxa de aprovação positiva) é a taxa de aprovação da r -ésima série da etapa educacional considerada, então o tempo médio de duração da série é:

$$T_{ji} = \sum_{r=1}^n \frac{1}{p^r} = \frac{n}{P_{ji}} \quad (3)$$

Na equação 3, P_{ji} é a taxa média de aprovação na etapa educacional no ano i . Nota-se que, na ausência de evasão durante a etapa e em equilíbrio estacionário, $\frac{n}{P_{ji}}$ dá o tempo médio para conclusão de uma etapa para os estudantes da unidade j (T_{ji}).

Se P é o inverso do tempo médio para conclusão de uma série, então, $P_{ji} = \frac{1}{T_{ji}}$.

Deste modo, temos que $IDEB_{ji} = \frac{N_{ji}}{T_{ji}}$, ou seja, o indicador fica sendo a pontuação no exame padronizado ajustada pelo tempo médio (em anos) para conclusão de uma série naquela etapa de ensino.

Como ilustração, serão considerados os dados da Escola Estadual Papa João Paulo II do município de Itaúba/MT, onde os alunos das séries finais do ensino fundamental (9º ano) obtiveram na Prova Brasil de 2013 a proficiência média de 243,18 e 237,67, respectivamente, em Matemática e em Língua Portuguesa, e as seguintes taxas de aprovação de acordo com o censo escolar 2013, 6º ano, 97,3%; 7º ano, 100%; 8º ano, 100% e 9º ano, 88,3%.

A proficiência padronizada da escola é obtida da seguinte maneira:

- Proficiência Padronizada em Matemática = $\frac{S_{ji}^{\alpha} - S_{inf}^{\alpha}}{S_{sup}^{\alpha} - S_{inf}^{\alpha}} \cdot 10 = \frac{243,18 - 100}{400 - 1} \cdot 10 = \mathbf{4,773}$.
- Proficiência Padronizada em Língua Portuguesa = $\frac{S_{ji}^{\alpha} - S_{inf}^{\alpha}}{S_{sup}^{\alpha} - S_{inf}^{\alpha}} \cdot 10 = \frac{237,67 - 100}{400 - 100} \cdot 10 = \mathbf{4,589}$.
- Logo, a Proficiência Padronizada da Escola: $N_{ji} = \frac{n_{ji}^{lp} + n_{ji}^{mat}}{2} = \frac{4,773 + 4,589}{2} = \mathbf{4,68}$.

Para o cálculo do fluxo escolar (indicador de rendimento) de uma escola, no jargão da Estatística, é a média harmônica das taxas de aprovação dos anos que compõem cada uma das etapas do ciclo avaliado. Considerando-se a taxa de aprovação do 6º ano, 0,973, são

necessários $\frac{1}{T_{ji}} = 1/0,973 = 1,0277$ anos para que um aluno típico dessa escola complete o sexto ano. A aplicação desse algoritmo aos outros anos escolares produz os seguintes valores, 7º ano, 1; 8º ano, 1 e 9º ano, 1,1325. O número de anos letivos de estudo necessários para completar as quatro séries é: $\sum_{r=1}^n \frac{1}{p^r} = 1,0277 + 1 + 1 + 1,1325 = 4,1602$ anos.

Finalmente, o indicador de rendimento: $T_{ji} = \frac{n}{P_{ji}} = 4/4,1602 = 0,96$.

Pode-se observar que o indicador de rendimento é sempre um número entre 0 e 1 e a média utilizada no cálculo do rendimento não é ponderada. Ou seja, não se considera no cálculo do indicador que cada uma das taxas utilizadas referentes a distintos anos escolares seja baseada em diferentes números de alunos.

Cabe lembrar que, o IDEB sintetiza os indicadores de rendimento e desempenho em um único número, através do produto dos dois indicadores. Ou seja, o IDEB das séries finais do ensino fundamental da Escola Estadual Papa João Paulo II no ano de 2013 será: $IDEB_{ji} = N_{ji}P_{ji} = 4,68 \cdot 0,96 = 4,5$.

Como o indicador de rendimento é um número menor ou igual a 1, pois será 1 somente quando todas as séries da etapa avaliada obter 100% aprovação, o IDEB é sempre menor ou igual que o indicador de desempenho. Ou seja, o IDEB penaliza a escola que usa a reprovação como estratégia pedagógica, atribuindo-lhe valores mais baixos.

A meta nacional norteia todo o cálculo das trajetórias intermediárias individuais do IDEB para o Brasil, unidades da Federação, municípios e escolas, a partir do compartilhamento do esforço necessário em cada esfera para que o país atinja a média almejada no período definido. Dessa forma, as metas intermediárias do IDEB, com início em 2007, foram calculadas com base nos resultados de 2005, para o âmbito nacional, estadual, municipal e para cada escola, a cada dois anos.

2.7 A Educação no Estado de Mato Grosso

Ocupando uma área de aproximadamente 903,3 mil km² e localizado na região Centro Oeste do Brasil, o estado do Mato Grosso é o terceiro maior estado brasileiro, apresentando grande região de fronteira, estando em seus limites os estados do Amazonas, Pará, Tocantins, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rondônia e o país vizinho Bolívia. O Mato Grosso possui um conjunto de três biomas: o Pantanal, o Cerrado e a Floresta Amazônica. O

estado está organizado em 22 microrregiões e cinco mesorregiões, dividindo-se em 141 municípios.

O desenvolvimento do estado de Mato Grosso se deu principalmente devido às políticas de colonização, ocupação e desenvolvimento a partir de projetos do governo federal. Dentre estes projetos destacam-se a implantação e pavimentação da BR-163, a implantação dos distritos industriais em Cuiabá, a modernização da agricultura e ocupação dos cerrados para a produção de grãos. Esta última ação foi de grande importância para a economia do estado e do país:

Ao elaborar políticas para a incorporação dos cerrados ao processo produtivo, o Estado assumia a condição de indutor do desenvolvimento capitalista, desenvolvendo ações diretas para a ocupação do território, a exemplo da abertura das grandes vias. A terra barata facilitou os investimentos, os incentivos da SUDAM e as linhas especiais de crédito atraíram os investidores, principalmente do sul do Brasil. (BERNARDES, 2007, p. 3).

Desta forma, rapidamente ocorreu um crescimento populacional, principalmente oriundo das correntes migratórias e da rápida expansão agrícola que, juntamente com a população nativa, fez com que o estado de Mato Grosso passasse a ser composto por uma grande diversidade populacional que marca o estado até os dias de hoje. Além dos nativos e imigrantes de outras regiões brasileiras, a população também é composta por índios e quilombolas, e para que toda essa diversidade seja bem atendida pelo poder público é necessária à implantação de políticas públicas específicas a cada realidade sócio econômica e cultural.

Devido a essa diversidade e aos métodos de ensino da época da colonização, o sistema educacional não evoluiu conforme o esperado. De acordo com a Secretaria Estadual de Educação – SEDUC: “como consequência dessa cultura escolar fragmentada, instituída ao longo de décadas, temos em Mato Grosso elevados índices de repetência (19,5%) e evasão (14,9%), alcançando, em 1997, um total de 34,4% de fracasso escolar.” (MATO GROSSO, 2000, p. 12).

Diante deste cenário, foram elaboradas e executadas pelo governo estadual metas de curto, médio e longo prazo. Foram instituídas as leis complementares nº 49/1998 e nº 50/1998, que regulamentaram o sistema educacional e a carreira dos profissionais da educação, respectivamente.

Devido ao modismo das práticas de terceirização e privatização recorrentes, cabe ressaltar que de acordo com parágrafo único do artigo 1º da lei complementar nº 49, “O

Sistema Estadual de Ensino será considerado estratégico, entendido como essencial para oferecimento de Serviço Público; priorizando o mantido sob a responsabilidade do Estado, não podendo ser terceirizado, transferido à organização de direito privado ou privatizado” (MATO GROSSO, 1998).

Ainda em 1998, com o objetivo de garantir a alfabetização e combater o fracasso escolar, o estado de Mato Grosso implantou nas séries iniciais o Ciclo Básico de Aprendizagem – CBA que inicialmente visava garantir o ciclo de alfabetização. Para dar continuidade à implementação do CBA, no ano de 1999, a Secretaria de Estado de Educação propôs a implantação do Projeto da Escola Ciclada - PEC, para todo ensino fundamental das escolas públicas estaduais dos municípios do estado de Mato Grosso, com início em 2000.

A organização da escola Ciclada de Mato Grosso em Ciclos de Formação é regulamentada através da Resolução 262/02/CEE/MT que ampliava para nove anos o ensino fundamental, enquanto a maioria dos estados ainda permanecia com o ensino fundamental de oito anos. No caso do Ciclo de Formação do ensino fundamental, este era organizado em três ciclos, cada um deles com duração de três anos, organizados em fases anuais, correspondentes às seguintes temporalidades da formação humana: 1º ciclo: infância (dos 6 aos 8 anos de idade); 2º ciclo: pré-adolescência (dos 9 aos 11 anos de idade) e 3º ciclo: adolescência (dos 12 aos 14 anos de idade).

Em 2006, os ciclos de formação tornam-se obrigatórios em toda a rede estadual e passam a ser chamados de Ciclos de Formação Humana e essa nomenclatura e organização perpetua-se até os dias atuais.

Embora até hoje, muito questionado pela maioria dos professores, o Ciclo de Formação Humana surgiu para reduzir os altos índices de evasão, tornar a escola mais atrativa e aberta para comunidade, e contribuir no sincronismo entre série/idade. Segundo os defensores do modelo ciclado, o sistema seriado já estava defasado, não auxiliava nos anseios das escolas, as avaliações muitas vezes eram usadas como arma e a reprovação encarada como um bem para o aluno.

Além das medidas citadas anteriormente como metas de melhoria da educação, o governo do estado de Mato Grosso, também criou quinze centros de formação e atualização dos profissionais da educação básica (Cefapros). E mais, recentemente houve a elaboração e implementação das orientações curriculares para a educação básica do estado de Mato Grosso – OCs, que além do cumprimento do exposto na LDBEN, visa subsidiar o trabalho dos profissionais que atuam na educação básica estadual.

No contexto histórico das políticas educacionais encontram-se as avaliações externas em larga escala, que são capazes de impactar positivamente na ampliação da qualidade da educação. Tomando como exemplo os resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, pode-se afirmar que eles representam um dos possíveis indicadores da qualidade de Educação Escolar.

Em 2016, a Secretaria de Estado da Educação do Estado de Mato Grosso – Seduc/MT, em parceria com o Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAed/UFJF/MG), com o objetivo de verificar o nível de desempenho escolar de cada estudante, decide por avaliar os estudantes do Ensino Fundamental e Médio das escolas da rede estadual.

Chamada de Avaliação Diagnóstica do Ensino Público Estadual de Mato Grosso – ADEPE/MT, a verificação tem o objetivo de produzir informações para contribuir na reflexão do professor sobre a sua prática pedagógica e proporcionar aos gestores dados para a formulação, o monitoramento e a reformulação de políticas educacionais. As informações produzidas pelo sistema de avaliação deverão orientar as ações do sistema de ensino através da reflexão dos seus resultados.

A ADEPE-MT se caracteriza como avaliação externa em larga escala, pela aplicação de testes e questionários padronizados a todos os estudantes do 2º, 4º, 6º, e 8º anos do ensino fundamental e do 1º e 2º anos do Ensino Médio. As habilidades e competências avaliadas foram selecionadas a partir das Orientações Curriculares Nacionais e das Orientações Curriculares de Mato Grosso, e apresentadas por meio das Matrizes de Referência de Língua Portuguesa e Matemática.

A implantação de um sistema próprio de avaliação possibilitará a construção de uma base de dados com série histórica para acompanhar o quadro educacional ofertado e também monitorar a qualidade da educação através do acompanhamento da evolução da proficiência, além de possibilitar a obtenção de dados mais consistentes das séries iniciais do ensino médio, pois a ANEB e o ENEM são aplicados apenas no último ano do ensino médio. A ADEPE/MT permitirá ao estado de Mato Grosso, diagnosticar as necessidades de aprendizagens dos estudantes para planejar, executar e orientar ações e políticas públicas focadas no desenvolvimento da educação, bem como, fomentar ações de formação e desenvolvimento profissional dos profissionais da Educação Básica.

2.8 Tópicos de Estatística

Esta seção destina-se à apresentação das principais ferramentas estatísticas utilizadas na pesquisa aqui relatada. A descrição das ferramentas encontra-se segundo a ordem em que foram utilizadas no trabalho de pesquisa. Para fins de materialização dos conteúdos, a teoria é apresentada de modo particularizado, considerando a variável IDEB.

2.8.1 Teste de Normalidade: Teste de Shapiro-Wilks

O teste de Shapiro-Wilks destina-se à verificação da normalidade de um conjunto de dados, com um nível de significância α . O nível de significância é a probabilidade do erro nas estimativas e geralmente $\alpha = 10\%$. A verificação de normalidade para os vetores de IDEB anuais, para os anos iniciais e finais, ocorre sob as seguintes hipóteses:

H_0 : Os vetores de IDEB anuais provém de uma população normal $N \sim (u, \sigma^2)$.

H_1 : Os vetores de IDEB anuais não provém de uma população normal

A estatística que baliza a tomada de decisão do teste, é a seguinte:

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^{141} (IDEB_i - MÉDIA_{ano})^2} \quad (4)$$

Onde:

- $IDEB_i$ são os valores ordenados das amostras avaliadas;
- b é uma constante obtida da seguinte maneira:

$$b = \begin{cases} \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} a_{(n-i+1)} \cdot (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) & \text{se } n \text{ é par} \\ \sum_{i=1}^{\frac{(n+1)}{2}} a_{(n-i+1)} \cdot (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) & \text{se } n \text{ é ímpar} \end{cases} \quad (5)$$

No presente estudo o valor amostrado de IDEB anual, possuirá $n = 141$ e $a_{(n-i+1)}$ são constantes geradas pelas médias, variâncias e covariâncias das estatísticas de ordem de uma amostra de tamanho n de uma distribuição normal.

A decisão sobre a normalidade ocorrerá da seguinte forma: Rejeita-se H_0 ao nível de significância α se $W > W_\alpha$, sendo que os valores críticos W_α da estatística W de Shapiro-Wilk são tabelados.

2.8.2 Teste de Homogeneidade das Variâncias (Homocedasticidade): Teste de Bartlett

A verificação de homogeneidade das variâncias ou homocedasticidade dos vetores IDEB anuais pode ser feita por meio do teste de Bartlett, com um nível de significância $\alpha = 10\%$. As hipóteses analisadas são.

$$H_0: \sigma_{2005}^2 = \sigma_{2007}^2 = \sigma_{2009}^2 = \sigma_{2011}^2 = \sigma_{2013}^2 = \sigma_{2015}^2 \text{ (variâncias são homogêneas)}$$

$$H_1: \sigma_{2005}^2 \neq \sigma_{2007}^2 \neq \sigma_{2009}^2 \neq \sigma_{2011}^2 \neq \sigma_{2013}^2 \neq \sigma_{2015}^2 \text{ (variâncias são heterogêneas)}$$

A estatística a ser utilizada para a tomada de decisão do teste é:

$$\chi_c^2 = 2,3026 \frac{q}{c} \quad (6)$$

As constantes q e c , expressas na fórmula acima, são respectivamente:

$$q = (846 - 6) \cdot \log_{10} S_p^2 - \sum_{i=1}^6 (n_i - 1)^{-1} \cdot \log_{10} S_i^2 \quad (7)$$

Onde

- $S_i^2 = (DP_{ano})^2 = \sigma_{ano}^2 = \frac{(IDEB_i - MÉDIA_{ano})^2}{141-1}$ é a variância anual; e
- $S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^6 (n_i-1) \cdot S_i^2}{846-6}$, a variância total do experimento comparativo das variâncias.

$$c = 1 + \frac{1}{3(6-1)} \cdot \left(\sum_{i=1}^6 (n_i - 1)^{-1} - (846 - 6)^{-1} \right) \quad (8)$$

A decisão sobre a homocedasticidade ocorrerá da seguinte forma: Rejeita-se H_0 ao nível de significância α se $\chi_c^2 > \chi_{\alpha;6-1}^2$, sendo que os valores críticos $\chi_{\alpha;6-1}^2$ da estatística χ^2 (Qui-Quadrado) são tabelados.

2.8.3 Teste para a Comparação de Médias: Análise de Variância (ANOVA)

A análise de variância (ANOVA) é um teste paramétrico destinado a avaliar se médias de duas ou mais populações são iguais. Assim, se os pressupostos de normalidade e homocedasticidade forem atendidos, pode-se aplicar a ANOVA (Análise de Variância), com

intuito de capturar as diferenças globais entre as médias anuais dos dados de IDEB, considerando-se conjuntamente anos iniciais e anos finais. Logo, as hipóteses testadas via ANOVA são seguintes:

$$H_0: MÉDIA_{2005} = MÉDIA_{2007} = MÉDIA_{2009} = MÉDIA_{2011} = MÉDIA_{2013} = MÉDIA_{2015}$$

$$H_1: MÉDIA_{2005} \neq MÉDIA_{2007} \neq MÉDIA_{2009} \neq MÉDIA_{2011} \neq MÉDIA_{2013} \neq MÉDIA_{2015}$$

Esta análise se dá através da decomposição da soma de quadrados, a partir da seguinte tabela (tabela 5):

Tabela 5: Esboço da organização dos dados de IDEB de 2005 a 2015, para execução da ANOVA.

Anos	Observações						Totais	Médias
2005	$IDEB_{2005,1}$	$IDEB_{2005,2}$	.	.	.	$IDEB_{2005,141}$	$IDEB_{2005}$	$MÉDIA_{2005}$
2007	$IDEB_{2007,1}$	$IDEB_{2007,2}$	.	.	.	$IDEB_{2007,141}$	$IDEB_{2007}$	$MÉDIA_{2007}$
2009	$IDEB_{2009,1}$	$IDEB_{2009,2}$	.	.	.	$IDEB_{2009,141}$	$IDEB_{2009}$	$MÉDIA_{2009}$
2011	$IDEB_{2011,1}$	$IDEB_{2011,2}$	.	.	.	$IDEB_{2011,141}$	$IDEB_{2011}$	$MÉDIA_{2011}$
2013	$IDEB_{2013,1}$	$IDEB_{2013,2}$	.	.	.	$IDEB_{2013,141}$	$IDEB_{2013}$	$MÉDIA_{2013}$
2015	$IDEB_{2015,1}$	$IDEB_{2015,2}$	.	.	.	$IDEB_{2015,141}$	$IDEB_{2015}$	$MÉDIA_{2015}$

Fonte: O autor.

Desta forma obtêm-se as seguintes medidas:

$$MÉDIA_{total} = \frac{(IDEB_{2005,1} + \dots + IDEB_{2005,141} + \dots + IDEB_{2015,1} + \dots + IDEB_{2015,141})}{846} \quad (9)$$

$$MÉDIA_i = \frac{(IDEB_{i,1} + \dots + IDEB_{i,141})}{141} \quad (10)$$

E, a partir da decomposição da soma de quadrados total:

$$SQT_{total} = SQT_{anos} + SQT_{erros} \quad (11)$$

Onde:

- SQT_{total} : Soma dos Quadrados Totais;
- SQT_{anos} : Soma dos Quadrados dos Efeitos Anuai;
- SQT_{erro} : Soma dos Quadrados dos Erros.

Os elementos acima são dados por:

$$SQT_{total} = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{141} (IDEB_{ij} - MÉDIA_{total})^2 \quad (12)$$

$$SQT_{anos} = n \sum_{i=1}^6 (MÉDIA_i - MÉDIA_{total})^2 \quad (13)$$

$$SQT_{erro} = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{141} (IDEB_{ij} - MÉDIA_i)^2 \quad (14)$$

Pode-se então escrever o quadro esquemático da ANOVA (quadro 1).

Quadro 1: Quadro Explicativo da Execução da ANOVA (Teste F).

Fatores de Variação (FV)	Soma dos Quadrados (SQT)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)	Fc
Anos	SQT_{anos}	6-1	$QME_{anos} = \frac{SQT_{anos}}{(6-1)}$	$F_c = \frac{QMT_{anos}}{QMT_{erros}}$
Erro	SQT_{erros}	846-6	$QME_{erros} = \frac{SQT_{erros}}{(846-6)}$	
Total	SQT_{total}	846-1	$QME_{total} = \frac{SQT_{total}}{(846-1)}$	

Fonte: O autor.

A decisão sobre a igualdade das médias anuais de IDEB, ocorrerá da seguinte forma: Rejeita-se H_0 ao nível de significância α se $F_c > F_{\alpha,6-1,846}$, sendo que os valores críticos $F_{\alpha,6-1,846-6}$ da estatística F (F de Snedecor) são tabelados.

2.8.4 Teste paramétrico para comparação das médias duas a duas: Teste de Tukey

O teste de Tukey é utilizado quando se quer comparar duas médias. Assim, com o intuito de comparar as médias anuais de IDEB (em valor absoluto) duas a duas, pode-se utilizar a diferença mínima significativa (DMS), que é a base do teste de Tukey. A DMS é dada pela seguinte sentença:

$$DMS = q_{(\alpha,6,141)} \cdot \sqrt{\frac{QME_{erro}}{141}} \quad (15)$$

Onde:

- $q_{(\alpha,6,141)}$ é um valor tabelado da amplitude total estudentizada a um nível de probabilidade α , geralmente tomando como 10%; e
- QME_{erro} é o quadrado médio dos erros.

As hipóteses deste teste, para médias relativas aos anos i e j , com $i \neq j$, são:

$$H_0: MÉDIA_i = MÉDIA_j$$

$$H_1: MÉDIA_i \neq MÉDIA_j$$

O número de comparações de pares de médias anuais de IDEB será $\binom{6}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$. O critério de tomada de decisão deste teste consiste em rejeitar H_0 ao nível de significância α se $|MÉDIA_i - MÉDIA_j| > DMS$.

2.8.5 Transformação dos dados: Transformação Box-Cox

Bussab *et al.* (1990) afirmam que os testes estatísticos podem ser divididos em dois grupos: testes paramétricos e testes não paramétricos. Os testes paramétricos fundamentam seus cálculos no pressuposto de que a distribuição de frequências dos erros amostrais é normal, as variâncias são homogêneas, os efeitos dos fatores de variação são aditivos e os erros independentes. Ainda segundo Bussab *et al.* (1990), se os pressupostos forem atendidos, então os testes paramétricos fornecem estimativas mais precisas.

Em decorrência do exposto acima, quando os dados não atendem aos pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, efetua-se a transformação dos dados a fim de que os dados transformados venham a satisfazer estes pressupostos e algum teste paramétrico possa ser utilizado. Neste caso, a transformação mais indicada é a transformação Box-Cox, que consiste em transformar as amostras anuais de IDEB (X_i) a fim de que estas, após a transformação, passem a atender os pressupostos.

Para tanto, por meio do cálculo da verossimilhança perfilada, calcula-se um parâmetro de transformação λ ótimo, a ser utilizado na transformação. De posse do λ ótimo, a transformação Box-Cox se dá por meio da fórmula abaixo:

$$X'_i = \begin{cases} \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln(X_i), & \lambda = 0 \end{cases} \quad (16)$$

Após o cálculo da transformação, seis novos vetores de dados transformados são gerados. Dessa forma, tomando-se os seis novos vetores de dados, aplicam-se novamente os testes dos pressupostos, considerando-se agora os dados transformados, na variável X'_i . Se os pressupostos forem satisfeitos, aplica-se o teste paramétrico de médias descrito anteriormente (por exemplo, a ANOVA) e, posteriormente, executa-se uma transformação inversa nos resultados estimados, para captura das inferências das médias mais realistas dos demais parâmetros, conforme a expressão abaixo:

$$X_i = \begin{cases} (X'_i \lambda - 1)^{1/\lambda}, \lambda \neq 0 \\ e^{X'_i}, \lambda = 0 \end{cases} \quad (17)$$

Caso os pressupostos ainda não sejam atendidos após a transformação, são utilizadas ferramentas de análise estatísticas não paramétricas como, por exemplo, o Teste de Kruskal-Wallis, nos dados originais de ocorrências de IDEB, utilizando-se as mesmas hipóteses (possível igualdade das médias). A razão para se usar testes não paramétricos reside no fato de que estes não se baseiam em pressupostos sobre a normalidade da distribuição dos dados municipais de IDEB e seu comportamento variacional.

2.8.6 Teste não paramétrico de comparação das médias: Teste de Kruskal-Wallis

Quando as amostras coletadas são comprovadamente independentes, não possuem distribuição normal e nem a homogeneidade das variâncias é verificada, então um teste paramétrico, como o teste F contido na ANOVA, não poderá ser utilizado. Logo, faz-se necessário o uso de um teste não paramétrico para a comparação das médias. O teste considerado neste trabalho é o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Assim, são testadas as hipóteses de igualdade das médias dos 6 vetores. Porém, o teste se baseia no fato de $MÉDIA_i \approx MEDIANA_i$, para executar a investigação de diferenças no comportamento médio do IDEB a cada ano. As hipóteses a serem testadas são:

$$H_0: MÉDIA_{2005} = MÉDIA_{2007} = MÉDIA_{2009} = MÉDIA_{2011} = MÉDIA_{2013} = MÉDIA_{2015}$$

$$H_1: MÉDIA_{2005} \neq MÉDIA_{2007} \neq MÉDIA_{2009} \neq MÉDIA_{2011} \neq MÉDIA_{2013} \neq MÉDIA_{2015}$$

Já que a mediana, está envolvida no teste, tem-se como premissa para o cálculo desta medida que os 846 dados de $IDEB_{ij}$ estejam ordenados da menor para a maior observação,

sendo r_{ij} o posto de $IDEB_{ij}$. Assim, podem-se obter os parâmetros $R_j = \sum_{i=1}^{141} r_{ij}$, que são a soma dos postos dos dados ordenados de IDEB de cada ano j ($j=2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015$).

A tomada de decisão se dá por meio do cálculo da estatística do teste:

$$H_c = \frac{12}{846(846 + 1)} \left(\frac{R_{2005}^2}{141} + \frac{R_{2007}^2}{141} + \frac{R_{2009}^2}{141} + \frac{R_{2011}^2}{141} + \frac{R_{2013}^2}{141} + \frac{R_{2015}^2}{141} \right) - 3(846 - 1) \quad (18)$$

Onde:

- $H_c \approx \chi_c^2$ o é valor da estatística calculada do teste que tem aproximadamente distribuição Qui-Quadrado, neste caso com $6 - 1$ graus de liberdade.

A regra de tomada de decisão baseia-se em rejeitar H_0 ao nível de significância α , se $\chi_c^2 \geq \chi_{\alpha;6-1}^2$, sendo que os valores críticos $\chi_{\alpha;6-1}^2$ da estatística χ^2 (Qui-Quadrado) são tabelados.

2.8.7 Teste não paramétrico para a comparação de pares de médias: Teste de Kruskal-Wallis

Após a execução do teste de Kruskal-Wallis, aplicado a um conjunto com duas ou mais médias, é possível inferir sobre o aceite ou rejeição de $H_0: MÉDIA_{2005} = MÉDIA_{2007} = MÉDIA_{2009} = MÉDIA_{2011} = MÉDIA_{2013} = MÉDIA_{2015}$. No caso de rejeição da hipótese nula H_0 , pode-se tentar identificar as médias discrepantes. Assim, com intuito de testar e medir as diferenças entre as médias (em valores absolutos), pode-se utilizar o teste de Kruskal-Wallis aplicado em valores médios dos vetores, tomados dois a dois. Neste caso, as mesmas hipóteses do teste de Tukey são consideradas. Ou seja, para anos i e j , com $i \neq j$:

$$H_0: MÉDIA_i = MÉDIA_j$$

$$H_1: MÉDIA_i \neq MÉDIA_j$$

A estatística utilizada para a tomada de decisão neste teste será:

$$DMS = z_{(\alpha,6.(6-1))} \cdot \sqrt{\frac{846(846 + 1)}{12} \cdot \left(\frac{1}{141} + \frac{1}{141} \right)} \quad (19)$$

Onde:

- $z_{(\alpha,6(6-1))}$ é um valor tabelado da distribuição normal a um nível de significância α , geralmente tomado como 10%.

Considerando a pesquisa executada, são efetuadas $\binom{6}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$ comparações de pares médias anuais de dados de IDEB. A regra de tomada de decisão baseia-se em rejeitar H_0 ao nível de significância α se $|MÉDIA_i - MÉDIA_j| \approx |\bar{R}_i - \bar{R}_j| > DMS$.

2.8.8 Análise de Agrupamento

A técnica multivariada de análise de agrupamento é uma maneira de se obter grupos homogêneos, por meio de um dispositivo lógico-matemático que reúne os indivíduos/objetos em um determinado número de grupos, de modo que exista grande homogeneidade dentro de cada grupo e heterogeneidade, entre os grupos (JONHSON e WICHERN, 1992; CRUZ e REGAZZI, 1994; SILVA, 2012). Manly (2008) define que a análise de agrupamento consiste em utilizar os valores das variáveis para planejar um esquema de agrupamento destes valores em classes de modo que valores similares estejam na mesma classe. Usualmente o número de classes não é conhecido, porém cortes podem ser definidos.

Diversos algoritmos estão disponíveis na literatura para análise de agrupamento. Estes algoritmos se distinguem pelo tipo de resultado e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre as entidades. De acordo com Bussab *et al.* (1990), a escolha de um particular algoritmo de agrupamento exige o conhecimento de suas propriedades, aliado aos objetivos da pesquisa. Cruz *et al.* (2011) salientam que, dentre os métodos de agrupamento, os mais utilizados são os de otimização e os hierárquicos.

Verifica-se, na literatura pertinente, que a análise de agrupamento implica, geralmente, em definir:

- O Coeficiente de Parecença ou Coeficiente de Similaridade (ou Dissimilaridade);
- O algoritmo ou técnica de agrupamento;
- Definição da quantidade de grupos (corte no dendrograma);
- A validação estatística dos grupos gerados.

A seguir estes elementos são definidos e explanados.

2.8.8.1 O Coeficiente de Parecença ou Coeficiente de Similaridade

Quando se fala em agrupamento (*cluster*), surge a ideia de similaridade ou dissimilaridade, baseadas em medidas de distância que posteriormente possibilitarão a

obtenção dos agrupamentos. Neste caso, as similaridades ou dissimilaridades estão atreladas aos dados anuais de desempenho de IDEB dos 141 municípios do estado de Mato Grosso, ao longo de 2005 a 2015. Este conceito pode ser definido do seguinte modo:

- Similaridade: quanto maior o valor observado destas medidas, mais parecidos serão os valores comparados;
- Dissimilaridade: quanto menor o valor observado dessas medidas, menos parecidos serão os valores comparados.

Estas medidas também podem ser chamadas de coeficientes de parença ou coeficientes de similaridade (dissimilaridade). Os coeficientes mais usuais, obtidos num espaço multidimensional e aplicados às mais diversas ciências como, a Matemática, Estatística, Engenharias, Economia, Ergonomia, Geografia, Geologia, Geoquímica, Biologia, Ecologia, Psicologia, Educação, dentre outras, podem ser observados em trabalhos como os de Sneath e Sokal (1973), Everitt (1980, 2011), Hothorn e Everitt (2010), Prentice (1980), Gordon (1981), Greig-Smith (1983), Punj e Stewart (1983), Pielou (1984), Speece *et al.*, 1985, Bussab *et al.* (1990), Jonhson e Wichern (1992), Cruz e Regazzi (1994), Berry e Linoff, (1997, 2000), Junior *et al.* (1998), Hand (1998), McGaridal *et al.* (2000), Diniz e Louzada Neto (2000), Werner *et al.* (2003), Mingoti (2005), Manly (2008), Hair *et al.* (2009), Ferreira (2011), Landim (2011), Cruz *et al.* (2011), Silva (2012, 2016). Boa parte destes textos também contém as metodologias das técnicas multivariadas empregadas em geral e consequentemente em análise de *clusters*.

Qualquer medida de similaridade pode ser transformada numa medida de dissimilaridade e vice-versa, e a escolha da medida de similaridade/dissimilaridade é de fundamental importância, pois, diferentes coeficientes geram diferentes agrupamentos. A grande maioria dos algoritmos de agrupamento são baseados em medidas de similaridade/dissimilaridade compostos por diferentes distâncias entre os objetos. Cabe esclarecer que as distâncias são os valores calculados dos coeficientes de dissimilaridade.

O método implementado neste trabalho está baseado em uma matriz de entrada $X_{n,p}$ de onde são retirados os valores anuais de IDEB para os 141 municípios do estado de Mato Grosso. Neste caso, a variável n ($n = 1, \dots, 141$) diz respeito aos municípios e p ($p = 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015$) diz respeito aos anos em foco. Assim, a disposição da matriz de dados de $X_{n,p}$, particularizada para o conjunto de dados utilizados neste trabalho, é ilustrada pela Figura 1.

Figura 1: Matriz $X_{n,p}$ de dados anuais de IDEB para os 141 municípios do estado de Mato Grosso.

Municípios	Anos					
	2005	2007	2009	2011	2013	2015
1	$X_{1,2005}$	$X_{1,2007}$	$X_{1,2009}$	$X_{1,2011}$	$X_{1,2013}$	$X_{1,2015}$
2	$X_{2,2005}$	$X_{2,2007}$	$X_{2,2009}$	$X_{2,2011}$	$X_{2,2013}$	$X_{2,2015}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
141	$X_{141,2005}$	$X_{141,2007}$	$X_{141,2009}$	$X_{141,2011}$	$X_{141,2013}$	$X_{141,2015}$

Fonte: O autor.

As principais medidas de similaridade/dissimilaridade estão relacionadas com as principais distâncias utilizadas em análise de agrupamentos. Logo, o critério a ser utilizado para se decidir até que ponto dois elementos do conjunto de dados podem ser considerados como semelhantes ou não, é de suma importância para a formação de agrupamentos. Os coeficientes de similaridade capturam as características medidas e propiciam a construção dos agrupamentos.

As principais medidas de distância utilizadas para as variáveis quantitativas para a formação e análise de agrupamentos são medidas de dissimilaridades, logo quanto menor seus valores mais similares serão os elementos comparados. Abaixo são apresentadas as principais distâncias, comumente utilizadas:

→ **Distância Euclidiana:** é a medida mais comumente utilizada. Considere uma matriz com 6 colunas ($p =$ anos em estudo), as quais são vetores que contém valores de IDEB para os 141 municípios ($n =$ município) do estado de Mato Grosso, conforme o que mostra a equação abaixo:

$$X_j = [X_{2005,j} \ X_{2007,j} \ \dots \ X_{2015,j}]^t = X_{n,p}, \quad \text{com } j = 1, 2, \dots, 141 \quad (20)$$

Onde:

- $X_{i,j}$ representa o valor de desempenho de IDEB no ano i do município j .

A distância Euclidiana entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por:

$$d(X_l, X_k) = [(X_l - X_k)^t (X_l - X_k)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\sum_{i=2005}^{2015} (X_{il} - X_{ik})^2} \quad (21)$$

Em outras palavras, os dois elementos amostrais são comparados em cada variável pertencente ao vetor de observações.

→ **Distância Generalizada ou Ponderada:** A distância generalizada entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$, é definida por:

$$d(X_l, X_k) = [(X_l - X_k)^t A (X_l - X_k)]^{\frac{1}{2}} \quad (22)$$

Onde:

- $A_{p \times p}$ é uma matriz de ponderação, definida positiva.

Os diferentes elementos desta matriz geram variações distintas no estabelecimento das distancias. Assim:

- Quando $A_{p \times p}$ é a matriz identidade, a distância generalizada equivale à Distância Euclidiana;
- Se $A_{p \times p} = S_{p \times p}^{-1}$, que é a matriz de variâncias e covariâncias amostrais, tem-se a Distância de Mahalanobis (1936), que tem como vantagem em relação às distâncias Euclidianas o fato de levar em consideração a correlação entre os elementos considerados;
- Se $A_{p \times p} = \text{diag}(\frac{1}{p})$ for uma matriz que na diagonal principal contém os valores $\frac{1}{p}$, tem-se a Distância Euclidiana Média.

A escolha da matriz $A_{p \times p}$ reflete o tipo de informação que o pesquisador deseja utilizar na ponderação das diferenças das coordenadas dos vetores que estão sendo comparados.

Vale salientar que, a Distância de Mahalanobis é utilizada quando as variáveis são correlacionadas ou quando existem repetições dentro das unidades amostrais.

→ **Distância de Minkowsky:** A Distância de Minkowsky entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por:

$$d(X_l, X_k) = \left[\sum_{i=2005}^{2015} w_i |X_{il} - X_{ik}|^\lambda \right]^{\frac{1}{\lambda}} \quad (23)$$

Onde:

- w_i são pesos de ponderação para as variáveis e suas variantes correspondem às seguintes distâncias:
 - Se $\lambda = 1$ corresponde a Distância City-block ou Manhattan;
 - Se $\lambda = 2$, tem-se a Distância Euclidiana.

Em geral variando os valores de λ muda-se o peso dado às diferenças maiores e menores das variáveis.

→**Distância Euclidiana Média:** A Distância Euclidiana Média entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por:

$$d(X_l, X_k) = \frac{1}{\sqrt{p}} \cdot [(X_l - X_k)^t (X_l - X_k)]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1}{p} \cdot \sum_{i=2005}^{2015} (X_{il} - X_{ik})^2} \quad (24)$$

Esta distância é popularmente conhecida como Distância de Penrose.

→**Distância de Chebychev:** A distância Chebychev entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por:

$$d(X_l, X_k) = \text{Maximum} |X_{il} - X_{ik}| \quad (25)$$

Esta medida de distância é apropriada nos casos em que o pesquisador quiser definir objetos como “diferentes”.

→**Distância de Canberra:** A Distância Canberra entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por:

$$d(X_l, X_k) = \sum_{i=2005}^{2015} \frac{|X_{il} - X_{ik}|}{(X_{il} - X_{ik})} \quad (26)$$

→**Distância de Czekanowski:** A Distância Czekanowski entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por:

$$d(X_l, X_k) = \sum_{i=2005}^{2015} \frac{|X_{il} - X_{ik}|}{(X_{il} - X_{ik})} = 1 - \frac{\sum_{i=2005}^{2015} \min(X_{il}, X_{ik})}{\sum_{i=2005}^{2015} (X_{il} + X_{ik})} \quad (27)$$

As distâncias de Camberra e de Czekanowski são popularmente utilizadas quando da ocorrência de variáveis não negativas. Assim a partir da aplicação de uma medida de distância qualquer/adequada na matriz $X_{n,p}$, têm-se as matrizes de distância $D_{n,n}$.

→**Medida de Correlação Inversa de Pearson:** Considerada mais uma medida de relação/similaridade entre dois elementos X_l e X_k e $l \neq k$.

$$d(X_l, X_k) = \sum_{i=2005}^{2015} \frac{|X_{il} - X_{ik}|}{(X_{il} - X_{ik})} = 1 - \frac{\sum_{i=2005}^{2015} (X_{il} - \bar{X}_{il})(X_{ik} - \bar{X}_{ik})}{\sqrt{(X_{il} - \bar{X}_{il})^2 \cdot (X_{ik} - \bar{X}_{ik})^2}} \quad (28)$$

Figura 2: Matriz $D_{n,n} = D_{141,141}$ de similaridade/dissimilaridade relativa aos dados anuais de IDEB.

Municípios	Municípios			
	1	2	...	141
1	0	$d_{1,2}$	...	$d_{1,141}$
2	$d_{2,1}$	0	...	$d_{2,141}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
141	$d_{141,1}$	$d_{141,2}$	...	0

Fonte: O autor.

Cabe destacar que, qualquer medida de distância usada para variáveis quantitativas pode ser transformada num coeficiente de similaridade. Dado que a distância entre X_l e X_k e $l \neq k$ é definida por $d(X_l, X_k)$, o coeficiente de similaridade entre X_l e X_k é dado por $S(X_l, X_k)$, com:

$$S(X_l, X_k) = 1 - d^*(X_l, X_k) \quad (29)$$

$$d^*(X_l, X_k) = \frac{d(X_l, X_k) - \min(D)}{\max(D) - \min(D)} \quad (30)$$

Onde:

- $\min(D)$ e $\max(D)$ são, respectivamente, o menor e o maior valor de distância observados na matriz de distância D de dimensão $n \times n$ (Figura 2), sem levar em consideração os elementos da diagonal principal da dessa matriz.

→**Coefficiente de Gower (1971)**: este coeficiente é utilizado com variáveis quantitativas. Gower (1971) define que para cada variável X_j está especificado um coeficiente de semelhança S_j , que assume valor no intervalo de $[0,1]$. Assim, se houver dois elementos entre X_l e X_k e $l \neq k$ sendo comparados, a similaridade entre esses dos elementos será dada por:

$$S(X_l, X_k) = \sum_{i=2005}^{2015} \frac{|X_{il} - X_{ik}|}{(X_{il} - X_{ik})} = \frac{\sum_{j=200}^{2015} 1_j(X_l, X_k) S_j(X_l, X_k)}{\sum_{j=2005}^{2015} 1_j(X_l, X_k)} \quad (31)$$

Onde:

- $1_j(X_l, X_k)$ é uma variável indicadora que é igual a 1, se os elementos X_l e X_k puderem ser comparados segundo a variável X_j e zero caso contrário.

Assim, o coeficiente de Gower contempla inclusive a comparação de elementos amostrais incompletos.

2.8.8.2 O Algoritmo ou Técnica de Agrupamento

De posse do conjunto de medidas de distância, busca-se acoplar este conjunto a um método ou algoritmo para a construção dos conglomerados (*Clusters*). Usualmente estes métodos são classificados: técnicas hierárquicas e não hierárquicas. Comumente as técnicas hierárquicas são as mais frequentemente utilizadas. O conjunto destas técnicas é ainda subdividido em técnicas aglomerativas e técnicas divisivas.

A mecânica de funcionamento das técnicas hierárquicas aglomerativas parte do pressuposto de que no início do processo de agrupamento tem-se n conglomerados, ou seja, cada elemento do conjunto de n dados observados é considerado como sendo um conglomerado isolado. Em cada passo do algoritmo, os elementos amostrais vão sendo agrupados, formando novos conglomerados até o momento em que todos os elementos disponíveis estão num único grupo. Assim no estágio inicial do processo de agrupamento,

cada elemento amostral é considerado como um *cluster* de tamanho 1 e no último estágio de agrupamento tem-se apenas um único *cluster* constituído de todos os elementos amostrais.

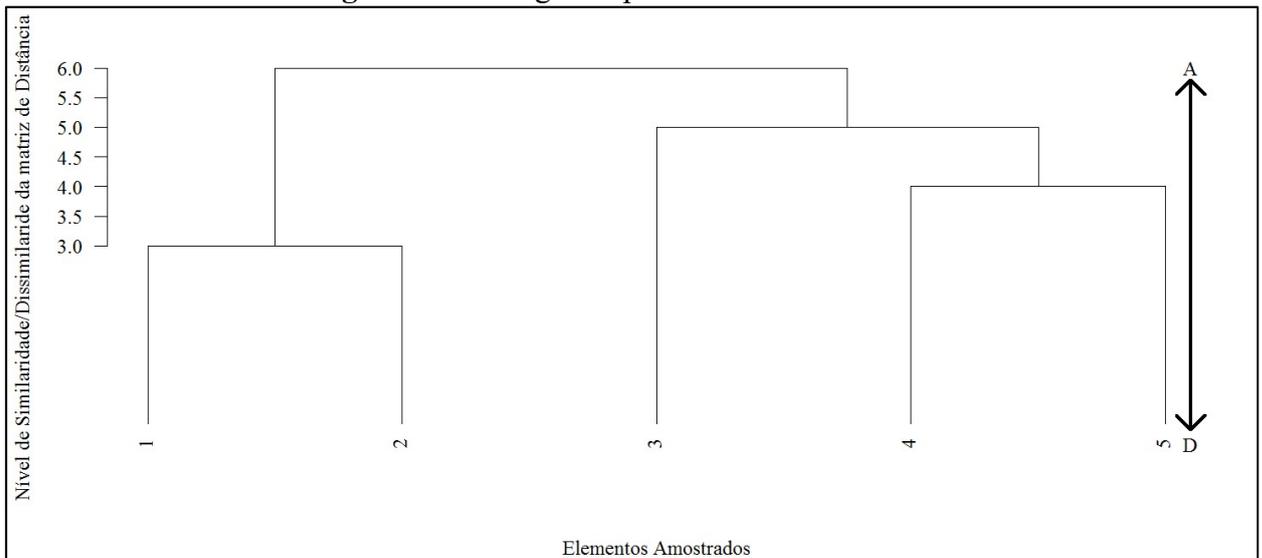
Em termos de variabilidade, no estágio inicial, tem-se a partição com a menor dispersão interna possível, já que todos os conglomerados têm um único elemento e, dessa forma, a variância de cada um deles é igual a zero. Já no estágio final, tem-se a maior dispersão interna possível, já que todos os elementos amostrais estão num único *cluster*. Os passos podem ser melhor resumidos da seguinte forma (MINGOTI, 2005):

1. Inicialmente, cada elemento constitui um *cluster* de tamanho 1;
2. A cada estágio do algoritmo de agrupamento, os pares de conglomerados mais “similares” são combinados e passam a constituir um único conglomerado. Apenas um novo conglomerado pode ser formado em cada passo. Dessa forma, em cada estágio do processo, o número de conglomerados vai sendo diminuído.

Há nesse processo a propriedade/característica de hierarquia. Ou seja, em cada passo do algoritmo, cada novo conglomerado formado constitui um agrupamento de conglomerados formados nos estágios anteriores. Se dois elementos amostrais aparecem juntos num mesmo *cluster* em algum estágio do processo de agrupamento, então eles aparecerão juntos em todos os estágios subsequentes. Isto é, uma vez unidos, estes elementos não poderão ser separados.

Devido à propriedade de hierarquia, é possível representar o processo em um gráfico conhecido popularmente de Dendrograma ou Dendograma (TIMM, 2002), que representa a “árvore” ou todo o histórico do processo de agrupamento executado. O Dendrograma é um gráfico em forma de árvore no qual a escala vertical indica o nível de similaridade (ou dissimilaridade). Geralmente no eixo horizontal, são marcados os elementos amostrais numa ordem convenientemente relacionada com o itinerário do agrupamento. As linhas verticais, partindo dos elementos amostrais agrupados, têm altura correspondente ao nível em que os elementos foram considerados semelhantes, isto é, à distância do agrupamento ou o nível de similaridade.

A Figura 3, mostra um exemplo do comportamento de um agrupamento simulado em seu dendograma, para 5 variáveis que simulam 5 observações, considerando um método de agrupamento qualquer.

Figura 3: Dendograma para dados simulados.

Fonte: O autor.

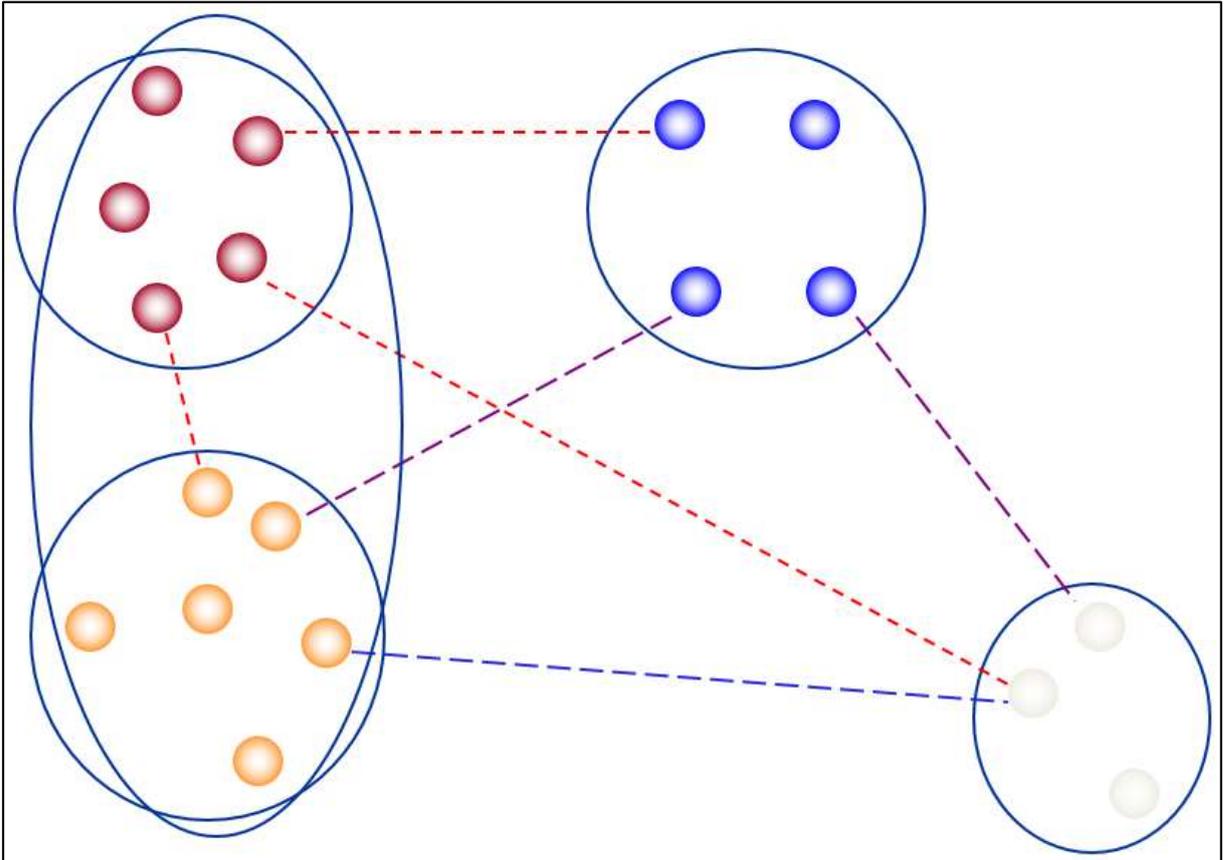
Pela Figura 3, observa-se que no sentido de D para A, os agrupamentos são considerados aglomerativos, já no sentido contrário de A para D os aglomerados são considerados divisivos.

A seguir serão descritos os métodos de agrupamento hierárquicos mais comuns disponíveis.

→**Método de ligação simples das distâncias (*Single Linkage*):** Este método também é conhecido como o método do vizinho mais próximo e nele a similaridade entre dois conglomerados é definida pelos dois elementos mais parecidos (SNEATH, 1957). A Figura 4 ilustra o processo.

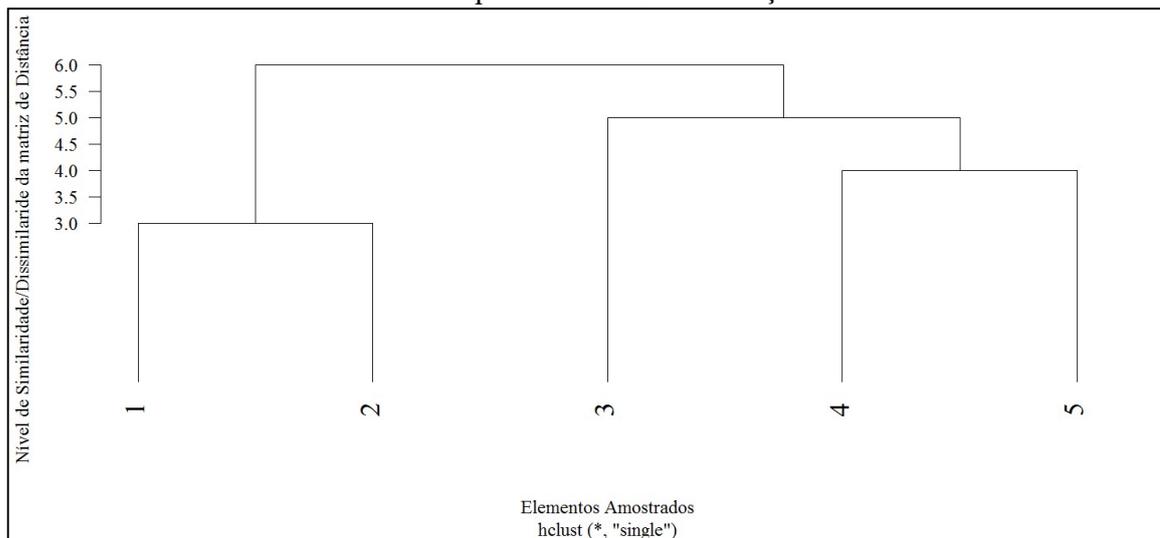
A elipse indica a junção de dois agrupamentos com a menor distância em um só (a distância mínima entre os agrupamentos é considerada). O processo irá acontecer até o último estágio da formação que engloba todos os conglomerados. Assim para um conjunto de dados com 5 variáveis que simulam 5 observações, com certa distância entre ela, aplicado o método de ligação simples, tem-se o dendograma da Figura 5.

Figura 4: Ilustração de um agrupamento gerado via ligação simples de distâncias.



Fonte: O autor.

Figura 5: Dendograma gerado via método de ligação simples das distâncias, considerando 5 variáveis que simulam 5 observações.

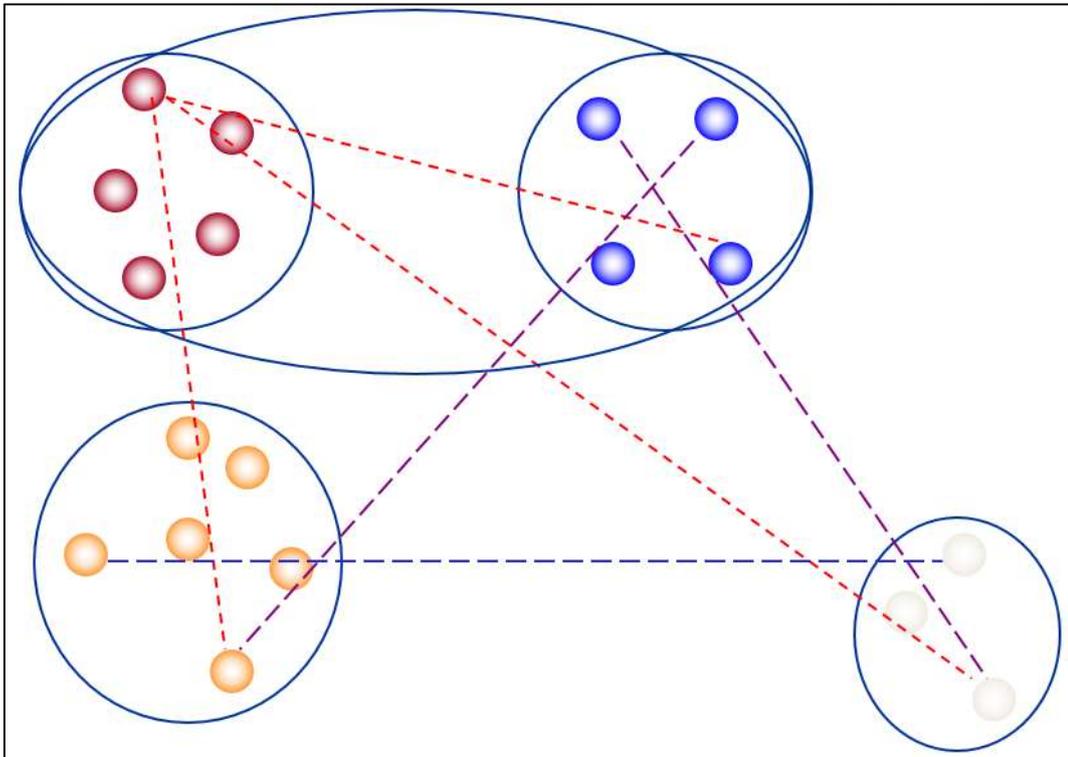


Fonte: O autor.

→ **Método de ligação completa das distâncias (*Complete Linkage*):** Ao contrário do método anterior, o mesmo é conhecido como o método do vizinho mais distante. Ou seja, a

similaridade entre dois conglomerados é definida pelos elementos que são menos semelhantes entre si para a formação dos grupos.

Figura 6: Ilustração de um agrupamento gerado via método de ligação completa.

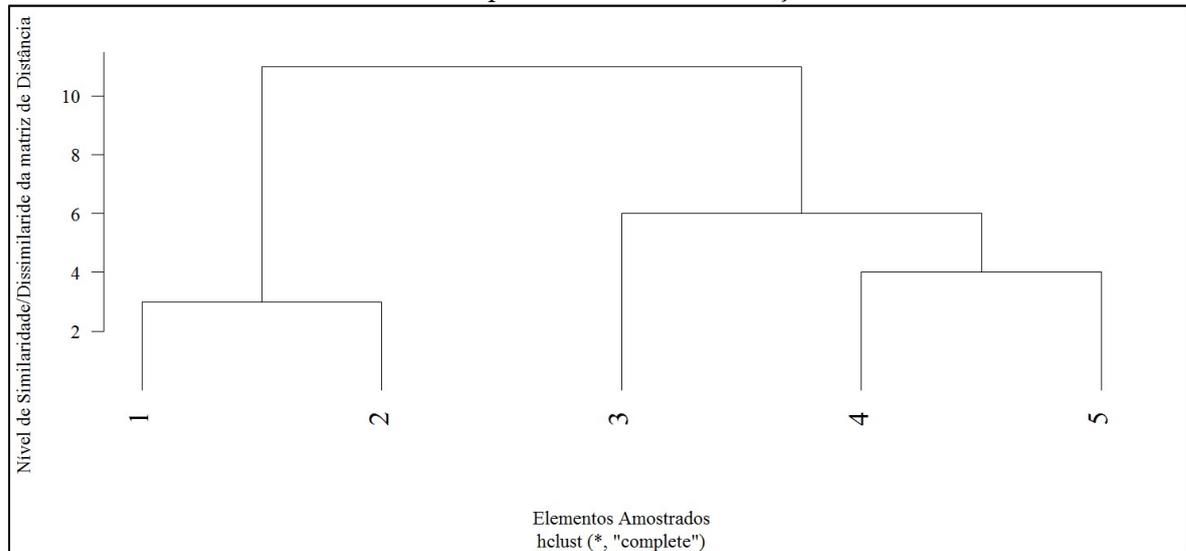


Fonte: O autor.

Assim, é considerada a maior distância entre os grupos para a sua fusão. A Figura 6 ilustra o processo de formação de grupos por meio do método de ligação completa. Neste caso, os pequenos grupos representados por circunferências foram unidos considerando-se as maiores distâncias entre os seus elementos (ver linhas tracejadas).

A Figura 7 mostra um dendrograma construído com base nos mesmos dados supostos anteriormente. Porém, para a geração do dendrograma foi considerado o método de ligação completa.

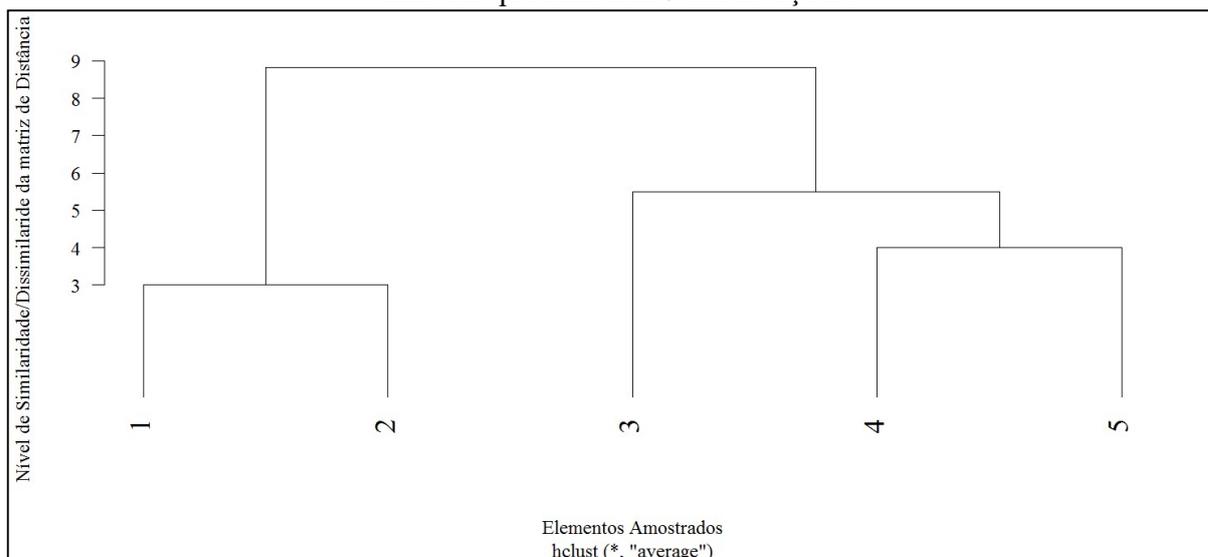
Figura 7: Dendograma gerado via método de ligação completa das distâncias, considerando 5 variáveis que simulam 5 observações.



Fonte: O autor.

→ **Método de ligação média das distâncias (Average Linkage):** Diferentemente dos métodos anteriores, neste caso se considera a média das distâncias entre todos os pares de elementos que podem ser formados com os elementos de dois conglomerados que estão sendo comparados. Assim para os mesmos dados simulados, tem-se o seguinte dendrograma, baseado no método da média das distâncias (Figura 8).

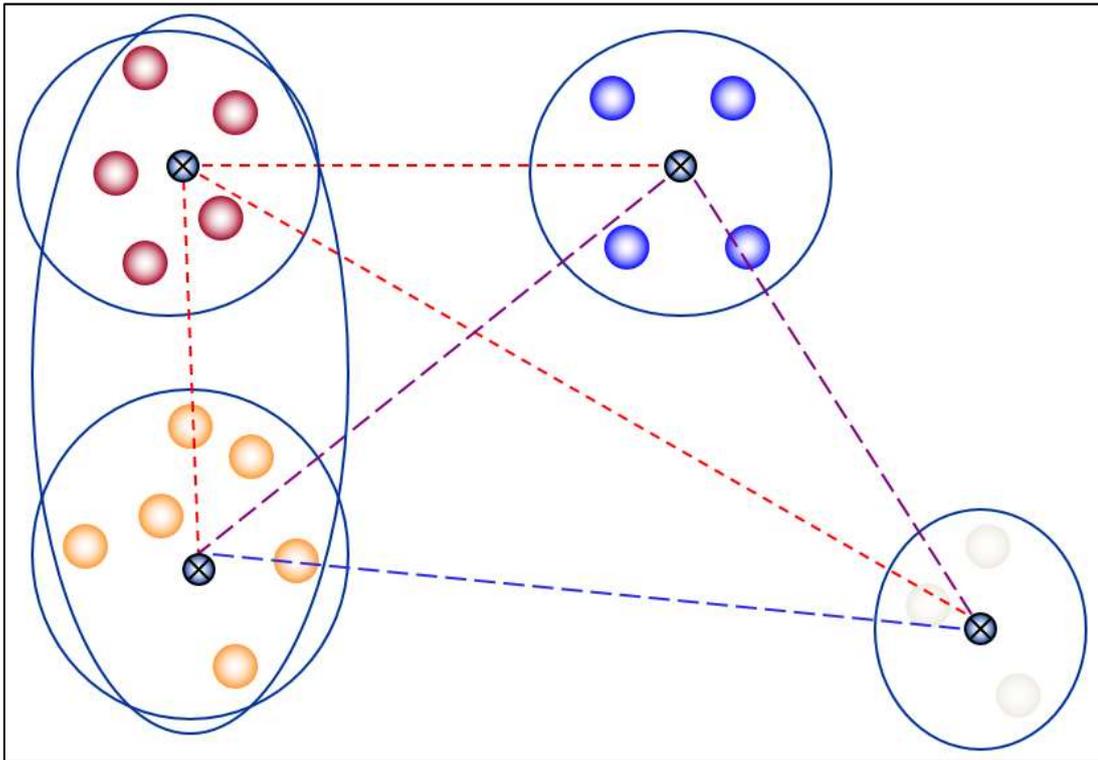
Figura 8: Dendrograma gerado via método de ligação média das distâncias, considerando 5 variáveis que simulam 5 observações.



Fonte: O autor.

→ **Método de ligação pelas distâncias dos centróides (*Centroid Method*):** Neste método a distância entre dois grupos é definida como sendo a distância entre os vetores de médias, também chamados de centróides dos grupos comparados.

Figura 9: Ilustração de um agrupamento gerado via método de ligação pelas distâncias dos centróides.



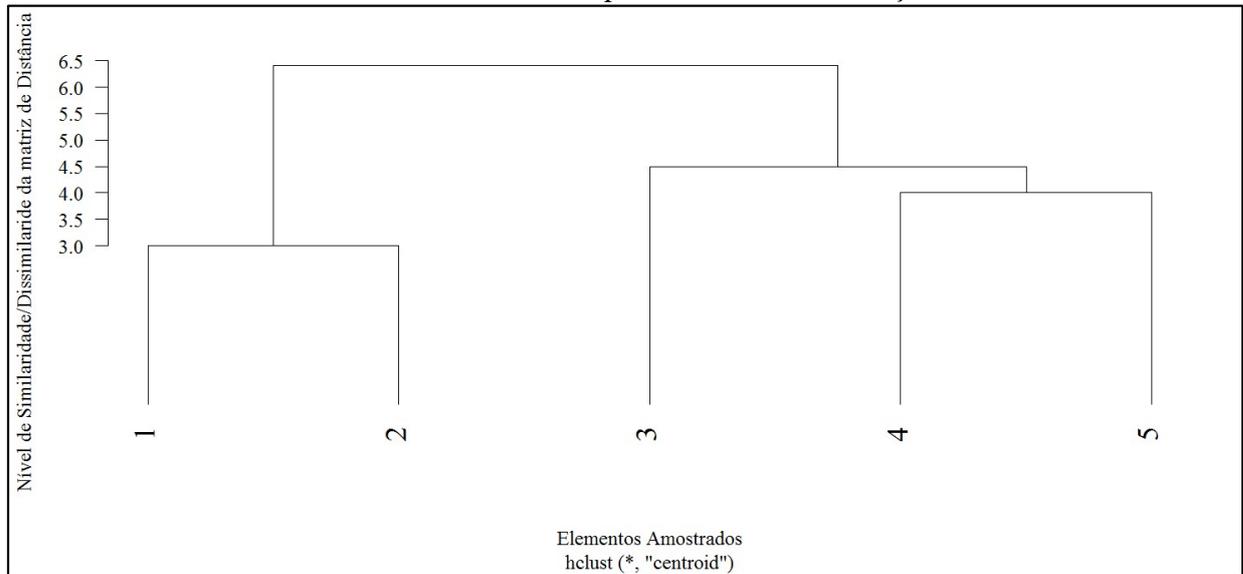
Fonte: O autor.

A Figura 9 ilustra o agrupamento gerado pelo método de ligação pelas distâncias dos centróides. Note que, as distâncias consideradas, indicadas pelas retas tracejadas, são relativas aos centróides dos agrupamentos menores.

Na Figura 10 encontra-se o dendrograma relativo ao agrupamento de dados simulados, como o efetuado para métodos anteriores. Percebe-se que, apesar da mudança do método, o dendrograma ainda guarda alguma semelhança com os dendrogramas anteriores.

Cabe lembrar que, o resultado final dos agrupamentos dependerá fortemente do método de agrupamento utilizado, bem como, do coeficiente de similaridade/dissimilaridade utilizado pelo método. Assim, a escolha do método e do coeficiente deve ser guiada pelos objetivos e necessidades particulares de cada trabalho em foco.

Figura 10: Dendograma gerado via método de ligação pelas distâncias dos centróides, considerando 5 variáveis que simulam 5 observações.



Fonte: O autor.

→ **Método de Ward:** Em análise de agrupamentos a partição almejada é aquela que produz grupos os mais heterogêneos possíveis, de forma que os elementos dentro de cada grupo sejam os mais homogêneos quanto possível. Ward (1963) propôs um método de agrupamento baseado na ocorrência de variação entre os grupos e de variação dentro dos grupos que estão sendo formados em cada passo do agrupamento. O procedimento é também chamado de “Método da Mínima Variância” e é como segue:

1. Inicialmente, cada elemento é considerado como um único conglomerado;
2. Em cada passo do algoritmo de agrupamento somam-se os quadrados da distância Euclidiana de cada elemento amostral pertencente ao conglomerado em relação ao correspondente vetor de médias do conglomerado:

$$SS_i = \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^t (X_{ij} - \bar{X}_i) \quad (32)$$

Onde:

- n_i é o número de elementos no conglomerado C_i quando se está no passo k do processo de agrupamento;
- X_{ij} é o vetor de observações do j -ésimo elemento amostral que pertence ao i -ésimo conglomerado;
- \bar{X}_i é o centroide do conglomerado C_i ; e

- SS_i , representa a soma de quadrados correspondente ao conglomerado C_i .

No passo k , a soma de quadrados total dentro dos grupos é apresentada como:

$$SSR = \sum_{i=1}^{g_k} SS_i \quad (33)$$

Onde:

- g_k é o número de grupos existentes quando se está no passo k .

A distância entre os conglomerados C_l e C_i , é então, definida como:

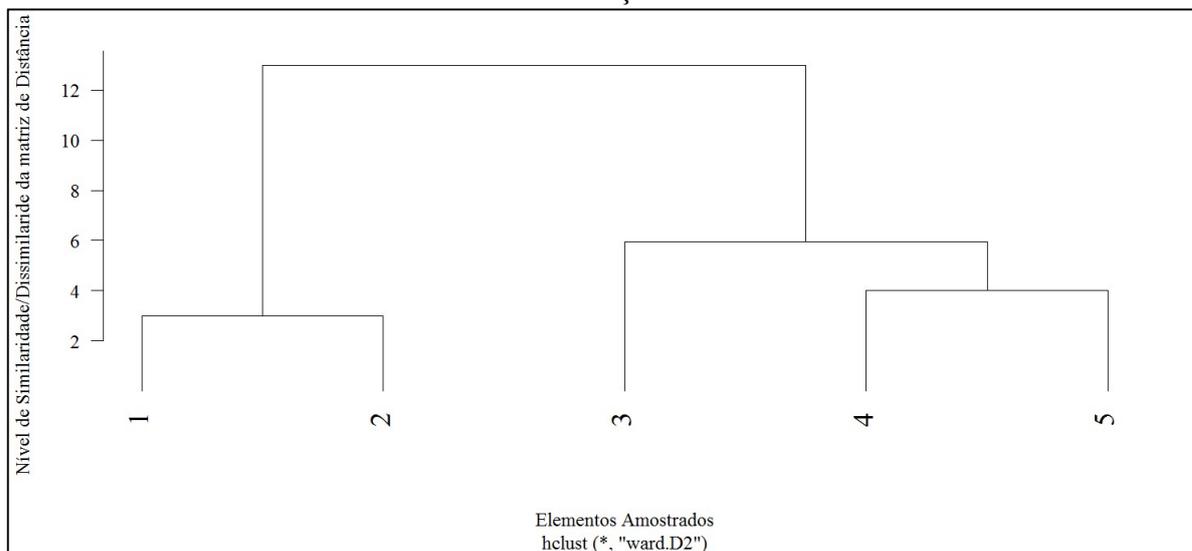
$$d(C_i, C_l) = \left[\frac{n_l n_i}{n_l + n_i} \right] (X_{ij} - \bar{X}_i)^t (X_{ij} - \bar{X}_l) \quad (34)$$

Em outras palavras, o método de Ward se baseia na partição da soma dos quadrados total de uma análise de variância, como pode-se observar na equação 35.

$$\sum_{j=1}^k \sum_{i \in g_k} (X_{i1} - \bar{X}_1)^2 = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_{j1} - \bar{X}_1)^2 + \sum_{j=1}^k \sum_{i \in g_k} (X_{i1} - \bar{X}_{j1})^2 \quad (35)$$

Desta maneira, para os mesmos dados simulados anteriormente tem-se o dendograma gerado mediante uso do método de Ward (Figura 11).

Figura 11: Dendograma gerado via método de Ward, considerando 5 variáveis que simulam 5 observações.



Fonte: O autor.

O método de Ward se apresenta em vantagem em relação aos demais métodos por suas estimativas possuírem um forte apelo estatístico e por gerar grupos que possuem alta homogeneidade interna.

O método de Ward tem sido preferido, em alguns casos, devido ao efeito gráfico de seu dendograma, que possibilita a visualização de grupos bem definidos (ROSEMBURG, 1984; SILVA, 2012).

Autores como Scott e Symons (1971) e Mingoti (2005) revelam que, sob certas condições, há uma relação entre o método de Ward e o método de máxima verossimilhança. Isso ocorre quando a distribuição das variáveis em análise é uma normal multivariada em cada passo do agrupamento. Porém cabe destacar que, para a aplicação do método de Ward não há necessidade de os dados em análise serem provenientes ou não de uma população com distribuição normal multivariada.

2.8.8.3 Definição da Quantidade de Grupos

A obtenção do número de grupos, ou ponto de corte no dendograma pode ser feita via método Mojena (1977). Este método se baseia no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) do dendograma gerado. A ideia básica do método é selecionar o número de grupos no passo j que, primeiramente, satisfizer a seguinte inequação:

$$\alpha_j > \theta_k \quad (36)$$

Onde:

- α_j é o valor de distância do nível de fusão correspondente aos passos j ($j = 1, 2, \dots, g - 1$);
- θ_k é o valor de referência de corte, dado por:

$$\theta_k = \bar{\alpha} + k\widehat{\sigma}_{\alpha} \quad (37)$$

Onde:

- $\bar{\alpha}$ é a média dos valores de α ;
- $\widehat{\sigma}_{\alpha}$ é o desvio padrão dos valores de α ;
- k é uma constante sugerida por Milligan e Copper (1985). O seu valor é $k = 1,25$ e é adotado como regra de parada na definição do número de grupos.

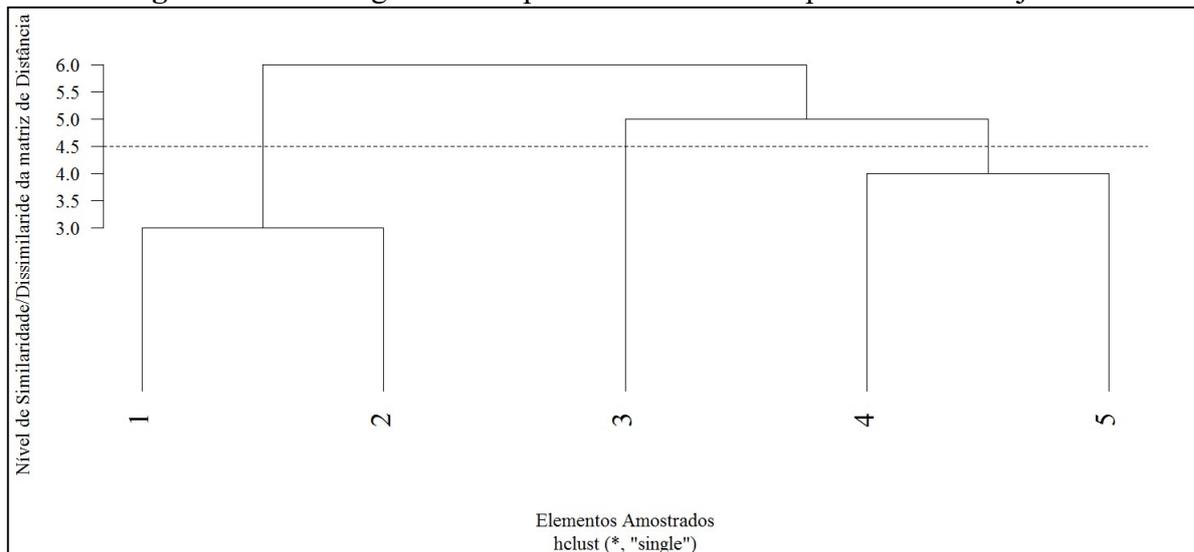
Deste modo, tem-se que:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{g-1} \sum_{j=1}^{n-1} \alpha_j \quad (38)$$

$$\widehat{\sigma}_{\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{g-1} \alpha_j^2 - \frac{1}{g-1} \left(\sum_{j=1}^{g-1} \alpha_j \right)^2}{g-2}} \quad (39)$$

A Figura 12 apresenta um dendrograma com um ponto de corte assinalado por uma linha tracejada horizontal. O ponto de corte foi obtido pelo método Mojena. O Dendrograma foi construído com base no método de ligação simples das distâncias, considerando-se 5 variáveis que simulam 5 observações.

Figura 12: Dendrograma com ponto de corte obtido pelo método Mojena.



Fonte: O autor.

Observa-se pela Figura 12 que no ponto de corte há a formação de três agrupamentos.

2.8.8.4 Gráfico da Silhueta dos Grupos Gerados.

O gráfico da silhueta é uma técnica proposta por Rousseeuw (1986) com a qual se pode ter a noção dos particionamentos dos aglomerados e também de sua estrutura. Cada objeto/observação pode ser representada por um determinado valor $S(X_i)$ chamado de silhueta/configuração, que é baseado na comparação da “consistência” e na “separação” de cada aglomerado.

Desta maneira o agrupamento como um todo é representado por uma combinação de silhuetas de cada grupo em um único gráfico. Tal fato permite ao pesquisador uma avaliação da qualidade dos grupos formados, por meio da análise da configuração de seus dados de entrada. De modo geral a largura média da silhueta fornece resultados que podem servir como uma pré-avaliação da validação do agrupamento que se pesquisa. Esta largura também pode ser usada para selecionar um número adequado de agrupamentos. (MAXIMILIANO, 2008; MAECHLER, 2017).

Sendo G o agrupamento ao qual o objeto X_i pertence, a similaridade/dissimilaridade média do objeto $g(X_i)$ do objeto X_i em relação aos outros objetos de G , respeita a seguinte sentença:

$$g(X_i) = \frac{1}{N_G - 1} \sum_{j \in G, j \neq i} d(X_i, X_j) \quad (40)$$

Onde N_G , indica o total de componentes no agrupamento de $d(X_i, X_j)$, que corresponde à dissimilaridade/similaridade entre os elementos X_i e X_j .

Dado um aglomerado qualquer H diferente de G . A similaridade/dissimilaridade média do item X_i para todos os itens de H , pode ser expressa por:

$$d(X_i, C) = \frac{1}{N_C} \sum_{j \in C, j \neq i} d(X_i, X_j) \quad (41)$$

Onde:

- N_C indica o total de objetos contido no conglomerado C ;
- $d(X_i, X_j)$, representa a dissimilaridade em uso entre os itens X_i e X_j .

A menor distância de dissimilaridade entre X_i a um agrupamento G é dada por:

$$b(X_i) = \min\{d(X_i, C), \forall C \neq G\} \quad (42)$$

Desta maneira representa-se B como um grupo de C que contém a menor distância dada pela expressão 41. Este grupo é normalmente conhecido como vizinho do elemento X_i e nada mais é do que o segundo melhor agrupamento possível para este item. Neste contexto o valor da silhueta do objeto X_i é calculado pela sentença:

$$S(X_i) = \frac{b(X_i) - a(X_i)}{\max\{a(X_i), b(X_i)\}} \min\{d(X_i, C), \forall C \neq G\} \quad (43)$$

O valor de $S(X_i)$, pode ser interpretado do seguinte modo:

- 1) $S(X_i) \approx 1$: O objeto X_i está bem classificado no *cluster* G ;
- 2) $S(X_i) \approx 0$: O objeto X_i está entre os *clusters* G e B ;
- 3) $S(X_i) \approx -1$: O objeto X_i está mal classificado no *cluster* G e está mais próximo do *cluster* B .

O gráfico do *cluster* G é representado pelo gráfico dos valores da silhueta de todos os objetos pertencentes a ele em ordem decrescente. Quanto mais próximo de 1, melhor é qualidade estrutural do agrupamento.

Em trabalhos de autores como Vale (2005) e Maximiliano (2008), pode-se encontrar a interpretação da silhueta média em relação à forma estrutural dos agrupamentos como revela a tabela 6.

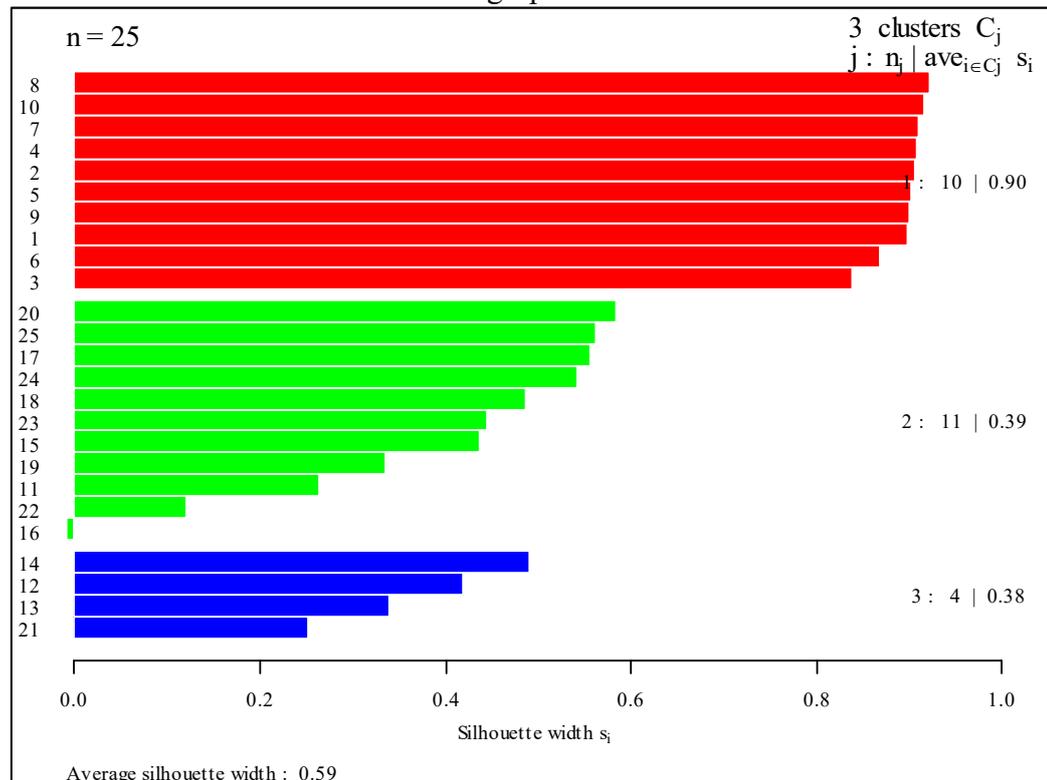
Tabela 6: Valores chaves para interpretação da silhueta média.

$S(X_i)$	DESCRIÇÃO
[0,71; 1,00]	Tem-se uma estrutura forte encontrada.
[0,51; 0,70]	Tem-se uma estrutura razoável encontrada.
[0,26; 0,50]	Tem-se uma estrutura fraca e pode ser superficial. É aconselhável o uso de outros métodos para esses dados.
]−∞; 0,25]	Nenhuma estrutura substancial foi encontrada.

Fonte: Retirado e adaptado de trabalhos de Vale (2006) e Maximiliano (2008).

Uma silhueta simulada de um determinado particionamento de 25 objetos pode ser vista na Figura 13.

Figura 13: Gráfico da Silhueta média de um aglomerado com 25 itens, particionados em 3 grupos.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim a partir deste gráfico, tem-se a ideia do comportamento de cada grupo e do agrupamento como um todo em análise.

2.8.8.5 A Validação Estatística dos Grupos Gerados

Depois de gerados os grupos e construído o dendograma condizente com o problema em foco, se faz necessário avaliar a consistência do agrupamento. Uma das formas de se fazer esta avaliação é por meio do coeficiente de correlação cofenética. Este coeficiente quantifica a semelhança entre a matriz de distâncias do dendograma (matriz cofenética) e a matriz de distâncias original. Quanto maior for o valor da correlação, menor será a distorção provocada pelo agrupamento. Manly (2008) e Silva (2012) asseguram que o valor de correlação entre duas matrizes pode ser testado pela aplicação do teste de aleatorização de Mantel (1967).

Bussab *et al.* (1990) e Silva (2012) recomendam a aplicação de diversos métodos hierárquicos ao conjunto de dados de entrada e que o resultado mais concordante com os objetivos do trabalho em foco seja aceito como o mais adequado. Isso impede que a classificação dos grupos seja uma mera técnica utilizada, já que cada metodologia impõe determinada estrutura ou configuração aos dados.

De acordo com os autores Bussab *et al.* (1990), Albuquerque (2005), e Silva (2012, 2016) a expressão do coeficiente de correlação cofenética entre a matriz de distâncias original e a matriz cofenética é:

$$r_{cof} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (C_{ij} - \bar{C}) (D_{ij} - \bar{D})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (C_{ij} - \bar{C}))^2 \cdot (\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (D_{ij} - \bar{D}))^2}} \quad (44)$$

Onde:

$$\bar{C} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n C_{ij} \quad (45)$$

$$\bar{D} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n D_{ij} \quad (46)$$

Onde:

- C_{ij} é o valor da distância entre os indivíduos i e j na matriz cofenética;
- D_{ij} é o valor da distância entre os mesmos indivíduos na matriz original de distâncias; e
- n é a dimensão da matriz.

Calculado o coeficiente de correlação cofenética r_{cof} , pode-se testar a validade de seu valor, pelo teste de aleatorização de Mantel (1967). O teste é baseado na distribuição empírica da correlação cofenética obtida a partir de aleatorizações de uma das duas matrizes de distâncias envolvidas. Normalmente, o teste é unilateral à direita, pois é esperado que as matrizes de distância sejam positivamente correlacionadas. Assim, as hipóteses de análises do teste ficam:

$$H_0: \rho_{cof} = 0$$

$$H_1: \rho_{cof} > 0$$

3 METODOLOGIA

Este capítulo destina-se à apresentação dos procedimentos metodológicos realizados a fim de que os objetivos expressos fossem alcançados. Para tanto, na seção 3.1 são apresentados os dados de IDEB e cartográficos utilizados na pesquisa. Na seção 3.2 estão descritos os pormenores da análise exploratória e espacial realizada para os dados de IDEB dos 141 municípios do estado de Mato Grosso, considerando os 6 anos em estudo (2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015). A análise inferencial comparativa dos dados está na seção 3.3. Por fim, a seção 3.4 traz a análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) dos dados em foco.

3.1 Os Dados de Entrada: IDEB

Quando se efetua uma busca na literatura, verifica-se uma vacuidade de trabalhos destinados à análise detalhada dos dados do IDEB para os estados do Brasil. Há apenas relatórios que apresentam análises dos dados relativos a todo o Brasil, como é o caso do relatório publicado pelo próprio INEP.

Assim o presente trabalho teve como objetivo a análise de dados do IDEB para o estado de Mato Grosso (141 municípios) relativo aos anos de 2005 a 2015. Os dados de IDEB para o ensino fundamental foram analisados considerando-se dois conjuntos, um relativo aos anos iniciais (do 1º ao 5º ano) e outro relativo aos anos finais (do 6º ao 9º ano). Para a análise dos dados foram utilizadas ferramentas de Estatística Descritiva e Estatística Espacial, com intuito de averiguar a disposição dos valores de IDEB em ambos os conjuntos de dados (dados dos anos iniciais e dados dos anos finais). As técnicas citadas, aliadas às ferramentas de estatística multivariada, foram utilizadas para tentar definir um padrão espacial do IDEB para ambos os segmentos do ensino fundamental a partir dos dados de 2005 a 2015. As análises tiveram o intuito também de revelar as fraquezas do processo ensino/aprendizagem, gerando subsídios que possuíssem o potencial de delinear novas políticas públicas exequíveis rumo ao melhor rendimento da educação do estado de Mato Grosso, em anos subsequentes.

Cabe especificar que, como a avaliação do IDEB ocorre a cada 2 anos, foram 6 os anos considerados na pesquisa: 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015. Os dados foram coletados diretamente no *site* do INEP³.

³ Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/>. Acesso em: 15 dez. 2016.

Foram considerados, os dados brutos dos 141 municípios de desempenho de IDEB e para a formação das observações experimentais utilizadas na metodologia de Análise de Variância e de Agrupamentos, calculou-se as médias das escolas contidas nos municípios, o que gerou 6 vetores anuais de desempenho de IDEB dos 141 municípios (observações) tanto para os anos iniciais quanto para os finais. No banco de dados de IDEB advindo do INEP, existem escolas com desempenho de IDEB nulo e as mesmas foram consideradas, nos cálculos das médias, para a composição das observações utilizadas, e graças a esta consideração pode-se obter a configuração de 141 observações municipais de desempenho de IDEB a cada ano em análise, o que é pré-requisito para as análises de Variância e de Agrupamentos com dados balanceados.

Além dos dados de IDEB, junto ao *site* oficial do IBGE⁴ foram coletadas as coordenadas geográficas dos 141 municípios do estado de Mato Grosso, além do arquivo vetorial, em formato *shapefile*, que descreve o estado e a divisão geopolítica de seus municípios. Os dados de caráter geográficos possuem o seu georreferenciamento estabelecido em relação ao sistema referencial geodésico SIRGAS-2000.

3.2 Análise exploratória e espacial dos dados de IDEB

Primeiramente, no *site* do INEP, foram coletados os dados de IDEB dos 141 municípios de Mato Grosso para o período que vai de 2005 a 2015. Os dados eram relativos ao ensino fundamental: anos iniciais e anos finais. Junto ao *site* do IBGE foram obtidas as coordenadas geográficas relativas a cada um dos 141 municípios do estado e o arquivo em formato *shapefile* da divisão geopolítica de municípios do estado de Mato Grosso.

Em seguida, organizaram-se os dados e metadados coletados para os anos iniciais e anos finais, com a finalidade de capturar o comportamento descritivo do IDEB anual. Cabe lembrar que, o IDEB é gerado de dois em dois anos pelo INEP. Assim, de 2005 a 2015 foram coletados, organizados e processados os dados relativos aos 6 anos.

A fim de analisar os dados descritivamente foram calculadas as seguintes medidas, por meio do *software* RStudio:

- Valor Mínimo do IDEB anual;
- Valor Máximo do IDEB anual;
- Média Aritmética do IDEB anual, dada por:

⁴ Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 dez. 2016.

$$MÉDIA_{ano} = \bar{X}_{ano} = \frac{\sum_{i=1}^{141} IDEB_i}{141} \quad (47)$$

- Desvio-Padrão do IDEB anual, dado por:

$$DP_{no} = \sigma_{ano} = \sqrt{\frac{(IDEB_i - MÉDIA_{ano})^2}{141 - 1}} \quad (48)$$

- Coeficiente de Variação do IDEB anual, dado por:

$$CV_{ano} = \left(\frac{DP_{ano}}{MÉDIA_{ano}} \right) \cdot 100 \quad (49)$$

Em adição a isso foram gerados gráficos do tipo Boxplot (que revelam o primeiro, segundo e terceiro quartis da variação do IDEB de cada ano) contrapondo as mesmas medidas de IDEB anual e suas distribuições, na tentativa de avaliar comparativamente a evolução do IDEB ao longo dos 6 anos.

A fim de espacializar os dados coletados e informações geradas, foram criados mapas anuais com os intervalos de desempenho estabelecidos pelos gráficos de Boxplot. A geração dos mapas objetivou a análise visual e espacializada, de modo que se pudesse inferir o comportamento regional do IDEB no decorrer dos anos e a formação de possíveis grupos regionais, mais e/ou menos favorecidos, relacionados ao comportamento particular de cada região em cada ano.

3.3 Análise Inferencial Comparativa Temporal dos Dados de IDEB

Após a geração de informação descritiva dos dados, foram realizadas análises inferenciais comparativas sobre eles. Assim, efetuou-se a comparação temporal dos valores médios de dados anuais de IDEB para o ensino fundamental nos anos iniciais e anos finais, sob a perspectiva de uma análise de um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Para tanto, considerou-se que os fatores de perturbação do IDEB a cada ano fossem semelhantes. Nestes termos, com dados de IDEB balanceados anualmente para os 141 municípios, foram comparados os valores médios de IDEB para os 6 anos. Para tanto, o seguinte modelo foi utilizado:

$$IDEB_{ij} = MÉDIA_i + T_i + e_{ij} \quad (50)$$

Onde:

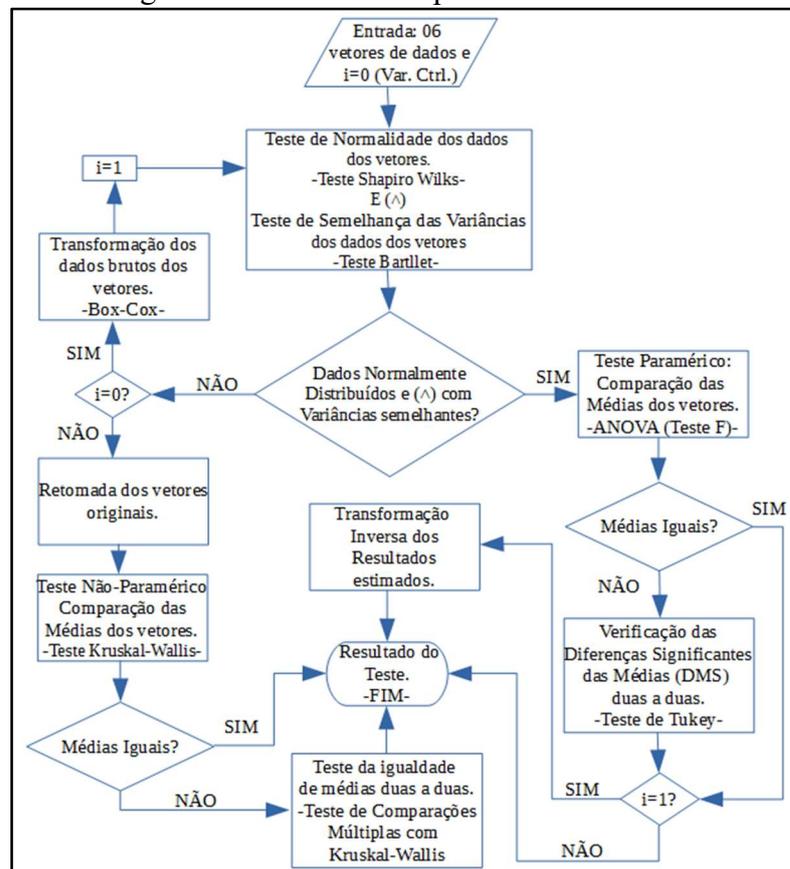
- $i = 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015$: variável relativa aos anos de avaliação;
- $j = 1, \dots, 141$: variável relativa aos municípios do estado;
- $IDEB_{ij}$ representa o desempenho do IDEB do município j e no ano i ;
- $MÉDIA_i$ é o IDEB médio no ano i ;
- T_i é o efeito do IDEB observado do ano i
- e_{ij} é o erro relacionado a cada observação de $IDEB_{ij}$.

O delineamento principal utilizado está inserido dentro da estatística paramétrica e seus principais pressupostos são:

- 1) Aditividade de cada efeito (positivo ou negativo) na variável que representa o desempenho do IDEB de um dado município em um dado ano;
- 2) Normalidade e independência dos erros associados às estimativas de desempenho;
- 3) Homogeneidade das variâncias dos valores anuais de IDEB, em cada grupo de 141 municípios, considerando-se anos iniciais e anos finais.

Os procedimentos efetuados nesta etapa do trabalho estão resumidos no fluxograma da Figura 14 e descritos a seguir.

Figura 14: Fluxograma da Análise Comparativa das Médias Anuais de IDEB.



Fonte: O autor.

Para que a comparação ocorra, os pressupostos devem ser verificados. Cabe esclarecer que, os pressupostos de aditividade das contribuições e de independência dos erros são facilmente verificáveis e são tidos como verdadeiros. Assim, investigou-se a normalidade dos erros para os valores que integram os vetores de dados anuais de IDEB, considerando os anos iniciais e anos finais. A verificação se deu por meio do teste de Shapiro-Wilks, com um nível de significância $\alpha = 10\%$ (α é probabilidade do erro nas estimativas de desempenho).

Em um segundo momento, foi analisado a homocedasticidade das variâncias dos vetores de IDEB anuais pelo teste de Bartlett, também com um nível de significância $\alpha = 10\%$.

A metodologia prevê que, se todos os pressupostos forem atendidos, então a comparação pode ser feita por meio de Análise de Variância (ANOVA), considerando simultaneamente os dados de todos os anos em questão. A comparação consiste então em verificar se os resultados anuais são estatisticamente iguais ou se há alguma diferença significativa entre eles.

Esta análise se dá através da decomposição da soma de quadrados, estabelecida a partir da seguinte tabela:

Tabela 7: Esboço da organização dos dados de IDEB de 2005 a 2015, para execução da ANOVA.

Anos	Observações					Totais	Médias	
2005	$IDEB_{2005,1}$	$IDEB_{2005,2}$	.	.	.	$IDEB_{2005,141}$	$IDEB_{2005}$	$MÉDIA_{2005}$
2007	$IDEB_{2007,1}$	$IDEB_{2007,2}$	.	.	.	$IDEB_{2007,141}$	$IDEB_{2007}$	$MÉDIA_{2007}$
2009	$IDEB_{2009,1}$	$IDEB_{2009,2}$	.	.	.	$IDEB_{2009,141}$	$IDEB_{2009}$	$MÉDIA_{2009}$
2011	$IDEB_{2011,1}$	$IDEB_{2011,2}$	.	.	.	$IDEB_{2011,141}$	$IDEB_{2011}$	$MÉDIA_{2011}$
2013	$IDEB_{2013,1}$	$IDEB_{2013,2}$	.	.	.	$IDEB_{2013,141}$	$IDEB_{2013}$	$MÉDIA_{2013}$
2015	$IDEB_{2015,1}$	$IDEB_{2015,2}$	.	.	.	$IDEB_{2015,141}$	$IDEB_{2015}$	$MÉDIA_{2015}$

Fonte: O autor.

Se a ANOVA indicar a existência de diferenças significativas entre os valores médios dos anos, então se deve buscar saber sobre estas diferenças. Assim, devem-se comparar as médias do IDEB anual (em valor absoluto) duas a duas. Uma das formas de se efetuar tal comparação se dá pelo uso da diferença mínima significativa (DMS), baseada no teste de Tukey. Cabe esclarecer que, neste caso, o número de comparações de médias anuais de IDEB serão $\binom{6}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$.

Se os pressupostos, necessários à aplicação do teste paramétrico ANOVA, não forem atendidos deve-se tentar efetuar alguma transformação nos dados de entrada. A transformação

mais usual é a transformação Box-Cox e o objetivo principal de sua aplicação é que, feita a transformação dos dados, estes atendam os pressupostos necessários à aplicação do teste paramétrico ANOVA.

Após o cálculo da transformação, seis novos vetores de dados transformados são gerados e novamente os pressupostos são verificados considerando-os. Se os pressupostos forem satisfeitos, aplica-se o teste paramétrico de médias descrito anteriormente (ANOVA) e, posteriormente, executa-se uma transformação inversa nos resultados estimados, para captura das inferências sobre as médias.

Caso os pressupostos ainda não tenham sido atendidos após a transformação, então devem ser utilizadas ferramentas de análise estatísticas não paramétricas. Neste trabalho se propôs o Teste de Kruskal-Wallis, que poderia ser aplicado nos dados originais de médias anuais de IDEB. Apesar da possível mudança de teste, as mesmas hipóteses (possível igualdade das médias) são consideradas.

Cabe lembrar que, os testes não paramétricos devem ser utilizados quando os pressupostos não são atendidos. Ou seja, quando as amostras coletadas são comprovadamente independentes e não possuem distribuição normal e nem homogeneidade das variâncias, então o teste paramétrico F contido na ANOVA não poderá ser utilizado. Logo, faz-se necessário o uso de um teste não paramétrico para a comparação das médias. Propôs-se então que as médias fossem comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

A diferença básica entre o teste ANOVA e de Kruskal-Wallis é que este segundo considera a média como sendo aproximadamente igual à mediana e a utiliza para investigar as possíveis diferenças no comportamento dos dados.

Uma vez que o teste de Kruskal-Wallis indique a discrepância das médias relativas aos 6 vetores considerados, deve-se efetuar a comparação das médias, duas a duas, via teste não paramétrico. Neste caso, o teste de Kruskal-Wallis é também utilizado. Assim, com intuito de medir e testar estas diferenças médias (em valores absolutos), pode-se analisar as mesmas hipóteses do teste de Tukey, no entanto, considerando Kruskal-Wallis aplicado em vetores tomados dois a dois. Neste caso, serão efetuadas $\binom{6}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = 15$ comparações de médias anuais IDEB, tomadas duas a duas. Para a execução das análises estatísticas foi utilizado o *software* estatístico RStudio.

3.4 Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) de Dados de IDEB

Com o objetivo de identificar o comportamento espacializado do IDEB no estado de Mato Grosso, efetuou-se a análise de agrupamento, considerando-se os dados de IDEB e a distribuição espacial dos 141 municípios do estado.

Neste trabalho usaram-se metodologias para a criação dos grupos regionais relativos ao IDEB. Para tanto, utilizou-se como hipótese motivadora a suposição de que as regiões mais desenvolvidas do estado de Mato Grosso possuem maior desenvolvimento educacional, ou maior IDEB, ao longo do corte temporal de 2005 a 2015, tanto para os anos iniciais, como para os anos finais. Entende-se, neste trabalho, por regiões mais desenvolvidas do estado aquelas que apresentam:

- Grande atividade econômica;
- Elevada densidade demográfica;
- Aglomeração de empreendimentos voltados à cadeia produtiva do agronegócio;
- Numerosos e melhores acessos às estradas importantes do estado;
- Maior quantidade de universidades, institutos de ensino superior, escolas técnicas etc..

Levando em conta este contexto, utilizaram-se metodologias de análise de agrupamento para os anos iniciais e anos finais do ensino fundamental, no corte temporal de 2005 a 2015, com a intenção de investigar a possível existência de grupos e padrões de similaridade/dissimilaridade no conjunto de dados estudado. Esta abordagem objetivou o particionamento e posterior espacialização das observações relativas aos municípios, verificando alguma possível correlação entre os resultados obtidos e a hipótese motivadora.

As etapas que constituem esta parte do trabalho são:

- Escolha do critério de parença ou similaridade (dissimilaridade);
- Formação dos grupos semelhantes;
- Definição da quantidade de grupos a serem considerados na análise de agrupamento;
- Validação do agrupamento gerado.

1ª Etapa: Escolha do critério de parença (dissimilaridade)

Inicialmente, os dados de IDEB relativos aos 141 municípios do estado foram dispostos em 12 vetores (6 para os anos finais e 6 para os anos iniciais), relativos aos anos de avaliação. De posse dos vetores, avaliou-se a necessidade de padronização dos dados destes vetores, com o intuito de se retirar os efeitos de escala e de grande variabilidade de séries muito discrepantes.

Considerando a nota de IDEB como uma variável X_{ij} de média \bar{X}_j e desvio-padrão S_{ij} , podem-se padronizar os valores que constam nos vetores utilizando-se uma das fórmulas apresentadas abaixo:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{\sqrt{S_{ij}}} \quad (51)$$

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{S_{ij}}} \quad (52)$$

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\bar{X}_j} \quad (53)$$

Após a verificação da necessidade de padronização, efetuou-se a busca empírica pela melhor medida de dissimilaridade. As medidas de dissimilaridade consideradas na sondagem foram aquelas descritas no capítulo de fundamentação teórica e a escolhida, depois de exaustivos testes, foi à distância Euclidiana.

Independentemente da medida de dissimilaridade escolhida, o método de geração de agrupamentos implementado se baseou em uma matriz de entrada $D_{n,n} = D_{141,141}$ (matriz de similaridade/dissimilaridade), na qual as medidas de similaridade/dissimilaridade calculadas foram armazenadas. Assim, a matriz $D_{n,n} = D_{141,141}$ que contém os valores de similaridade/dissimilaridade, tem o formato da Figura 15.

Especifica-se que as medidas de similaridade/dissimilaridade, presentes na matriz $D_{n,n} = D_{141,141}$, são obtidas por meio de cálculos efetuados com os dados dos 6 vetores criados inicialmente e, conforme o esquema da Figura 15, há um valor de similaridade para cada par de municípios, ao longo do período de tempo em estudo.

Figura 15: Matriz $D_{n,n} = D_{141,141}$ de similaridade/dissimilaridade aos dados anuais de IDEB.

Municípios	1	2	...	141
1	0	$d_{1,2}$	...	$d_{1,141}$
2	$d_{2,1}$	0	...	$d_{2,141}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
141	$d_{141,1}$	$d_{141,2}$	...	0

Fonte: O autor.

Cabe dizer por fim que, a medida de dissimilaridade utilizada na análise de agrupamentos está altamente correlacionada com a forma como os agrupamentos são construídos e constituídos.

2ª Etapa: Formação dos grupos (Construção dos aglomerados)

Diante do conjunto de medidas de dissimilaridades (distâncias), buscou-se um método para a construção dos grupos (*Clusters*). Cabe esclarecer que, os métodos testados nesta etapa foram aqueles descritos no capítulo de fundamentação teórica e que foi escolhido o método de Ward (1963). O método de Ward foi escolhido, pois, além de gerar resultados que melhor refletiram a hipótese motivadora relativa ao desenvolvimento do estado de Mato Grosso, é citado na literatura como sendo o método que apresenta estimativas com um forte apelo estatístico, gerando grupos que possuem alta homogeneidade interna (ROSEMBURG, 1984; SILVA, 2012).

3ª Etapa: Definição da quantidade de grupos (corte no dendrograma)

A determinação do número de grupos, ou ponto de corte no dendrograma, foi feita por meio do método Mojena (1977), que se baseia no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias) do dendrograma utilizado.

4ª Etapa: Validação do agrupamento

Depois de conseguidos os grupos e o respectivo dendrograma do agrupamento, fez-se necessário avaliar a consistência dos grupos gerados. Neste caso, além dos gráficos de silhueta, utilizou-se o coeficiente de correlação cofenética, que quantifica a semelhança entre a matriz de distâncias do dendrograma (matriz cofenética) e a matriz de distâncias original. O valor do coeficiente é inversamente proporcional à distorção provocada pelo agrupamento.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo encontram-se os principais resultados e análises advindos da execução da pesquisa. Inicialmente, na seção 4.1 são apresentados os *softwares* utilizados para a geração dos resultados apresentados e são descritos os dados utilizados para a computação da metodologia apresentada. Na seção 4.2 os principais resultados são apresentados e discutidos.

4.1 Aspectos Computacionais:

4.1.1 *Softwares*

Para o processamento dos dados de IDEB foi utilizado o *software* RStudio. O *software* livre RStudio é um ambiente de desenvolvimento integrado (ou, em inglês, IDE - Integrated Development Environment) que trabalha com a linguagem R. O R é uma linguagem de programação destinada inicialmente à geração de gráficos e cálculos estatísticos. No entanto, as potencialidades do R não se restringem a cálculos estatísticos, uma vez que, se pode fazer o download gratuito de “pacotes” que contém ferramentas computacionais voltadas às mais diferentes áreas do conhecimento.

Para que o RStudio funcione adequadamente, deve-se instalar primeiramente o *software* R, que materializa a linguagem R, e posteriormente o programa RStudio. O programa R, que é escrito em linguagem de programação C++, é disponibilizado no *site* do CRAN (The Comprehensive R Archive Network). Já o RStudio tem uma versão desktop gratuita disponível em seu *site* (<https://www.RStudio.com/products/RStudio/#Desk>).

4.1.2 Dados

Os dados utilizados na pesquisa foram:

- **Valores de IDEB:** estes valores, relativos aos 141 municípios do estado de Mato Grosso, dizem respeito aos anos de 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015, e foram coletados a partir do *site* do INEP (IDEB.inep.gov.br). Cabe ressaltar que, o trabalho foi realizado com os dados brutos e por opção metodológica foi considerada nota zero para as escolas que não participaram ou não atenderam os requisitos necessários para ter o desempenho calculado. Para as análises foram construídos 12 vetores de dados: 6 vetores relativos aos anos iniciais do ensino fundamental e 6 vetores relativos aos anos finais.

- **Coordenadas Geográficas:** as coordenadas geográficas utilizadas foram coletadas no *site* oficial do IBGE (www.ibge.gov.br) e são relativas aos centroides dos 141 municípios do estado de Mato Grosso.
- **Arquivo Vetorial (em formato *shapefile*):** este arquivo contém a descrição da divisão geopolítica do estado de Mato Grosso e de seus municípios.

Cabe esclarecer que, os dados de caráter geográfico possuem o seu georreferenciamento estabelecido em relação ao sistema referencial geodésico SIRGAS-2000.

4.2 Resultados Experimentais e Análises

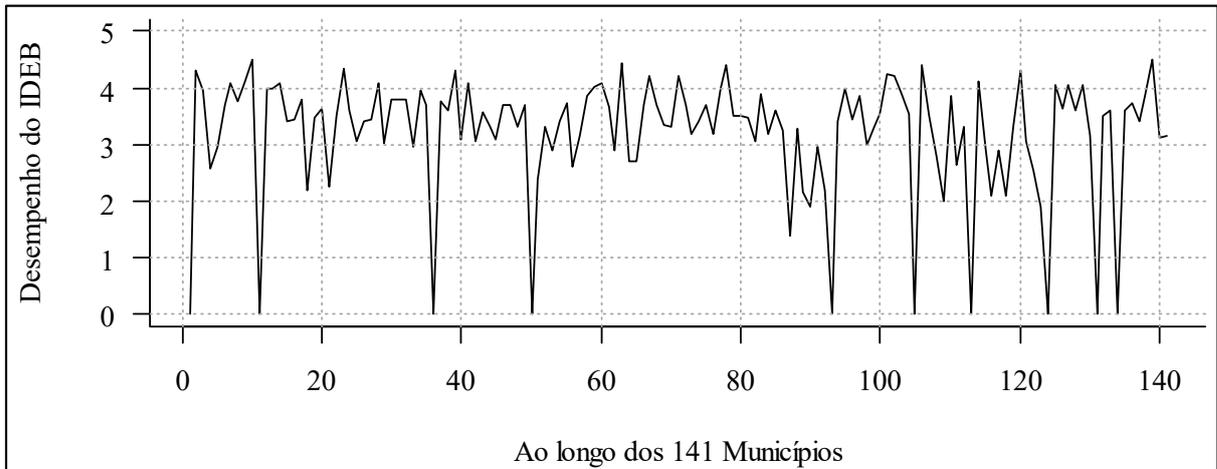
Nesta seção são apresentados os principais resultados da pesquisa e as inferências efetuadas sobre eles. Assim, nas seções que seguem serão apresentadas as análises dos dados de IDEB dos 141 municípios de Mato Grosso para os anos iniciais e, posteriormente, para os anos finais. As análises dizem respeito aos anos de 2005 a 2015, de acordo com a periodicidade bianual. As ditas análises se darão por meio de gráficos e valores dispostos em tabelas, seguidas de análises espacializadas e da geração/validação de *clusters*.

Assim, as inferências efetuadas ocorreram primeiramente por meio de análise exploratória dos dados de IDEB, juntamente com a espacialização e comparação dos acertos médios anuais. Posteriormente, a partir de uma análise de agrupamento adequada, foram obtidos resultados dos grupos decorrentes destas análises. Em seguida, os grupos gerados foram espacializados. As análises efetuadas ocorreram da mesma forma, tanto para os anos finais, quanto para os anos iniciais do ensino fundamental.

4.2.1 Análise dos Anos Iniciais

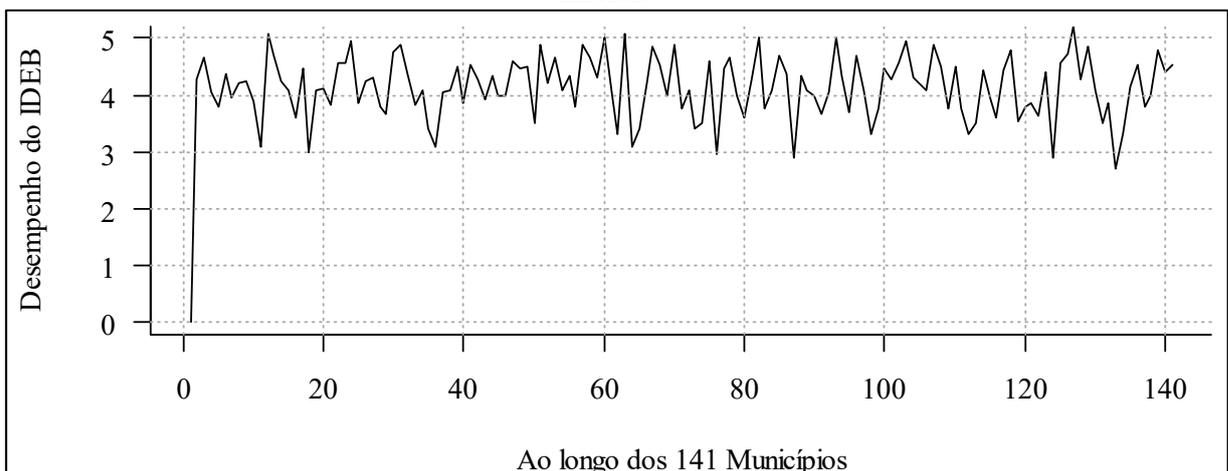
Em um primeiro momento a análise dos dados de IDEB aqui apresentada é relativa aos anos iniciais, para o período de 2005 a 2015, e possui caráter exploratório. Para tanto, são considerados os 141 municípios do Estado de Mato Grosso. Os ditos desempenhos são ilustrados nos gráficos das Figuras de 16 a 21.

Figura 16 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2005: anos iniciais.



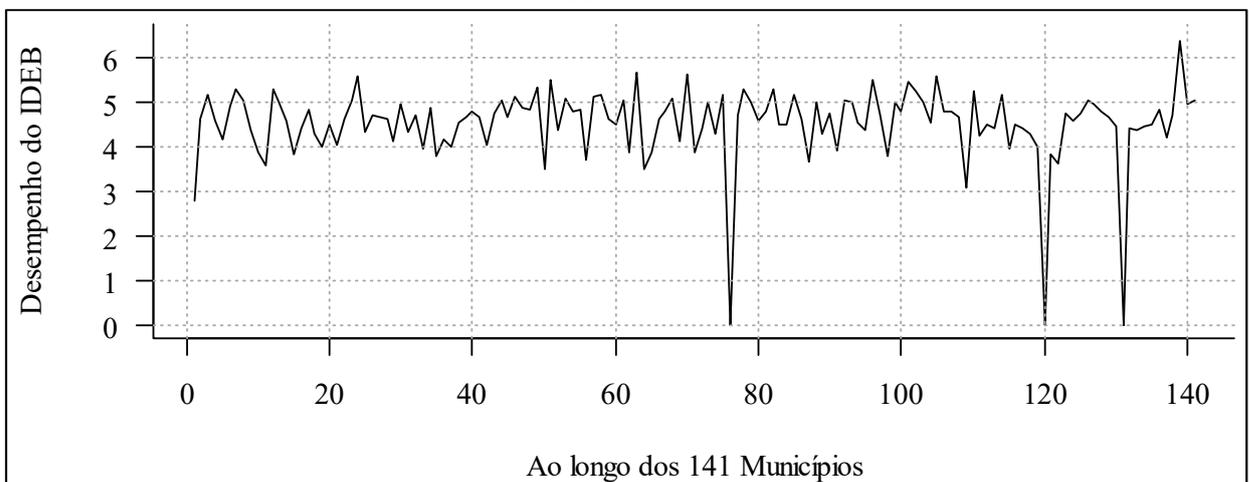
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 17 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2007: anos iniciais.



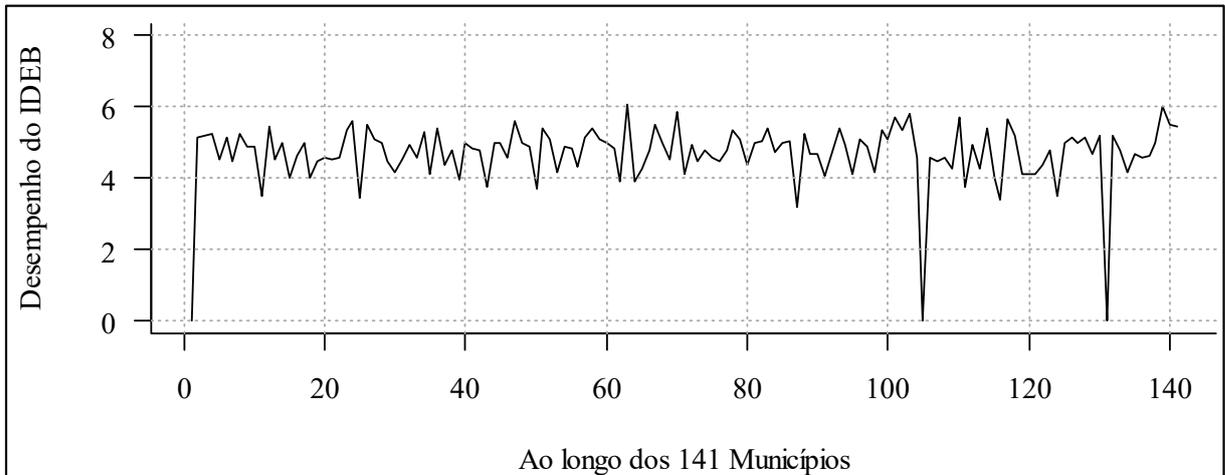
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 18 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2009: anos iniciais.



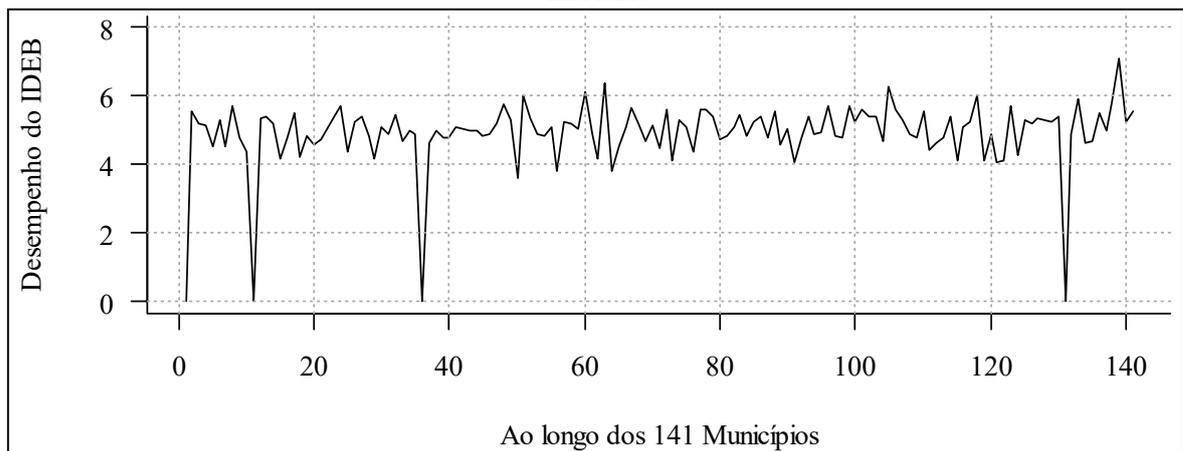
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 19 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2011: anos iniciais.



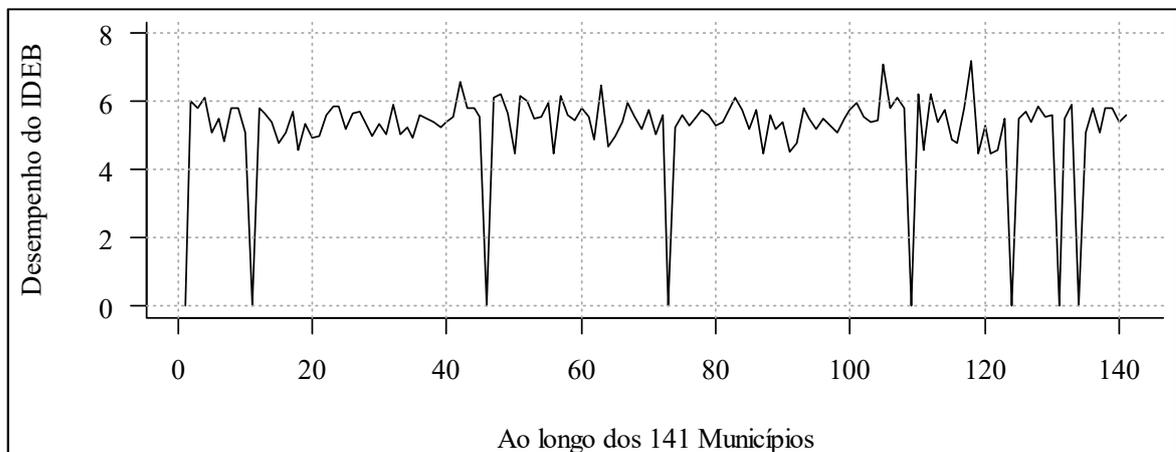
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 20 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2013: anos iniciais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 21 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2015: anos iniciais.

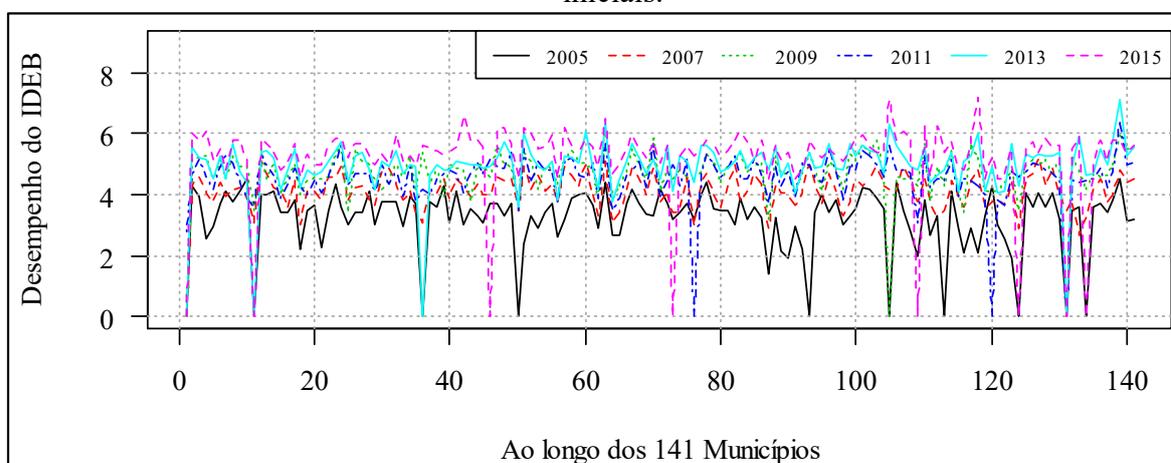


Fonte: Resultados da Pesquisa.

Da análise dos gráficos, verifica-se que, de 2005 a 2015, há um aumento geral de desempenho dos municípios nos anos iniciais. Embora se verifique oscilações, percebe-se que, a cada ano a faixa na qual as oscilações do IDEB ocorrem também possui maiores valores de ordenadas, verificando-se poucos municípios fora destas faixas (*outliers*).

A fim de propiciar uma melhor avaliação comparativa, o gráfico presente na Figura 22 apresenta os comportamentos variacionais de desempenho IDEB anual de 2005 a 2015 para os anos iniciais sobrepostos.

Figura 22 – Gráfico desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2005-2015: anos iniciais.

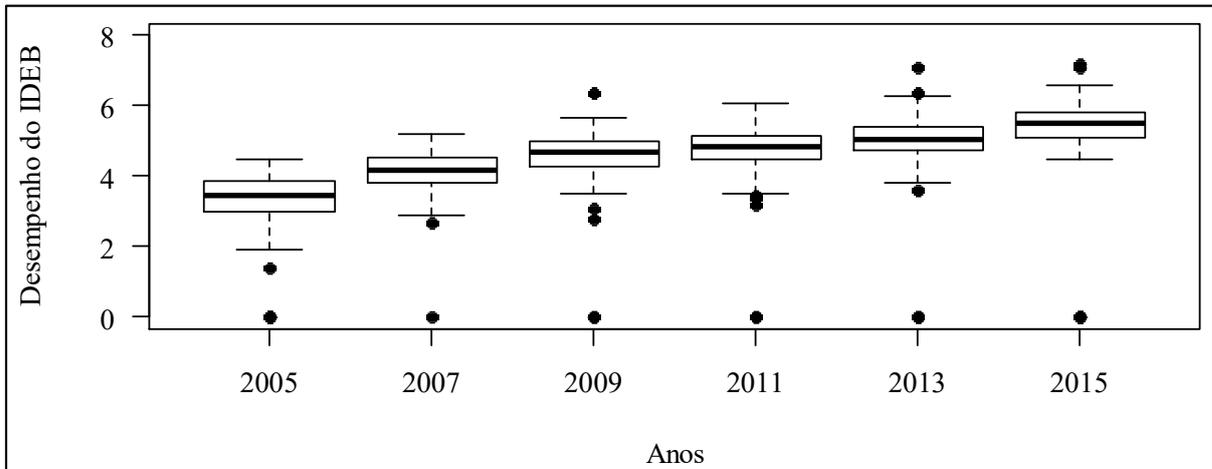


Fonte: Resultados da Pesquisa.

A conclusão anterior, sobre a melhora de desempenho dos municípios ao longo dos anos, pode ser melhor justificada pela análise do gráfico acima. Pode-se verificar que a linha preta contínua, relativa ao ano de 2005, encontra-se em sua quase totalidade plotada abaixo das demais. E mais, a linha rosa tracejada, relativa ao ano de 2015, é a que, para quase todos os valores de abscissas, possui maior valor de ordenada.

Foram construídos e comparados os gráficos do tipo boxplot e gráficos dos intervalos de confiança, para 1% de erro de suas estimativas, com intuito de complementar a avaliação e estabelecer mais precisamente o comportamento da distribuição dos dados de IDEB para os anos iniciais. Assim, têm-se os gráficos boxplot, relativos a cada um dos anos em análise, plotados lado a lado na Figura 23. Pela observação do valor de ordenada das medianas, verifica-se o aumento gradativo do desempenho dos municípios quanto ao IDEB. Da análise dos gráficos pode-se depreender também que, comparando a altura das caixas, as dispersões ao longo dos anos oscilaram pouco, apesar da ocorrência de *outliers*.

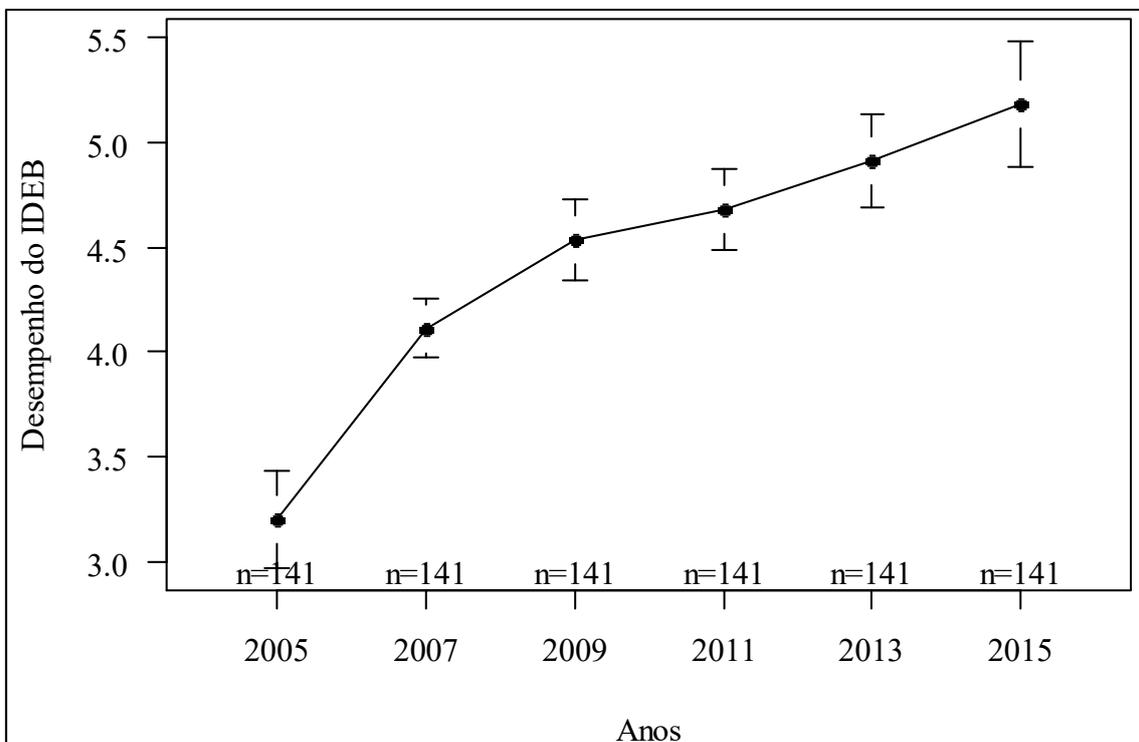
Figura 23 – Gráficos boxplot contrapostos de desempenho de IDEB anual para os anos iniciais: 2005 a 2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Quando observado o gráfico da Figura 24 (Gráfico dos intervalos de confiança), verifica-se que seu resultado corrobora e reforça o que se inferiu a partir dos gráficos boxplot. Ambos os gráficos apontam um crescimento do IDEB mediano e médio, respectivamente, ao longo dos anos de 2005 a 2015.

Figura 24 – Gráfico dos intervalos de confiança, com erro de 1% em suas estimativas do desempenho de IDEB anual para os anos iniciais, contrapostos: 2005 a 2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

As tabelas 8 e 9 apresentam os valores das principais medidas descritivas das distribuições dos dados de IDEB dos anos iniciais, como auxílio à determinação do comportamento espaço-temporal do índice.

Cabe informar que, na tabela 8, cada um dos números que consta nas colunas “MUNICÍPIOS” representa um município do estado. A tabela de identificação dos municípios encontra-se no Apêndice I. No referido apêndice encontra-se, além da relação biunívoca que associa um número ao seu município correspondente, as coordenadas de cada município e o mapa estadual com a localização destes.

Tabela 8 – Valores máximos e mínimos de desempenho anual de IDEB para os anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

ANOS	MÍNIMO	MUNICÍPIOS	MÁXIMO	MUNICÍPIOS
2005	0,00	1;11;36;50;93; 105;113;124; 131;134	4,50	10;139
2007	0,00	1	5,20	127
2009	0,00	76;120;131	6,40	139
2011	0,00	1;105;131	6,07	63
2013	0,00	1;11;36;131	7,10	139
2015	0,00	1;11;46;73;109; 124;131;134	7,20	118

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Na tabela 8, é digna de nota a quantidade de municípios do estado que obtiveram IDEB nulo. A exceção é o ano de 2007, quando apenas um município obteve tal nota. E mais, o IDEB superior a 7 só foi obtido a partir da avaliação do ano de 2013. Na verdade, segundo o que se pode observar nos dados brutos, as notas nulas são aparentemente relativas às escolas que não participaram ou não atenderam aos requisitos necessários para ter o desempenho calculado.

Observa-se que os municípios que apresentam os piores desempenhos de IDEB de 2005 a 2015 são: Acorizal (1), Araguainha (11) e Tesouro (131). Por outro lado, com os melhores rendimentos destaca-se o município de Nova Marilândia (139).

Tabela 9– Medidas descritivas dos dados de desempenho anual de IDEB: anos iniciais.

ESTATÍSTICA	2005	2007	2009	2011	2013	2015
MÉDIA	3,20	4,11	4,54	4,68	4,91	5,19
DP	1,07	0,63	0,86	0,89	1,00	1,36
CV(%)	33,38	15,39	18,97	18,96	20,33	26,25
MUNICÍPIOS	141	141	141	141	141	141

Fonte: Resultados da Pesquisa.

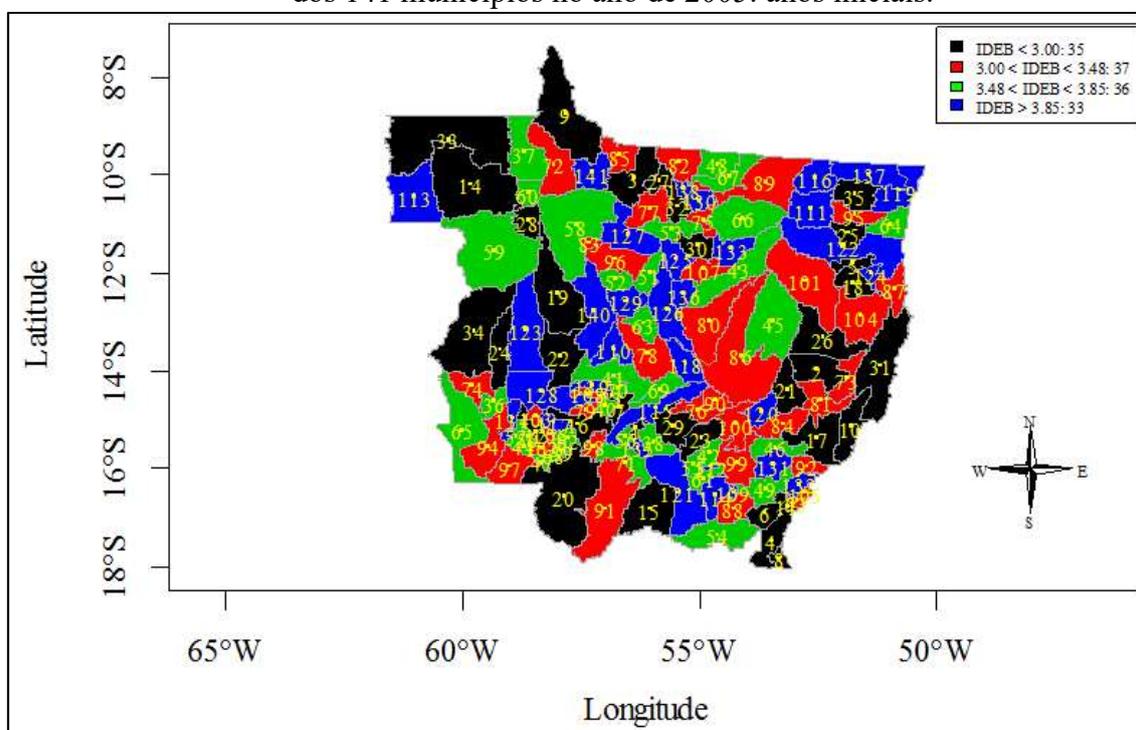
Apesar dos valores apresentados na tabela 8, a média de IDEB anual de 2005 a 2015 (ver tabela 9), apresenta comportamento aparentemente crescente, e os coeficientes de variação de 2007 a 2015 também indicam uma melhora de desempenho.

Ainda com o intuito de avaliar detalhadamente o comportamento espacial do IDEB dos anos iniciais, foram construídos mapas, um para cada ano de estudo, baseados nas informações intervalares dos gráficos de boxplot. Tais mapas estão nas Figuras de 25 a 30.

Ao se analisar o conteúdo individual de cada mapa e se buscar correlacioná-lo aos demais, verifica-se que parece haver uma tendência no comportamento de desempenho dos municípios. Ou seja, os municípios com os melhores índices parecem estar aproximadamente na região central do mapa e, à medida que se toma municípios mais próximos da região de fronteira, parece haver um declínio no índice.

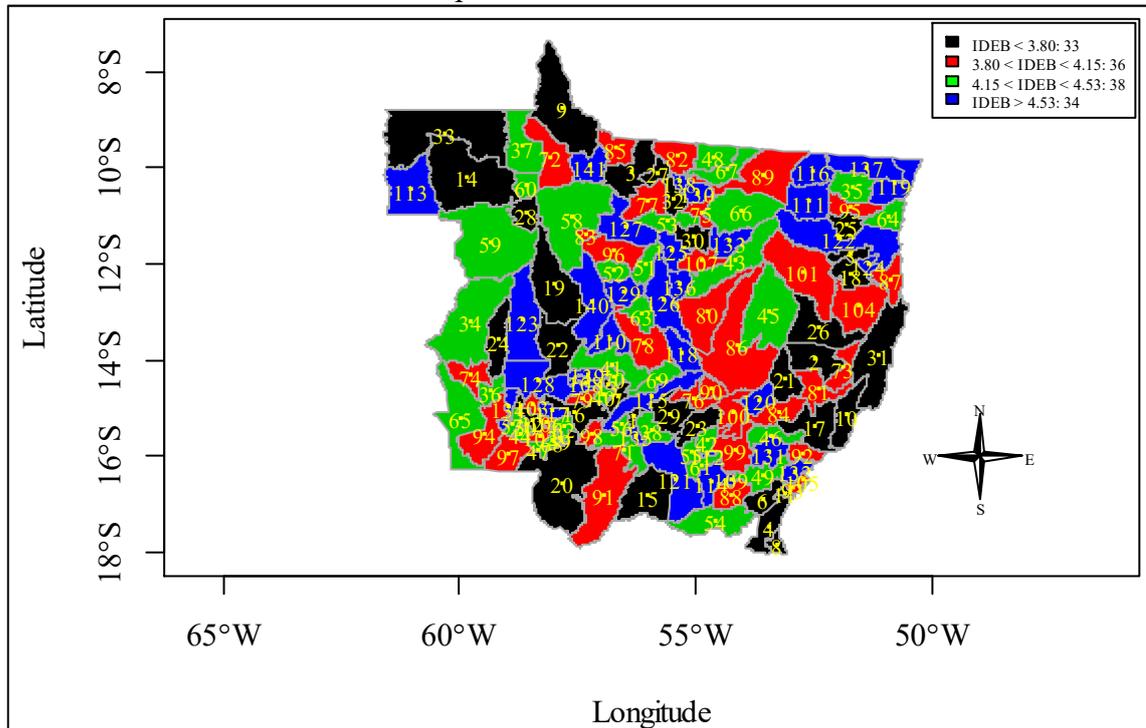
Ao se analisar os eixos de desenvolvimento do estado, verifica-se que o IDEB está correlacionado a estes eixos, de modo que os municípios com melhores desempenhos, possuem melhores condições de desenvolvimento do que os demais.

Figura 25 – Mapa com informação intervalar do gráfico de boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2005: anos iniciais.



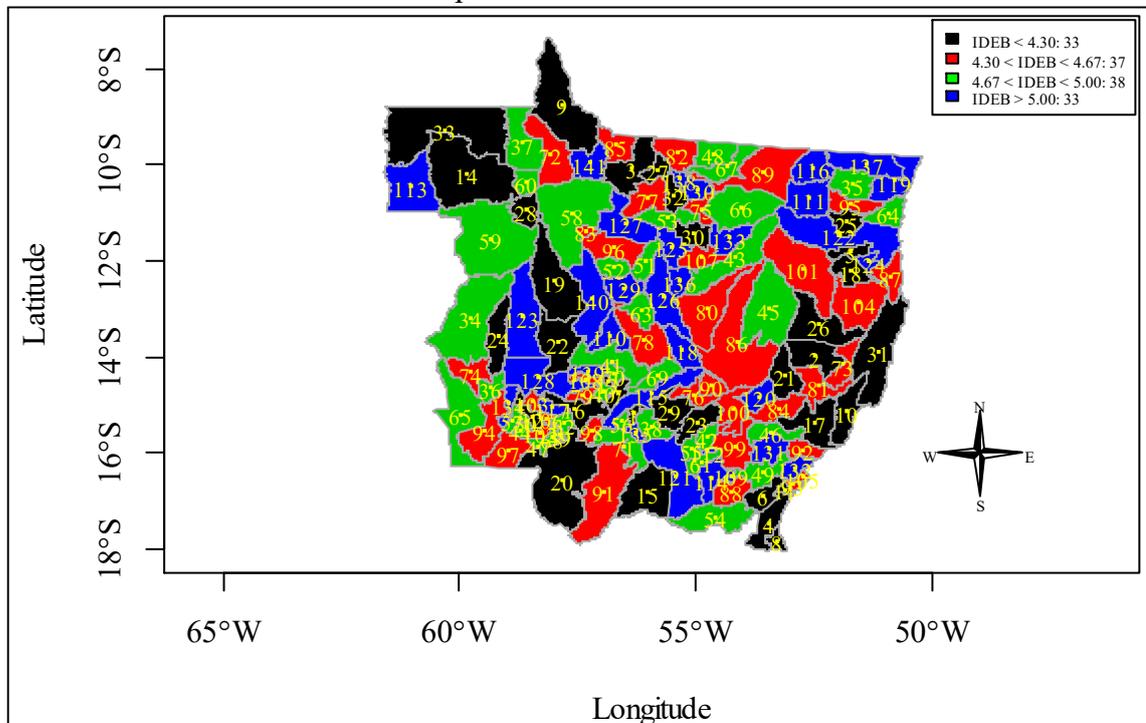
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 26 – Mapa com informação intervalar do gráfico de boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2007: anos iniciais.



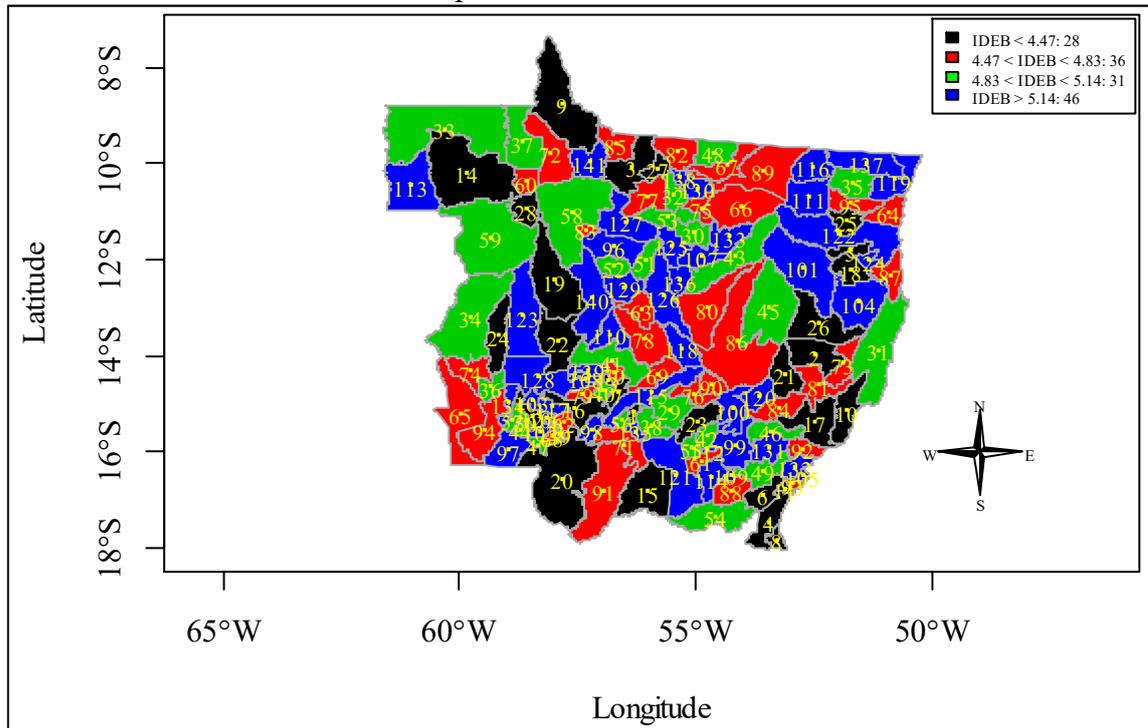
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 27 – Mapa com informação intervalar do gráfico de boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2009: anos iniciais.



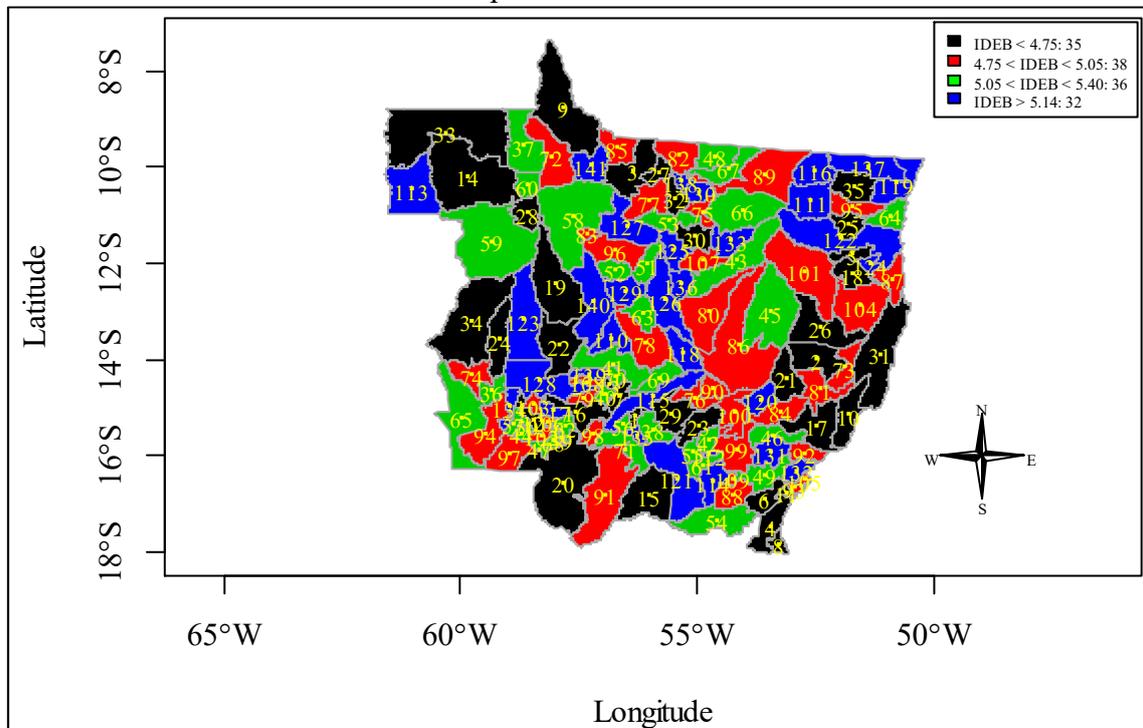
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 28 – Mapa com informação intervalar do gráfico de boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2011: anos iniciais.



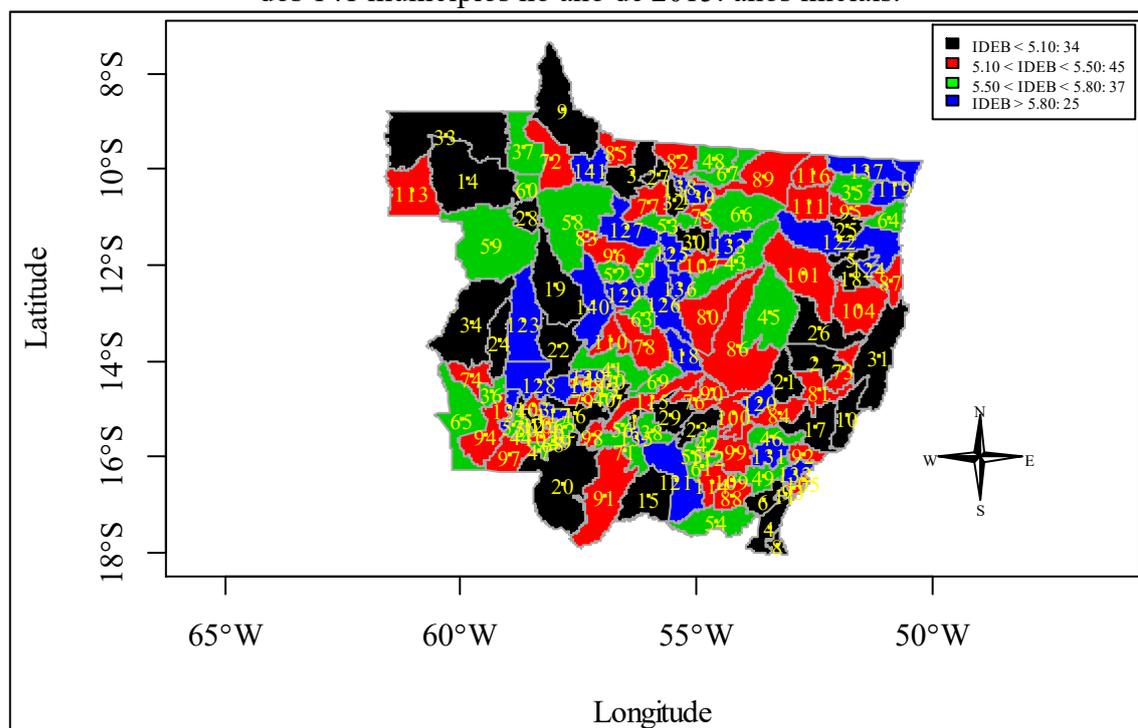
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 29 – Mapa com informação intervalar do gráfico de boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2013: anos iniciais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 30 – Mapa com informação intervalar do gráfico de boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2015: anos iniciais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Aparentemente, quando se olha na direção do meridiano central do mapa e a sua esquerda, parece haver uma concentração de municípios com valores expressivos de IDEB. Assim, infere-se que o desenvolvimento citado se propague inicialmente, por exemplo, a partir das rodovias do estado, assim como a fronteira agrícola e econômica.

A fim de se averiguar estatisticamente a hipótese sobre a evolução das médias de IDEB, tais médias anuais foram comparadas por meio de uma análise de variância (ANOVA). Ou seja, por meio de uma ANOVA tentou-se averiguar se há diferenças médias entre os desempenhos de IDEB no período de 2005 a 2015, para os anos iniciais do ensino fundamental.

Cabe lembrar que, a ANOVA está no rol das estatísticas paramétricas. Assim, para que a sua aplicação ocorra, os pressupostos expressos na seção 2.8.3 devem ser verificados. Efetuou-se inicialmente o teste de homocedasticidade dos dados. Após a verificação, constatou-se que os vetores de dados de desempenhos de IDEB anuais dos 141 municípios não possuíram variâncias semelhantes (ver tabela 10).

Tabela 10: Resultados do Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias dos Vetores de IDEB anuais para os anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias	
Estatística W	19,944
Grau de Liberdade: gl	140
p-valor	1,73E-09
H₀: Homogeneidade das variâncias de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Dessa forma, com base no p-valor encontrado, rejeitou-se a hipótese nula de homogeneidade das variâncias. Posteriormente, avaliou-se a normalidade dos resíduos (erros), por meio da aplicação do teste de Shapiro-Wilks. Os resultados do teste encontram-se na tabela 11.

Tabela 11: Resultados do Teste de Shapiro Wilks para os resíduos dos vetores de IDEB anuais dos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

Teste de Normalidade de Shapiro Wilks	
Estatística W	0,71
p-valor	2,2E-16
H₀: Normalidade dos resíduos da ANOVA de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados apontam que erros não apresentavam normalidade. Nesta configuração em que não há semelhança das variâncias e não há normalidade dos resíduos, a ANOVA não pode ser aplicada ao conjunto de dados originais.

Considerando a robustez dos testes paramétricos, procurou-se contemplar os pressupostos necessários à aplicação da ANOVA por meio de transformação dos dados originais. Assim, efetuou-se a transformação Box-Cox nas séries de dados de IDEB anuais, com $\lambda = 0,72$. Dessa forma, replicou-se os testes de Bartlett e de Shapiro-Wilks nos dados transformados, como revelam os resultados das tabelas 12 e 13.

Tabela 12: Resultados do Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias dos Vetores de IDEB anuais transformados dos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias	
Estatística W	421,62
Grau de Liberdade: gl	140
p-valor	2,2E-16
H₀: Homogeneidade das variâncias de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 13: Resultados do Teste de Shapiro Wilks para os resíduos dos vetores de IDEB anuais transformados para os anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

Teste de Normalidade de Shapiro Wilks	
Estadística W	0,71
p-valor	2,2E-16
H₀: Normalidade dos resíduos da ANOVA de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Novamente, os pressupostos não foram satisfeitos. Assim, como se concluiu que os dados possuem caráter de heterocedasticidade das variâncias e anormalidade dos resíduos, não houve como aplicar a ANOVA nestes dados para comparar as médias de IDEB anuais para os anos iniciais (período de 2005 a 2015).

Desta maneira, fez-se uso de técnicas não paramétricas. Cabe lembrar que, para o uso de testes não paramétricos não existem pressupostos condicionantes para sua aplicação. Em outras palavras, estes testes se baseiam em distribuições livres para as variáveis e seus resíduos. Assim, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para a comparação das médias anuais dos dados de IDEB relativos aos anos iniciais do ensino fundamental do Estado de Mato Grosso (2005 a 2015). Os resultados obtidos estão sintetizados na tabela 14.

Tabela 14 – Testes de Kruskal-Wallis para a comparação do bloco de médias anuais das séries de IDEB anuais para os anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

Kruskal-Wallis	
χ^2	256,88
Graus de Liberdade	140
p-valor	6,50E-09
H₀: Médias anuais de IDEB iguais	

Fonte: Resultados da Pesquisa

Observando o p-valor insignificante da tabela 14, concluiu-se que houve distinção entre o bloco de médias anuais das séries de IDEB anuais nos 141 municípios de 2005 a 2015. Neste caso, a fim de identificar as discrepâncias entre as médias, fez-se necessário aplicar o teste de Kruskal-Wallis, para a comparação das médias duas a duas.

O teste também indicou que não há multicolinearidade nos vetores anuais de desempenho de IDEB, fato importante para a posterior análise de conglomerados.

Na tabela 15 são apresentados os resultados decorrentes da aplicação do teste de Kruskal-Wallis para pares de médias anuais de IDEB.

Tabela 15 – Testes de Kruskal-Wallis para comparação de médias anuais duas a duas para as séries de IDEB dos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

Comparações	Diferenças absolutas entre as médias	p-valor
2005-2007	0,91	0,00
2005-2009	1,33	0,00
2005-2011	1,48	0,00
2005-2013	1,71	0,00
2005-2015	1,99	0,00
2007-2009	0,42	0,00
2007-2011	0,57	0,00
2007-2013	0,80	0,00
2007-2015	1,08	0,00
2009-2011	0,15	0,20
2009-2013	0,38	0,00
2009-2015	0,65	0,00
2011-2013	0,23	1,8E-02
2011-2015	0,51	0,00
2013-2015	0,27	0,00

MÉDIAS					
2005	2007	2009	2011	2013	2015
3,20	4,11	4,54	4,68	4,91	5,19

Fonte: Resultados da Pesquisa

OBS.: As células em cinza correspondem às diferenças estatisticamente significantes.

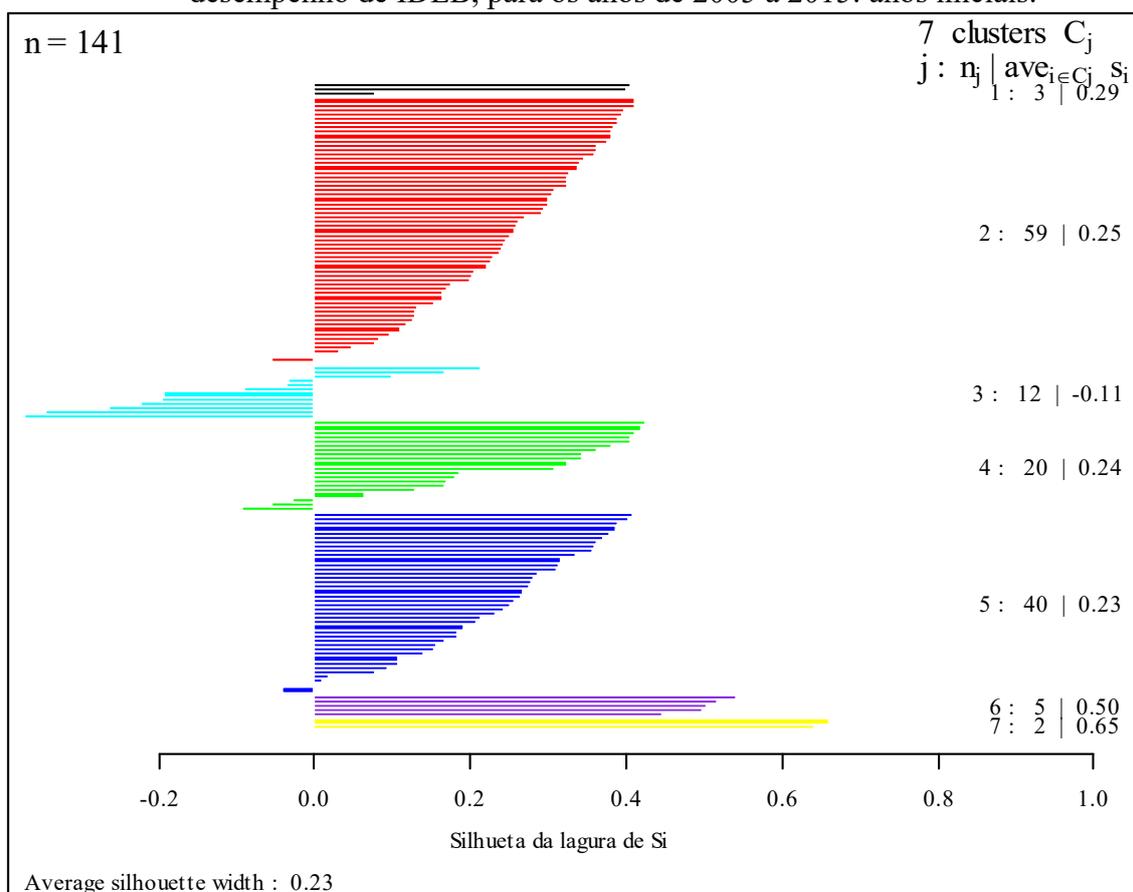
Observa-se na tabela 15 que, apenas a diferença entre os anos de 2009 e 2011, não apresentam significância estatística, diferentemente das demais. Isto equivale a dizer que a conclusão sobre o comportamento crescente das médias de IDEB nos anos iniciais, entre os anos 2005 a 2015, depreendida descritivamente, possui validade inferencial. Estatisticamente os anos de 2009 e 2011 podem ser considerados como tendo a mesma média, segundo a igualdade das médias verificada no teste citado acima.

Na sequência, foram utilizadas ferramentas de análise de agrupamento com o objetivo de avaliar se, com base nos vetores anuais de 2005 a 2015 de IDEB relativos aos anos iniciais, os municípios do Estado de Mato Grosso poderiam ser separados em grupos aproximadamente homogêneos em desempenho.

Como sondagem empírica inicial, foram aplicadas diversas combinações de distância e métodos à matriz de entrada dos vetores anuais de 2005 a 2015 de IDEB dos anos iniciais. Contudo a configuração ideal, que melhor se adequou à teoria já utilizada e aos objetivos propostos, foi a distância Euclidiana, como medida de dissimilaridade, e o método de Ward, como técnica de agrupamento. Com a distância Euclidiana se construiu a matriz de dissimilaridades, a qual foi utilizada pelo método de Ward para a geração dos grupos. Assim,

por meio da combinação de técnicas citada, obteve-se a formação de 7 grupos. De posse dos grupos gerados construiu-se o gráfico de silhueta, a partir do qual se se pôde ter uma noção do comportamento da estrutura de cada um dos grupos. Cabe informar que, o gráfico de silhueta é utilizado e bem detalhado em trabalhos como os de Ruspini (1970), Rousseeuw (1986), Vale (2006), Kassambara (2007), Maximiliano (2008). A Figura 30 mostra o referido gráfico.

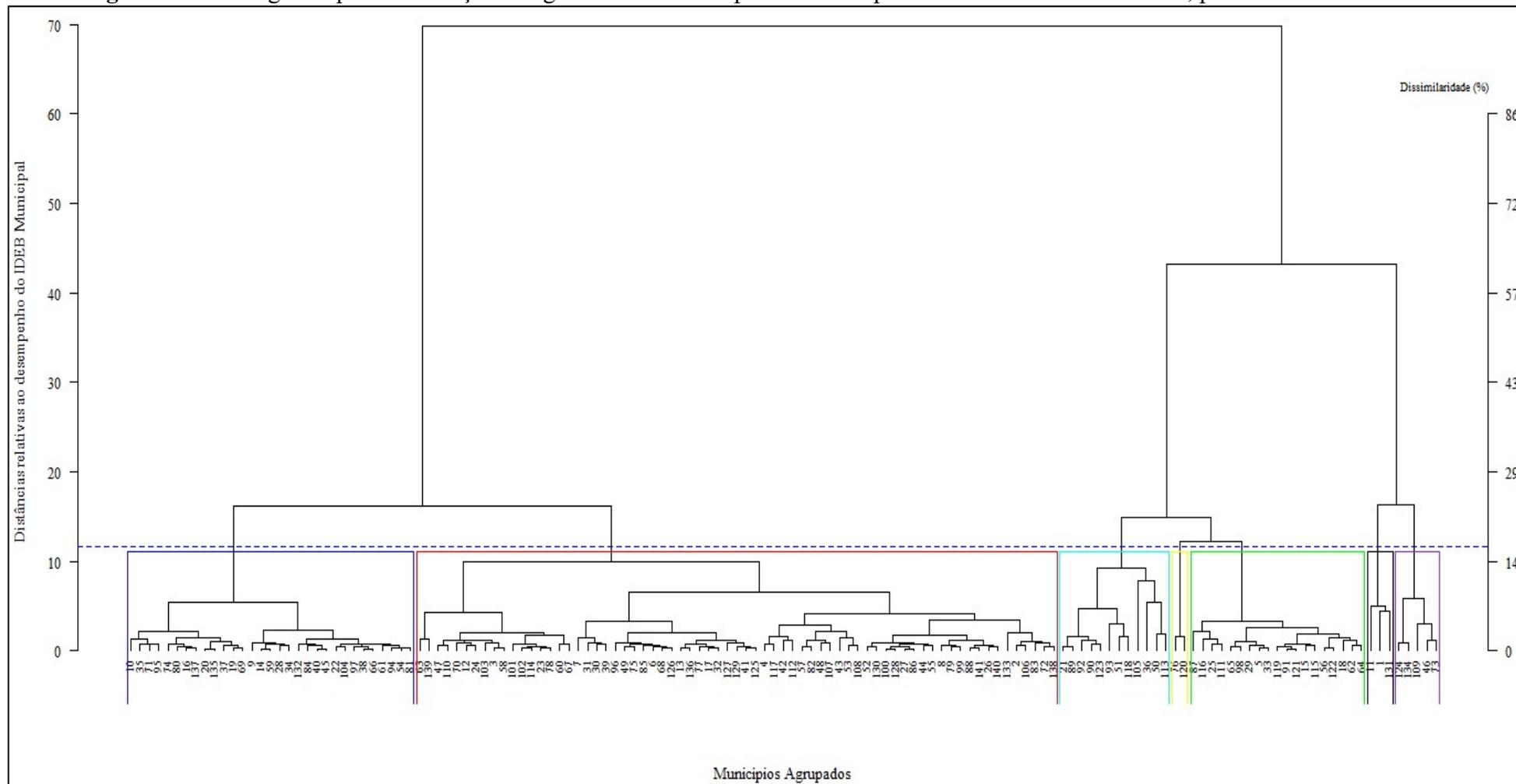
Figura 31: Gráfico de Silhueta: verificação da formação de aglomerados municipais de desempenho de IDEB, para os anos de 2005 a 2015: anos iniciais.



Fonte: Resultados da Pesquisa

A Figura 31 mostra a formação dos aglomerados e, na maior parte das análises, não se verificam estruturas fortes para os agrupamentos formados. Pode-se ver que o comprimento das barras não se aproxima de 1. Também como um todo o agrupamento não é uma estrutura forte. Independentemente dos resultados, estes agrupamentos foram levados em consideração justamente pelo fato de terem sido testados, no presente trabalho, diferentes combinações de dissimilaridades e técnicas de agrupamento, sendo este o melhor resultado obtido.

Figura 32: Dendograma para a formação de aglomerados municipais de desempenho de IDEB de 2005 a 2015, para os anos iniciais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

O ponto de corte para a criação dos 7 grupos apresentados no dendrograma presente na Figura 32 foi obtido via execução do procedimento de Mojena (1977). O ponto de corte tem o valor de 11,69 e diz respeito ao eixo de dissimilaridades.

Os 7 grupos de desempenho de IDEB ao longo dos 141 municípios do Estado de Mato Grosso, nas séries iniciais, são melhor detalhados nas tabelas 16 e 17.

Tabela 16: Detalhamento dos grupos de desempenho de IDEB para os anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

GRUPOS	AGRUPAMENTOS DOS MUNICÍPIOS	QUANTIDADE	CORES
1	1;11;131	3	Preto
2	2;3;4;6;7;8;12;13;17;23;24;26;27;30;31;32 39;41;42;43;44;47;48;49;52;53;55;57;58 60;63;67;68;70;72;75;77;78;79;82;83;85 86;88;96;99;100;101;102;103;106;107; 108;110;112;114;117;125;126;127;128 129;130;133;136;138;139;140;141	69	Vermelho
3	5;15;18;25;29;33;56;62;64;65;87;91;98 111;115;116 119 121 122	19	Verde
4	9;10;14;16;19;20;22;28;34;35;37;38;40; 45;54;59;61;66;69;71;74;80;81;84;94;95 97;104;132;135;137	31	Azul
5	21;36;50;51;89;90;92;93;105;113;118; 123	12	Ciano
6	46;73;109;124;134	5	Púrpura
7	76;120	2	Amarelo

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 17: Detalhamento das distâncias/níveis de fusão agrupamentos de desempenho de IDEB dos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

GRUPOS	DISTÂNCIA/ NÍVEL DE FUSÃO	PERCENTUAL DE AGLOMERAÇÃO DE CADA GRUPO (% d_i)	CORES
1	5,03	7,21	Preto
2	10,00	14,33	Vermelho
3	3,35	4,80	Verde
4	5,31	7,61	Azul
5	9,24	14,24	Ciano
6	5,79	8,30	Púrpura
7	1,53	2,20	Amarelo

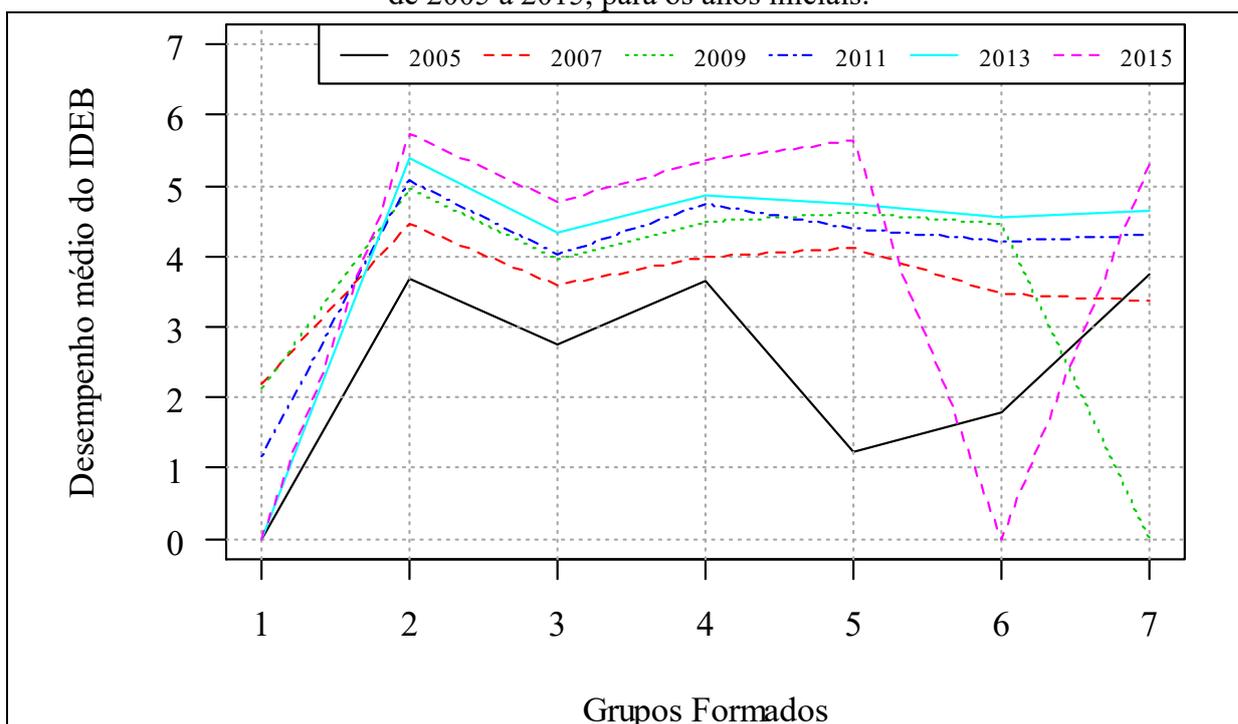
$$(\%d_i) = \frac{d_i}{d_{maxima}}, \text{ e } d_{maxima} = 69,80 \text{ entre os agrupamentos}$$

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Verifica-se que os grupos com maiores distâncias/níveis de fusão e percentual de aglomeração são os grupos 2 e 5. Já os demais grupos permanecem com valores bastante inferiores aos alcançados por estes dois grupos, indicando uma maior homogeneidade interna nestes grupos.

A figura 33 juntamente com a tabela 18, que a sucede, indicam o comportamento do desempenho médio de IDEB dos grupos nos anos de 2005 a 2015. Percebe-se pela análise do gráfico da Figura 33 que os grupos gerados para os anos de 2005 a 2015 guardam alguma coerência em sua construção. Por exemplo, quando se observa a linha preta, relativa ao ano de 2005, percebe que o desempenho de todos os grupos está abaixo do obtido para os demais anos, conforme o já depreendido anteriormente. Em contrapartida, algo oposto ocorre para a linha tracejada e rosa, relativa ao ano de 2015. Isso indica a evolução simultânea dos grupos ao longo do tempo.

Figura 33: Comportamento do desempenho médio de IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015, para os anos iniciais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 18: Detalhamento do comportamento do desempenho médio de IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

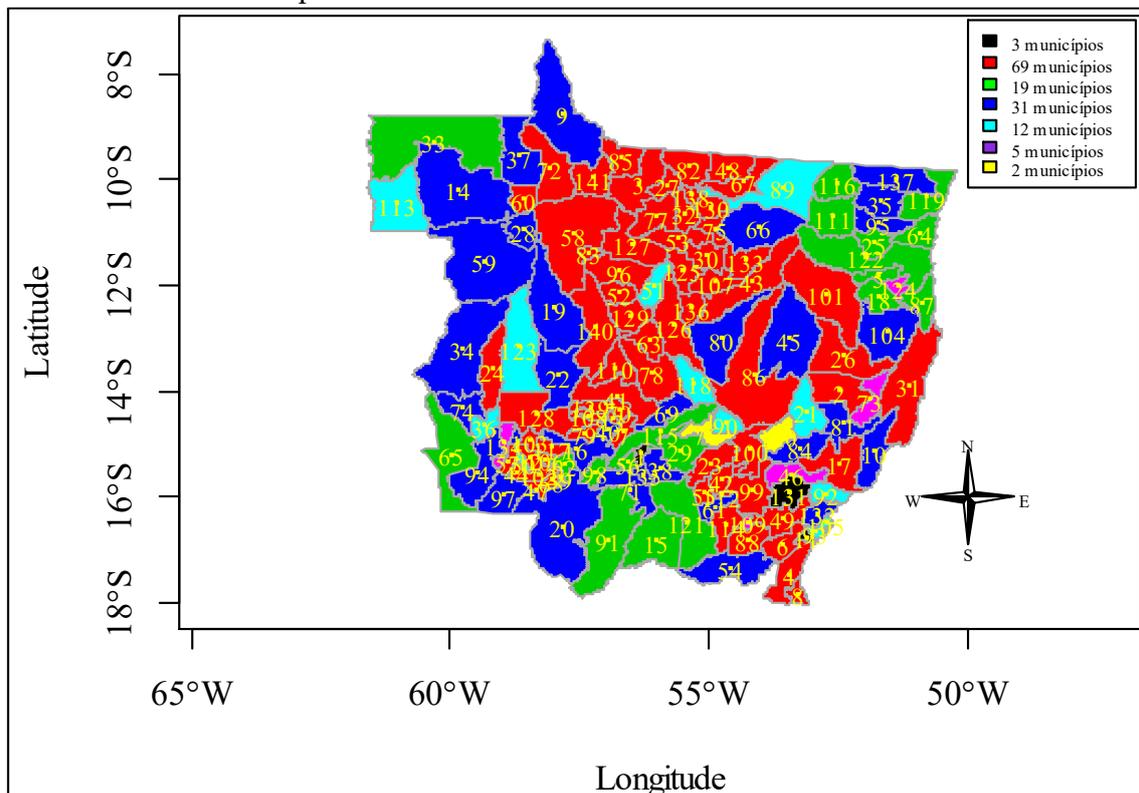
GRUPOS	2005	2007	2009	2011	2013	2015	MÉDIA	CORES
1	0,00	2,20	2,13	1,17	0,00	0,00	0,92	
2	3,67	4,46	4,94	5,08	5,38	5,75	4,88	
3	2,76	3,58	3,97	4,04	4,32	4,78	3,91	
4	3,66	4,00	4,48	4,74	4,85	5,35	4,51	
5	1,24	4,11	4,62	4,40	4,75	5,64	4,13	
6	1,78	3,47	4,46	4,22	4,55	0,00	3,08	
7	3,75	3,38	0,00	4,30	4,65	5,30	3,56	
MÉDIA	2,41	3,60	3,51	3,99	4,07	3,83	3,57	

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Pela análise da tabela 18, verifica-se que o agrupamento 2, seguido dos agrupamentos 5 e 4, possuem os melhores desempenhos de IDEB médios anuais de cada grupo. Tais valores corroboram com a ideia de que parece haver um fluxo de desenvolvimento do centro do estado na direção de suas regiões de fronteira, quando considerado o desenvolvimento da educação básica nas séries iniciais.

Os resultados dos aglomerados obtidos, também foram espacializados no mapa do Estado de Mato Grosso, como mostra a Figura 34.

Figura 34: Mapa com os 7 aglomerados de municípios formados com os vetores de desempenho de IDEB dos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

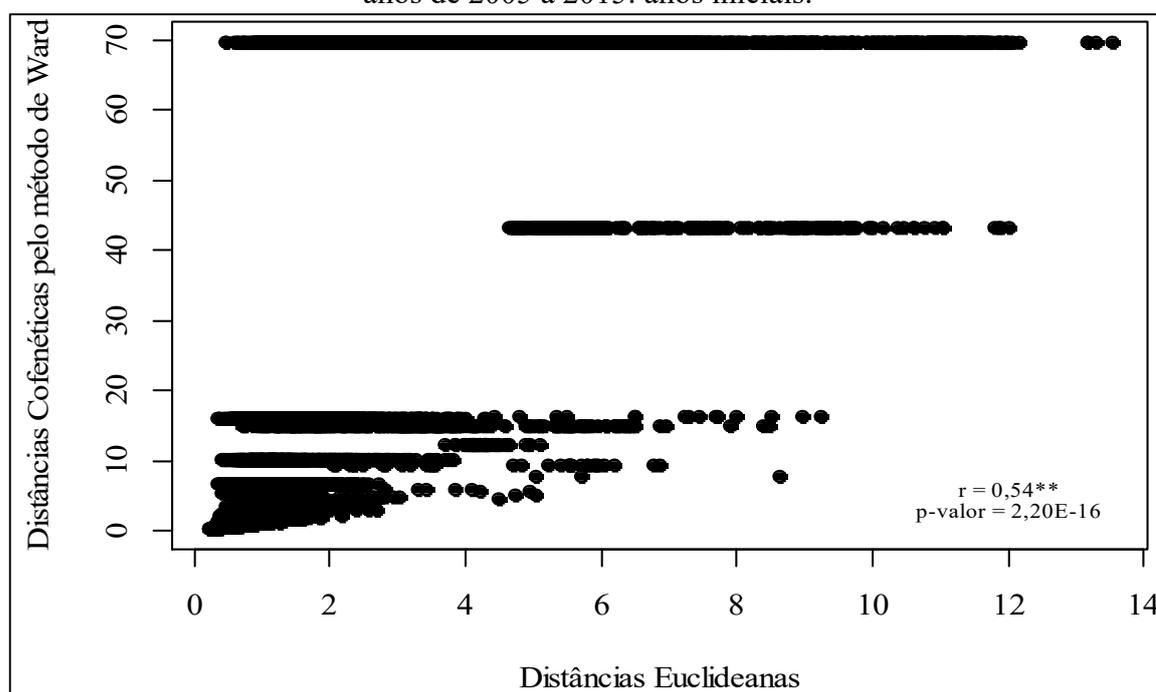


Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os resultados, numéricos e gráficos, revelam que os municípios que se encontram nas proximidades dos eixos de desenvolvimento do estado, marcados pelas rodovias, possuem melhor desempenho de IDEB.

O coeficiente de correlação cofenética r do método de Ward combinado com a distância Euclidiana foi de 0,54 com p -valor = 2.20E-16, gerado por um simples teste de correlação, como revela Figura 35.

Figura 35: Correlação cofenética relativa ao desempenho do IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015: anos iniciais.

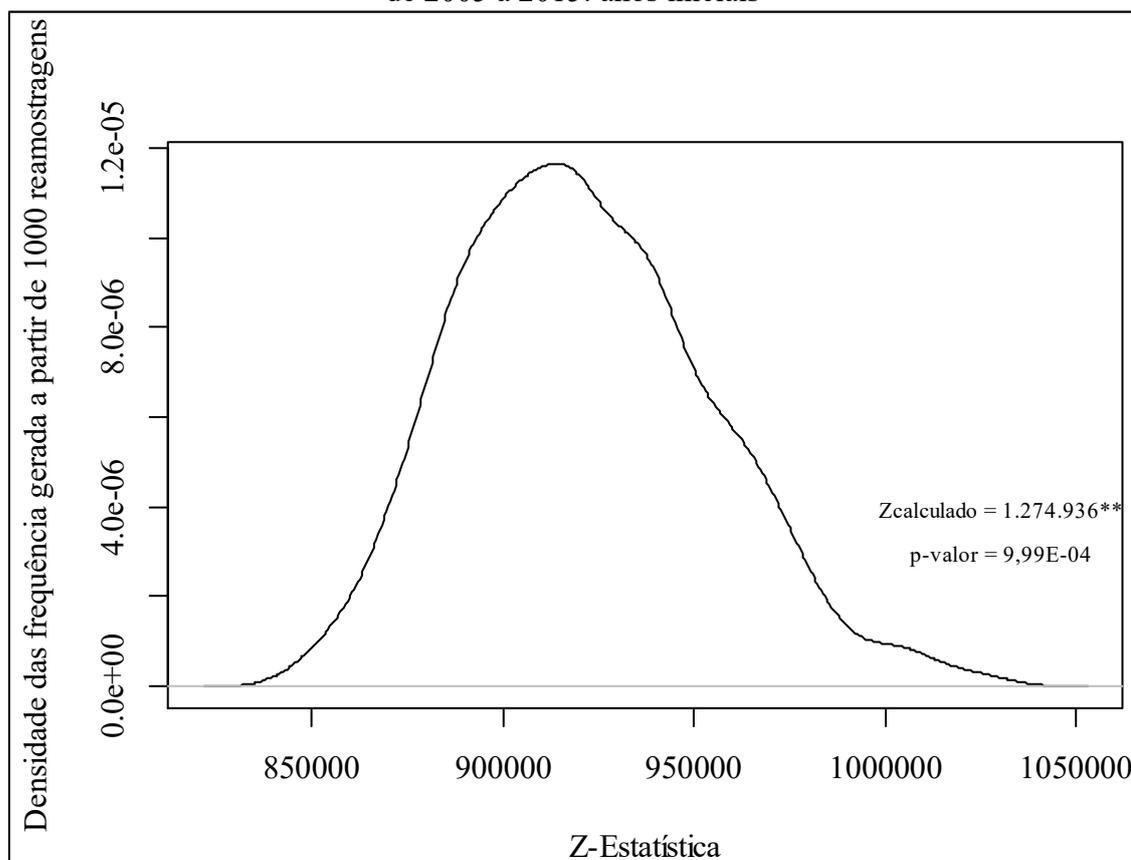


Fonte: Resultados da Pesquisa.

Com o intuito de validar de formas distintas os aglomerados gerados e, por transitividade, comprovar o comportamento dos grupos de desempenho do IDEB nos anos iniciais formados, realizou-se o teste de Mantel. O conteúdo do referido teste está resumido na Figura 36.

Os resultados apresentados nas Figuras 35 e 36 demonstram que as formações dos 7 agrupamentos e suas respectivas estruturas são válidas sob a ótica da proposta da pesquisa. Ou seja, apesar do valor de correlação cofenética (0,54) ser moderado, os respectivos testes de correlações foram estatisticamente significantes.

Figura 36: Teste de Mantel relativo ao desempenho do IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015: anos iniciais



Fonte: Resultados da Pesquisa.

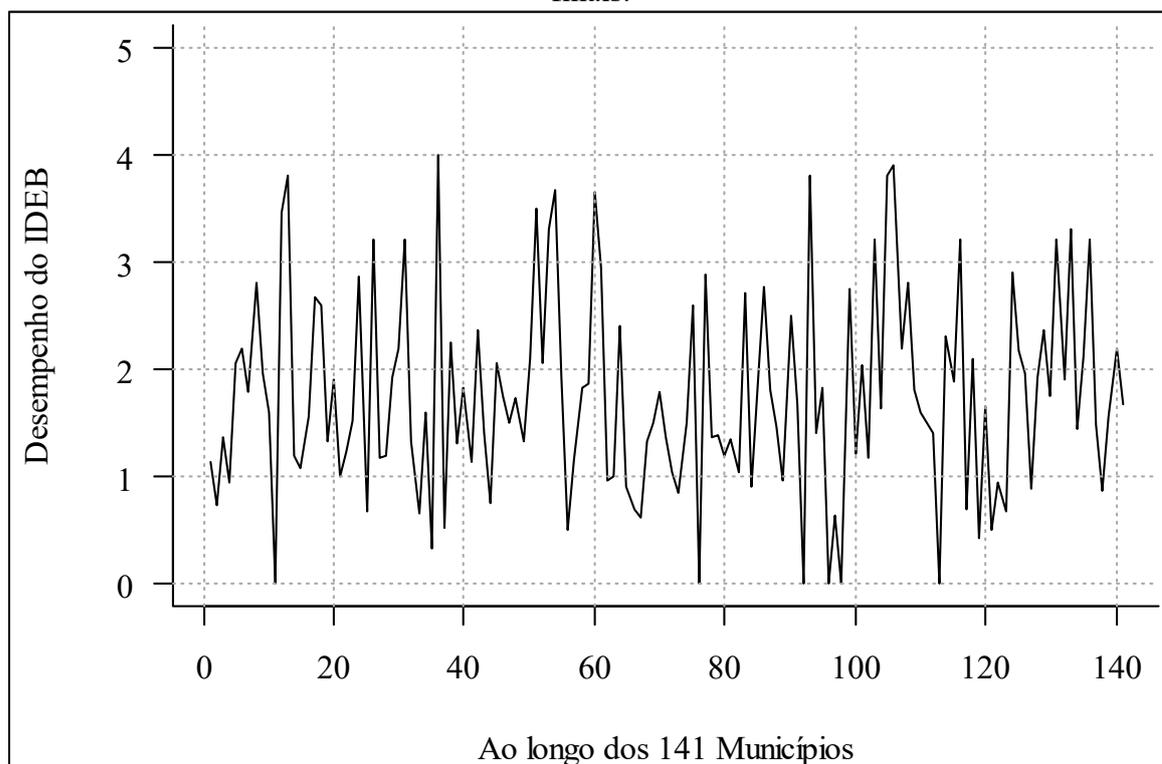
4.2.2 Análise dos Anos Finais

As análises efetuadas sobre os dados de IDEB do Estado de Mato Grosso, de 2005 a 2015, para os anos finais, tiveram início pela plotagem de gráficos dos dados relativos a cada ano de estudo, considerando-se os 141 municípios. Tais gráficos são mostrados nas figuras de 37 a 42.

Mediante a análise dos gráficos, verifica-se que de 2005 a 2015 há um aumento geral de desempenho do IDEB nos anos finais. Porém, mesmo nos últimos anos de análise os valores de IDEB ainda se mantêm baixos. Observa-se que a amplitude das faixas de oscilação a cada ano estão cada vez mais elevadas, observando-se que poucos municípios se encontram muito discrepantes em desempenho a cada ano.

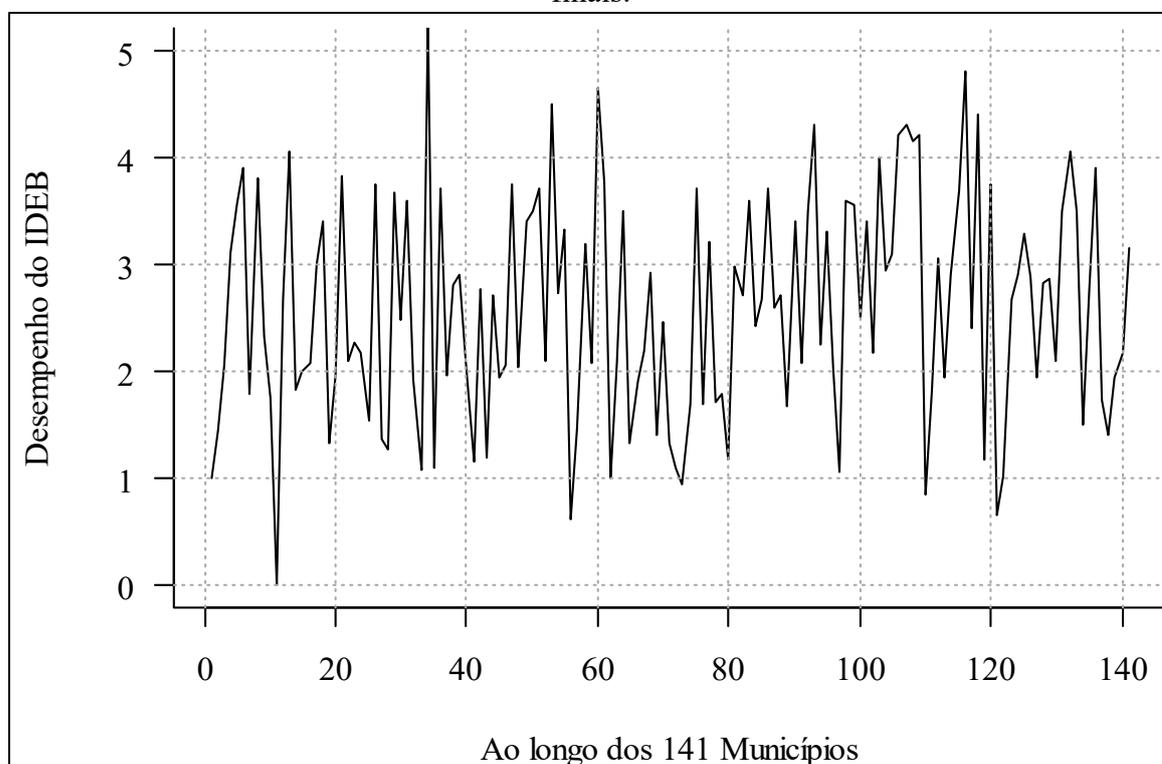
Algo digno de nota é que os valores de IDEB obtidos para os anos iniciais pareciam mais expressivos que os dos anos finais. Porém, como não foram feitos estudos de comparação estatística entre anos iniciais e anos finais, nada se pode afirmar.

Figura 37 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2005: anos finais.



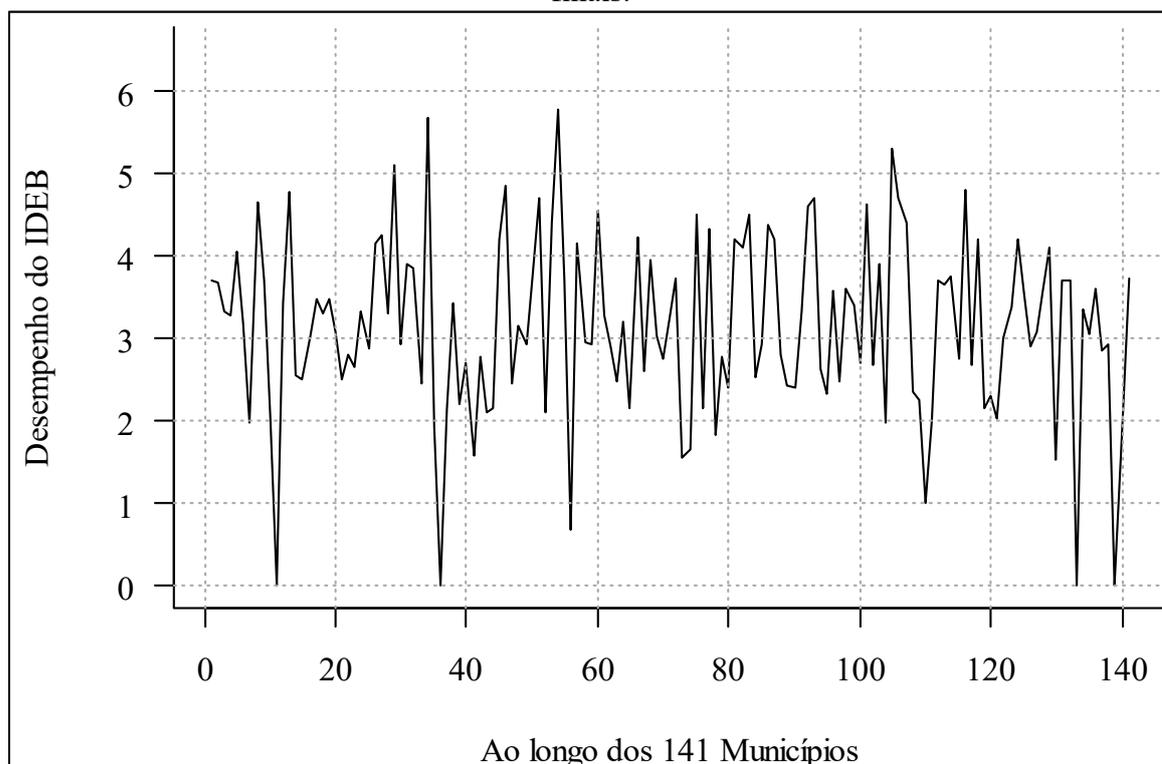
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 38 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2007: anos finais.



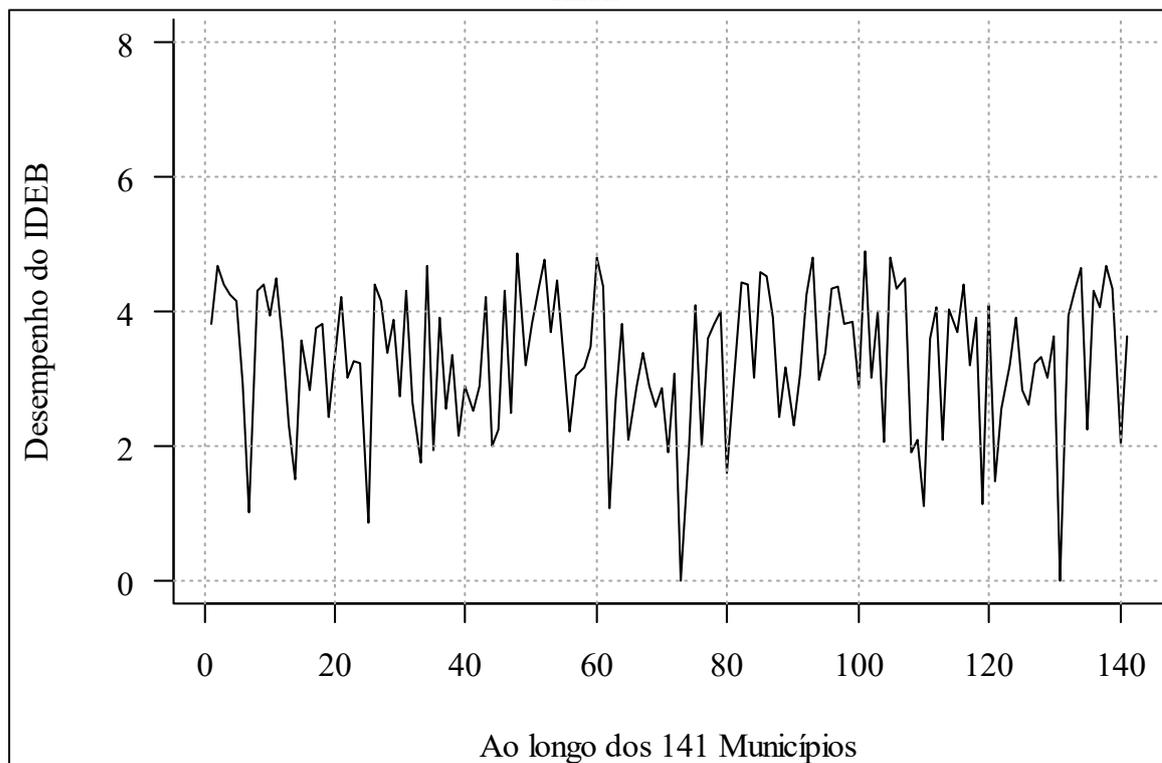
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 39 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2009: anos finais.



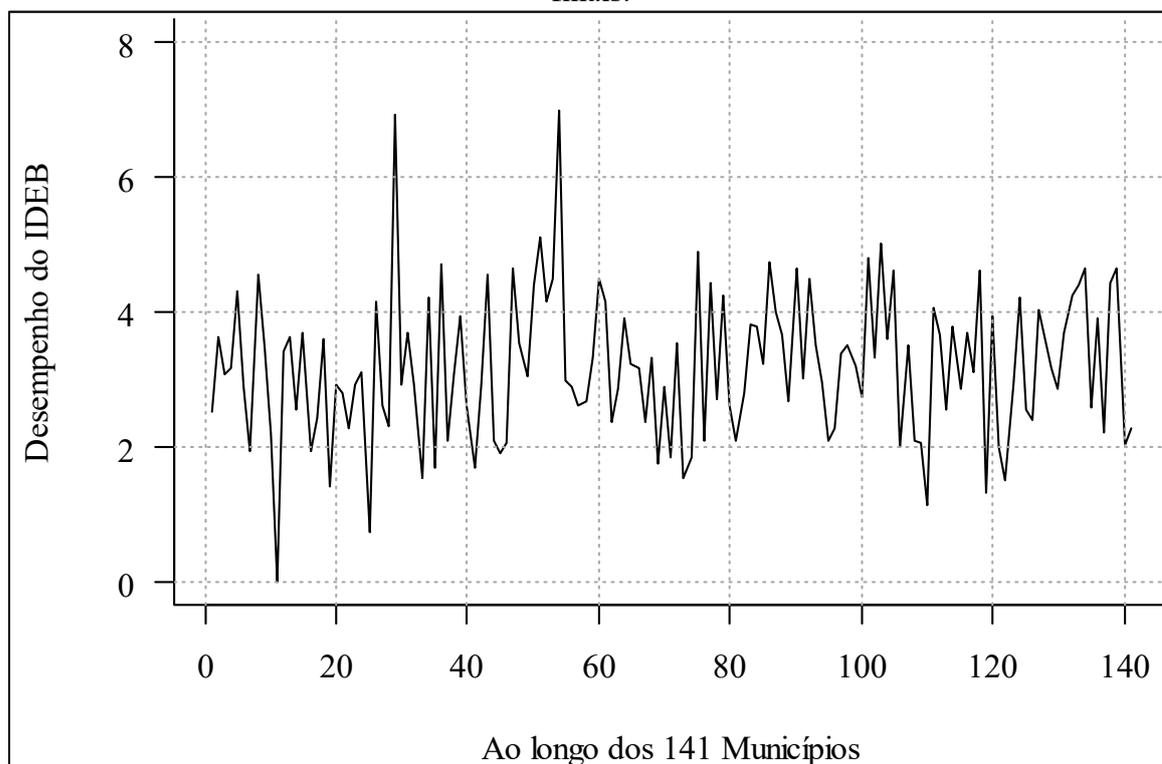
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 40 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2011: anos finais.



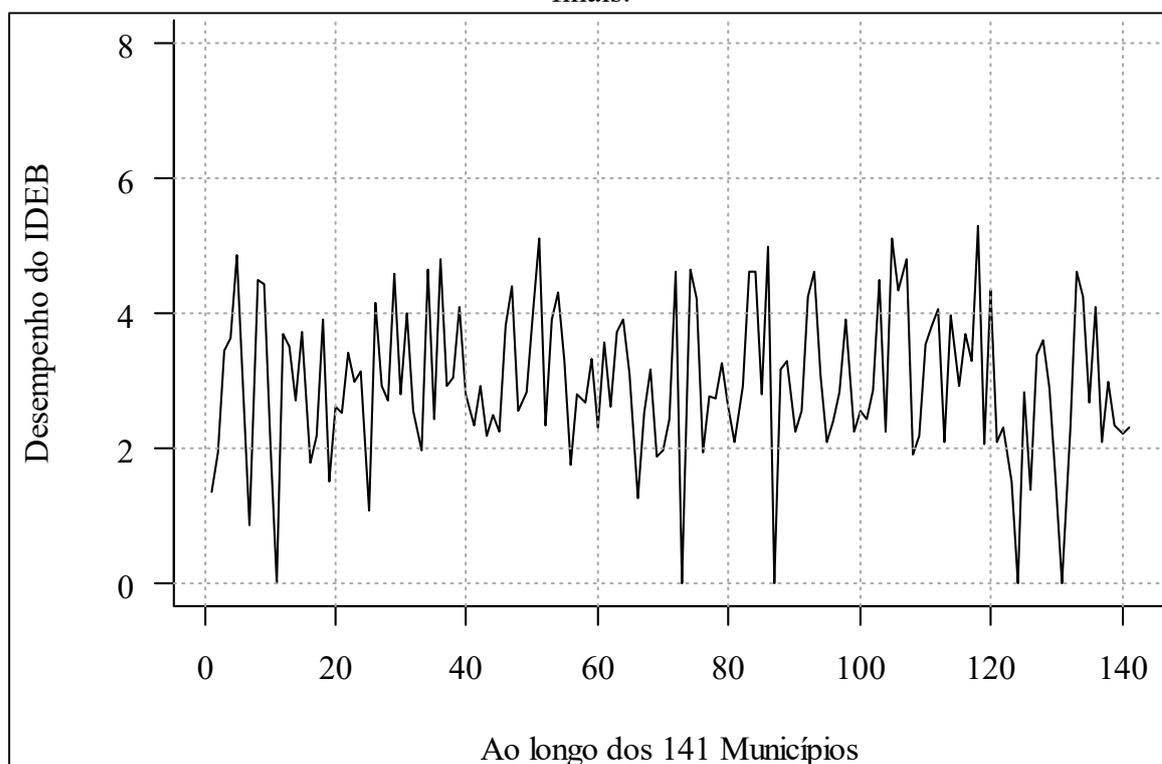
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 41 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2013: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

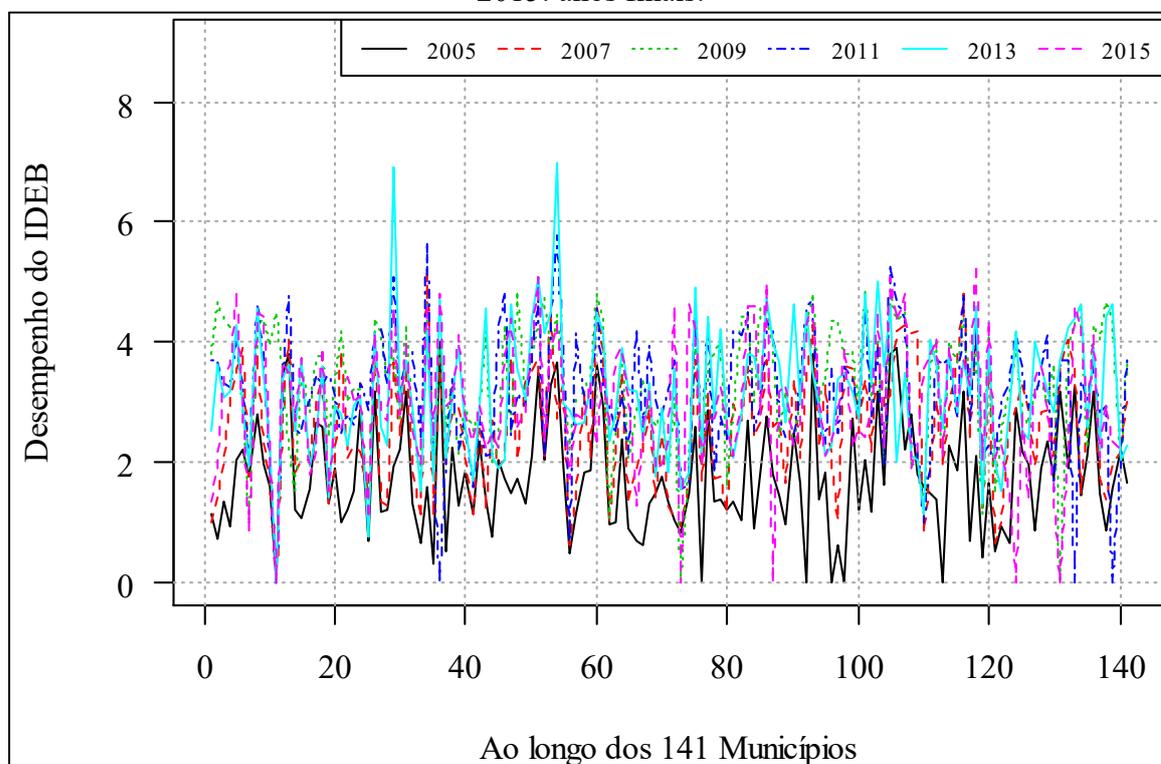
Figura 42 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2015: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

A fim de facilitar a comparação descritiva dos valores anuais de desempenho de IDEB para os 141 municípios, plotou-se conjuntamente, em gráficos sobrepostos, os dados de desempenho IDEB anual de 2005 a 2015 para os anos finais, como mostra a Figura 43. Do referido gráfico depreende-se que as discrepâncias observadas ano a ano não são tão expressivas quanto aquelas observadas para os anos iniciais. No entanto, percebe-se que os valores relativos ao ano de 2011 destacam-se. Tal afirmação se justifica, pois a linha verde clara, relativa ao ano de 2011, para quase todos os valores de abscissa, encontra-se com os mais elevados valores de ordenadas.

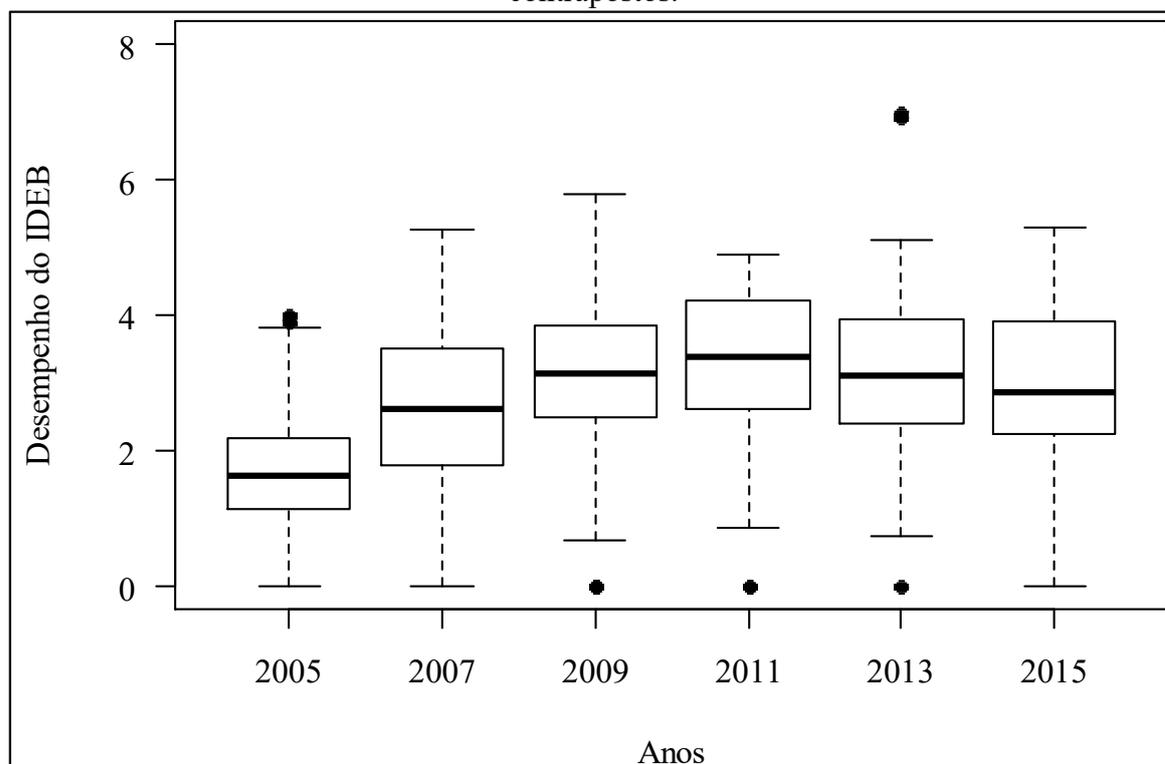
Figura 43 – Gráfico de desempenho de IDEB dos 141 municípios para os anos de 2005 a 2015: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

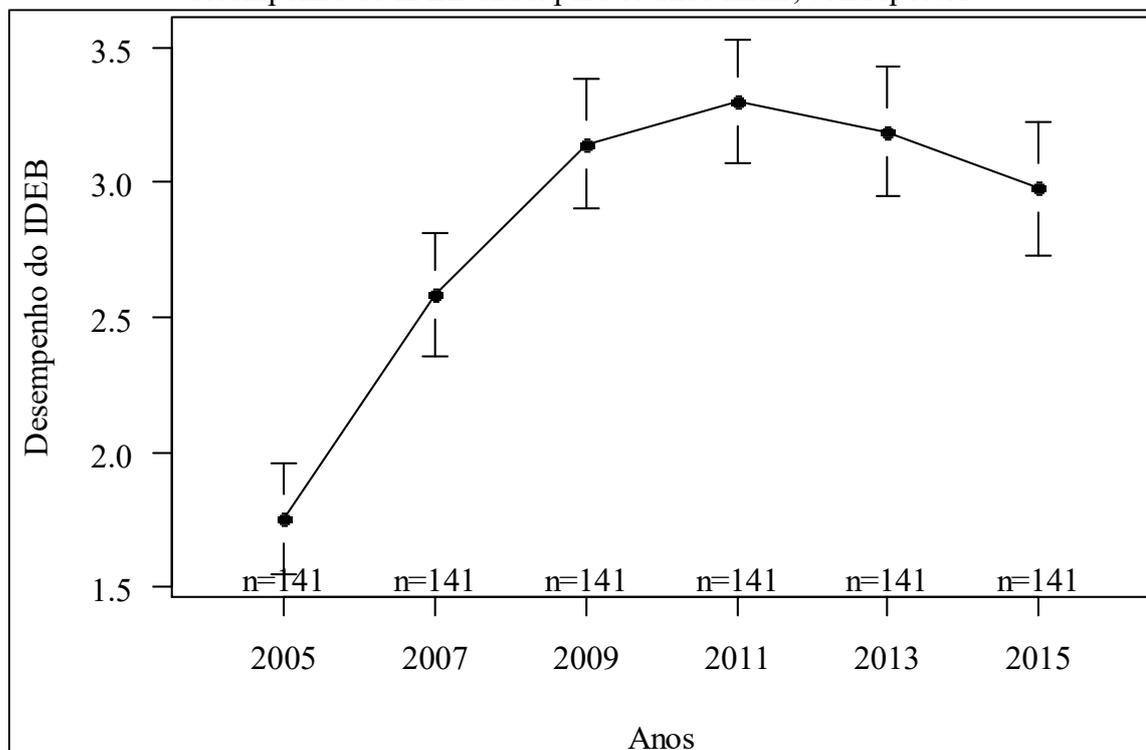
Para facilitar a comparação visual preliminar entre os anos em foco, foram construídos e comparados os gráficos do tipo boxplot e dos intervalos de confiança, para 1% de erro de suas estimativas. A partir destes gráficos pôde-se inferir mais claramente que as afirmações anteriores sobre o aumento do índice ano a ano, com leve queda para os anos 2013 e 2015, são coerentes. Assim, pôde-se estabelecer paulatinamente o comportamento da distribuição dos dados de IDEB para os anos finais durante o período de estudo.

Figura 44 – Gráfico do tipo boxplot do desempenho de IDEB anual para os anos finais, contrapostos.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 45 – Gráfico dos intervalos de confiança com erro de 1% em suas estimativas do desempenho de IDEB anual para os anos finais, contrapostos.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Ambos os gráficos (ver Figura 44 e 45) apontam um crescimento do IDEB mediano e médio entre os anos de 2005 a 2011. Após 2011, verifica-se um leve decréscimo do índice até o ano de 2015. Apesar do decaimento verificado, nada se pode afirmar sobre as diferenças do desempenho. Ou seja, apesar da ordenação dos valores, cabe ainda uma análise inferencial a fim de se poder concluir cientificamente pela igualdade ou desigualdade dos desempenhos.

As análises embasadas nos gráficos apresentados podem ser complementadas por meio de dedução efetuada a partir dos valores presentes nas tabelas 19 e 20. Nas tabelas encontram-se as principais medidas descritivas das distribuições dos dados de IDEB dos anos finais que corroboram com a inferência feita até o momento.

Tabela 19– Valores máximos e mínimos de desempenho de IDEB anuais: anos finais.

ANOS	MÍNIMO	MUNICÍPIOS	MÁXIMO	MUNICÍPIOS
2005	0,00	11;76;92;96;98;113	4,00	36
2007	0,00	11	5,27	34
2009	0,00	11;36;133;139	5,77	54
2011	0,00	73;131	4,88	101
2013	0,00	11	6,97	54
2015	0,00	11;73;87;124;131	5,30	118

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 20 – Medidas descritivas dos dados anuais de desempenho de IDEB: anos finais.

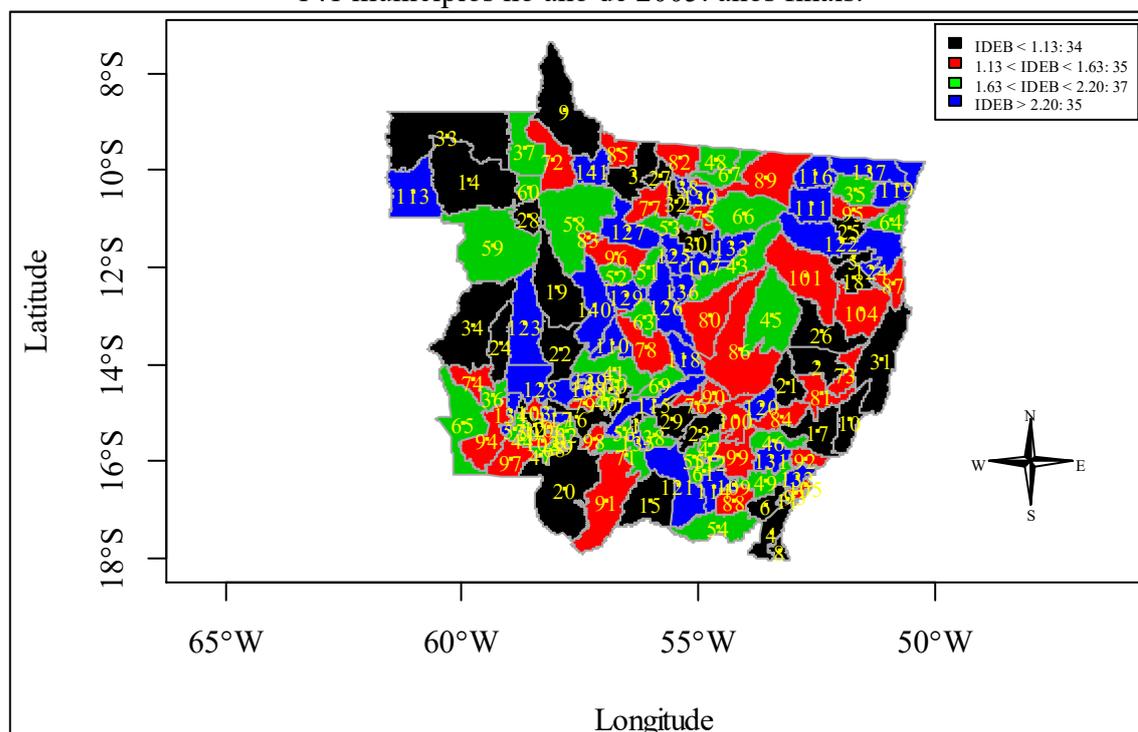
ESTATÍSTICA	2005	2007	2009	2011	2013	2015
MÉDIA	1,75	2,58	3,14	3,30	3,19	2,98
DP	0,93	1,05	1,09	1,05	1,09	1,13
CV(%)	53,30	40,57	34,67	31,79	34,24	38,08
MUNICÍPIOS	141	141	141	141	141	141

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Da análise dos dados, identifica-se que os municípios que apresentam os menores valores de IDEB de 2005 a 2015 são: Araguainha (11) e Tesouro (131). É importante ressaltar o que se pode observar nos dados brutos, as notas nulas são aparentemente relativas às escolas que não participaram ou não atenderam aos requisitos necessários para ter o desempenho calculado. Por outro lado, com os melhores rendimentos, destaca-se o município de Itiquira (54). A média de IDEB anual de 2005 a 2011 aparenta comportamento crescente, sendo numericamente inferior nos anos de 2013 e 2015. Porém, os coeficientes de variação de 2007 a 2015 indicam uma dispersão estabilizada para os valores do índice.

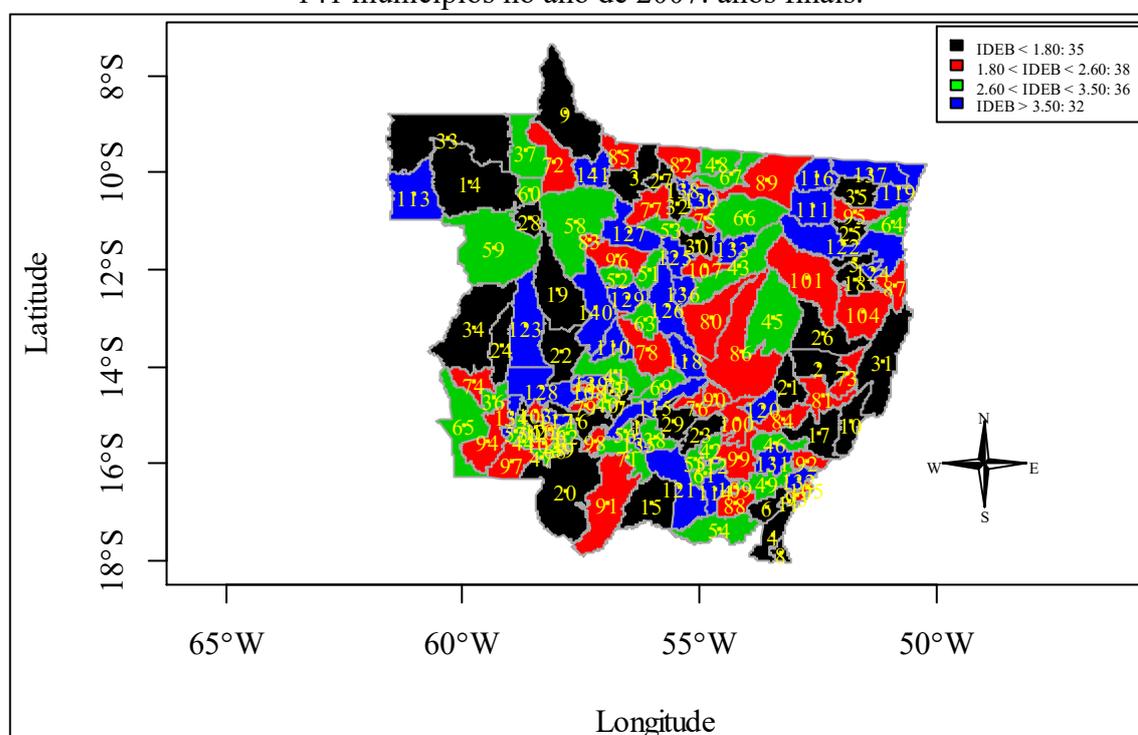
Ainda com o intuito de avaliar detalhadamente o comportamento espacial do IDEB dos anos finais, foram produzidos mapas baseados na informação intervalar advinda dos gráficos do tipo boxplot para cada ano em estudo (Figuras 46 a 51).

Figura 46 – Mapa com informação intervalar do gráfico boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2005: anos finais.



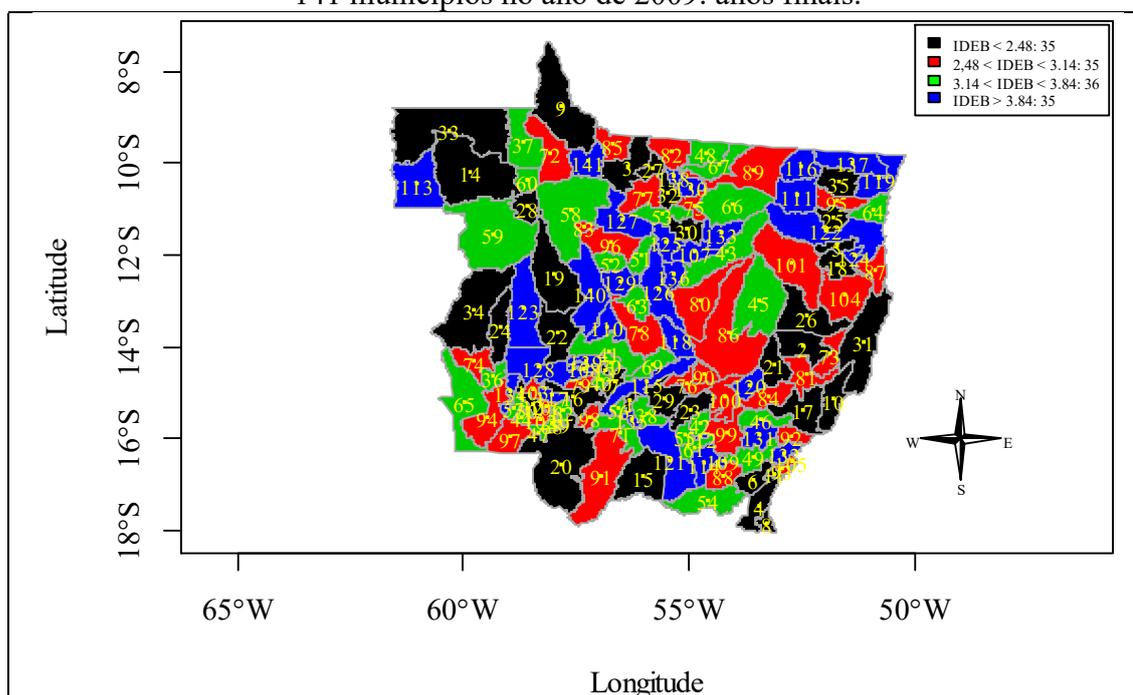
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 47 – Mapa com informação intervalar do gráfico boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2007: anos finais.



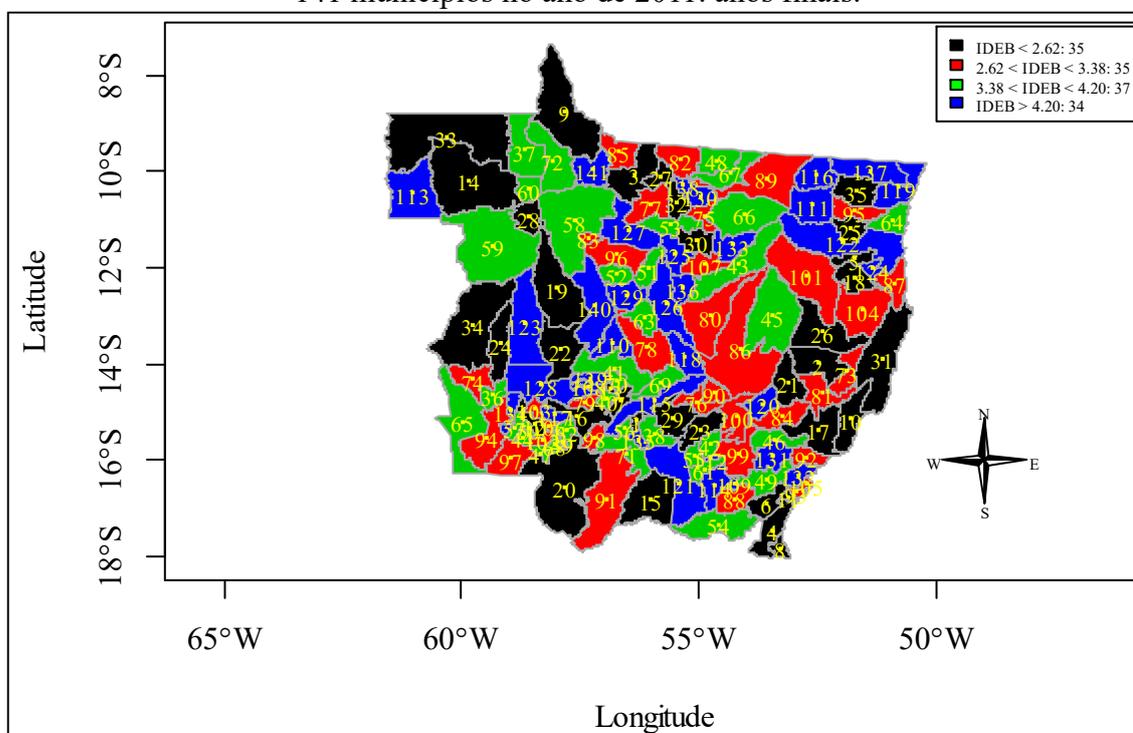
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 48 – Mapa com informação intervalar do gráfico boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2009: anos finais.



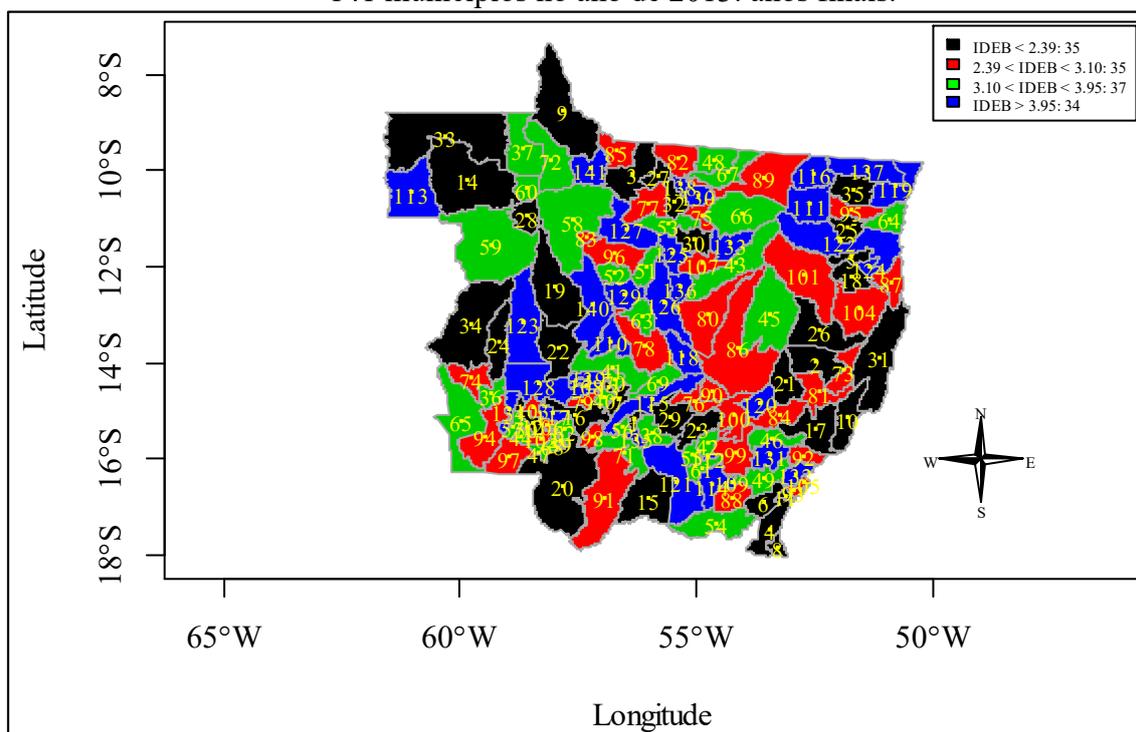
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 49 – Mapa com informação intervalar do gráfico boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2011: anos finais.



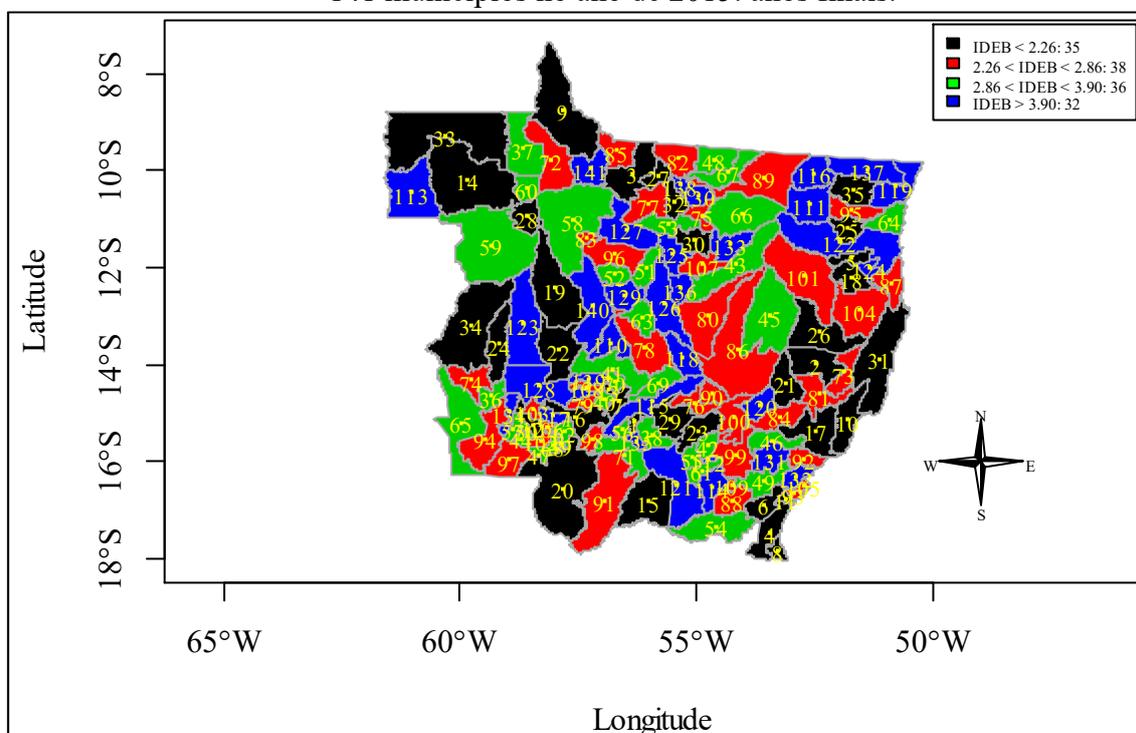
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 50 – Mapa com informação intervalar do gráfico boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2013: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Figura 51 – Mapa com informação intervalar do gráfico boxplot de desempenho de IDEB dos 141 municípios no ano de 2015: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

Analisando comparativamente os mapas apresentados, nota-se, como o verificado para os anos iniciais, que os municípios com os mais altos valores de IDEB, neste corte temporal, tendem a serem aqueles que se encontram na porção mais central do estado (municípios em azul). Em complemento a isso, à medida que se toma municípios mais próximos da região de fronteira, aumenta a probabilidade de se tomar aqueles com os menores valores do índice (municípios em preto).

A constatação acima corrobora com as hipóteses levantadas a princípio. Ou seja, a partir das vias principais do estado se dá a proliferação do desenvolvimento. Dessa, forma, criam-se eixos de desenvolvimento pontuados pela expansão agrícola, a existência de conglomerados econômicos, a presença de centros de formação em nível médio e superior, por exemplo. Percebe-se que tais elementos aparentemente estão ligados ao desenvolvimento educacional. Assim, constata-se que os municípios com melhores desempenhos, tendem a serem aqueles que possuem as melhores condições holísticas de desenvolvimento.

Em seguida foram comparadas as médias anuais de IDEB por meio de uma análise de variância (ANOVA). Por meio da ANOVA, tentou-se averiguar se há diferenças médias entre os desempenhos de IDEB de 2005 a 2015 para os anos finais.

De posse das premissas a serem verificadas pelo modelo ANOVA, obsevou-se que os vetores de dados anuais de valores de IDEB dos 141 municípios não possuíram variâncias semelhantes. Na tabela 21 constam os valores obtidos por meio da realização do teste de Bartlett.

Tabela 21: Resultados do Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias dos Vetores de IDEB anuais dos anos de 2005 a 2015: anos finais.

Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias	
Estatística W	220,46
Grau de Liberdade: gl	140
p-valor	1,68E-05
H₀: Homogeneidade das variâncias de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Como o p-valor calculado foi insignificante, rejeitou-se a hipótese nula de homogeneidade das variâncias. Posteriormente, foi posto à prova o segundo pressuposto necessário à realização da ANOVA. Assim, avaliou-se a normalidade dos resíduos (erros) por meio da aplicação do teste de Shapiro-Wilks. Os resultados do teste estão na tabela 22.

Tabela 22: Resultados do Teste de Shapiro Wilks para os resíduos dos vetores de IDEB anuais dos anos de 2005 a 2015: anos finais.

Teste de Normalidade de Shapiro Wilks	
Estatística W	0,99
p-valor	1,5E-04
H₀: Normalidade dos resíduos da ANOVA de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados apontam que os erros não apresentavam normalidade (p-valor insignificante). Nesta configuração, quando não há semelhança das variâncias e não há normalidade dos resíduos, a ANOVA não pode ser aplicada ao conjunto de dados originais.

Nestes termos, à busca de se atender os pressupostos da ANOVA, efetuou-se a transformação Box-Cox nas séries de dados de IDEB anuais, com $\lambda = 0,69$. Dessa forma replicou-se os testes de Bartlett e de Shapiro-Wilks nos dados transformados. Os resultados obtidos das realizações dos testes encontram-se nas tabelas 23 e 24.

Tabela 23: Resultados do Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias dos Vetores de IDEB anuais transformados dos anos de 2005 a 2015: anos finais.

Teste Bartlett para Homogeneidade das Variâncias	
Estatística W	274,09
Grau de Liberdade: gl	140
p-valor	9,78E-11
H₀: Homogeneidade das variâncias de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 24: Resultados do Teste de Shapiro Wilks para os resíduos dos vetores de IDEB anuais transformados dos anos de 2005 a 2015: anos finais.

Teste de Normalidade de Shapiro Wilks	
Estatística W	0,97
p-valor	6,72E-13
H₀: Normalidade dos resíduos da ANOVA de IDEB anuais	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com base nos valores insignificantes dos p-valores presentes nas tabelas acima, verificou-se que os pressupostos não foram alcançados, de modo que a hipótese nula foi rejeitada em ambos os casos. Assim, concluiu-se que os dados possuem caráter de heterocedasticidade das variâncias e anormalidade dos resíduos, não havendo como aplicar a ANOVA nestes dados para comparar as médias de IDEB anuais para os anos finais.

Desta maneira, fez-se uso de técnicas não paramétricas, dado que estas não apresentam pressupostos condicionantes para sua aplicação. Em outras palavras, estes testes consideram a distribuições das variáveis e seus resíduos livres. Assim, utilizou-se o teste não

paramétrico de Kruskal-Wallis para a comparação das médias anuais dos dados de IDEB dos anos finais do Estado de Mato Grosso. Os resultados obtidos da realização do teste de Kruskal-Wallis estão sintetizados na tabela 25.

Tabela 25 – Testes de Kruskal-Wallis para a comparação do bloco de médias anuais das séries de IDEB anuais: anos finais.

Kruskal-Wallis	
χ^2	364,29
Graus de Liberdade	140
p-valor	2,20E-16
H₀: Médias de IDEB iguais	

Fonte: Resultados da Pesquisa

Visto que o p-valor obtido foi ínfimo, concluiu-se pela distinção das médias anuais das séries anuais de IDEB dos 141 municípios de 2005 a 2015. Assim, fez-se necessário aplicar o teste de Kruskal-Wallis para a comparação das médias duas a duas, com o intuito de capturar/identificar as diferenças médias do desempenho de IDEB anual, que possuísem significância estatística durante estes anos. E mais, o teste realizado também indicou que não há multicolinearidade nos vetores anuais de desempenho de IDEB, fato importante para a posterior análise de conglomerados.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis, relativos à comparação das médias duas a duas, encontram-se na tabela 26. Na referida tabela, observa-se que os anos com as menores médias de desempenho de IDEB são 2005 e 2007. Estes anos possuem diferenças médias estatisticamente significantes comparados com os demais anos. Já a comparação dos anos de 2009 a 2013 indicou que os anos deste intervalo possuem desempenhos médios de IDEB estatisticamente iguais, assim como os anos 2013 e 2015. Nota-se que a comparação do ano de 2011, de maior desempenho médio, com o ano de 2015 também apresenta diferença média estatisticamente significativa. Após o ano de 2011 verifica-se que uma leve queda de desempenho médio. Infelizmente, não se buscou identificar as causas das oscilações. Mesmo não se podendo afirmar nada a respeito das causas das oscilações, supõe-se que algo relevante deva ter ocorrido para que a média estadual tenha decaído, mesmo já estando baixa.

Tabela 26 – Testes de Kruskal-Wallis para comparação de médias anuais duas a duas para as séries de IDEB dos anos finais: 2005 a 2015.

Comparações	Diferenças absolutas entre as médias		p-valor		
2005-2007	0,83		0,00		
2005-2009	1,39		0,00		
2005-2011	1,55		0,00		
2005-2013	1,44		0,00		
2005-2015	1,22		0,00		
2007-2009	0,56		0,00		
2007-2011	0,72		0,00		
2007-2013	0,60		0,00		
2007-2015	0,39		0,01		
2009-2011	0,16		1,00		
2009-2013	0,05		1,00		
2009-2015	0,16		1,00		
2011-2013	0,11		1,00		
2011-2015	0,32		0,07		
2013-2015	0,21		1,00		
MÉDIAS					
2005	2007	2009	2011	2013	2015
1,75	2,58	3,14	3,30	3,19	2,98

Fonte: Resultados da Pesquisa.

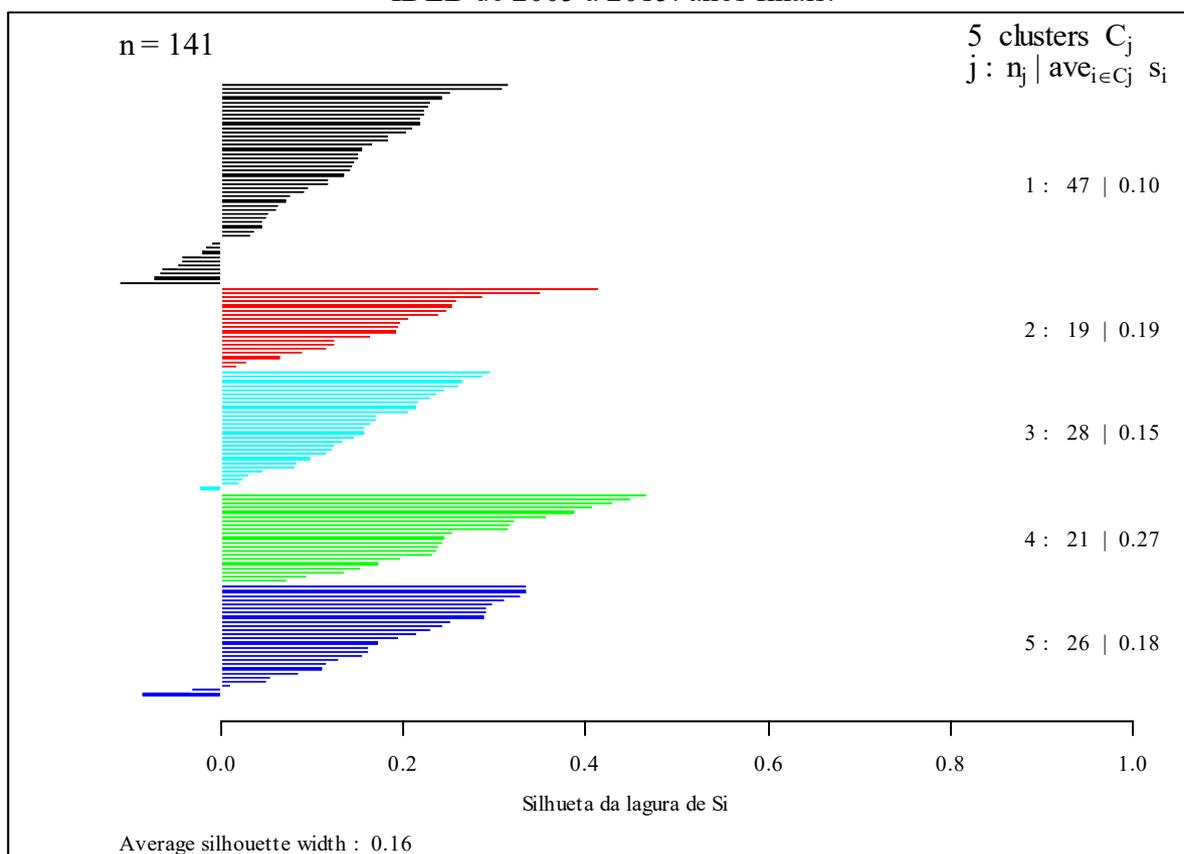
Obs.: As células em cinza correspondem às diferenças estatisticamente significantes.

Em seguida, mais uma vez foram utilizadas ferramentas de análise de agrupamentos com objetivo de avaliar se os vetores anuais de dados de IDEB de 2005 a 2015, relativos aos anos finais do ensino fundamental, possuíam potencial para a geração de grupos de municípios no Estado de Mato Grosso que guardassem alguma similaridade de desempenho entre si.

A fim de se gerar agrupamentos consistentes, foram efetuados testes preliminares com inúmeras combinações de distâncias e métodos de agrupamentos, aplicados à matriz de entrada dos vetores anuais de 2005 a 2015 de IDEB dos anos finais. Contudo a configuração ideal, que melhor se adequou conjuntamente à teoria explanada e aos objetivos propostos, foi novamente a junção da distância Euclidiana, para a composição da matriz de dissimilaridades, e o método de Ward, para a geração dos grupos. Assim, mediante a aplicação dos referidos métodos, obteve-se a formação de 4 grupos, a partir dos quais se pode ter uma noção espacializada das similaridades e dissimilaridades no desempenho municipal de IDEB para os anos finais do ensino fundamental. Apenas a geração dos grupos é inconsistente se esta divisão não for validada. Assim, a fim de se verificar a consistência dos grupos gerados e do

comportamento de suas respectivas estruturas, gerou-se o gráfico de silhueta dos aglomerados (ver Figura 52).

Figura 52: Gráfico de silhueta da formação de aglomerados municipais de desempenho de IDEB de 2005 a 2015: anos finais.

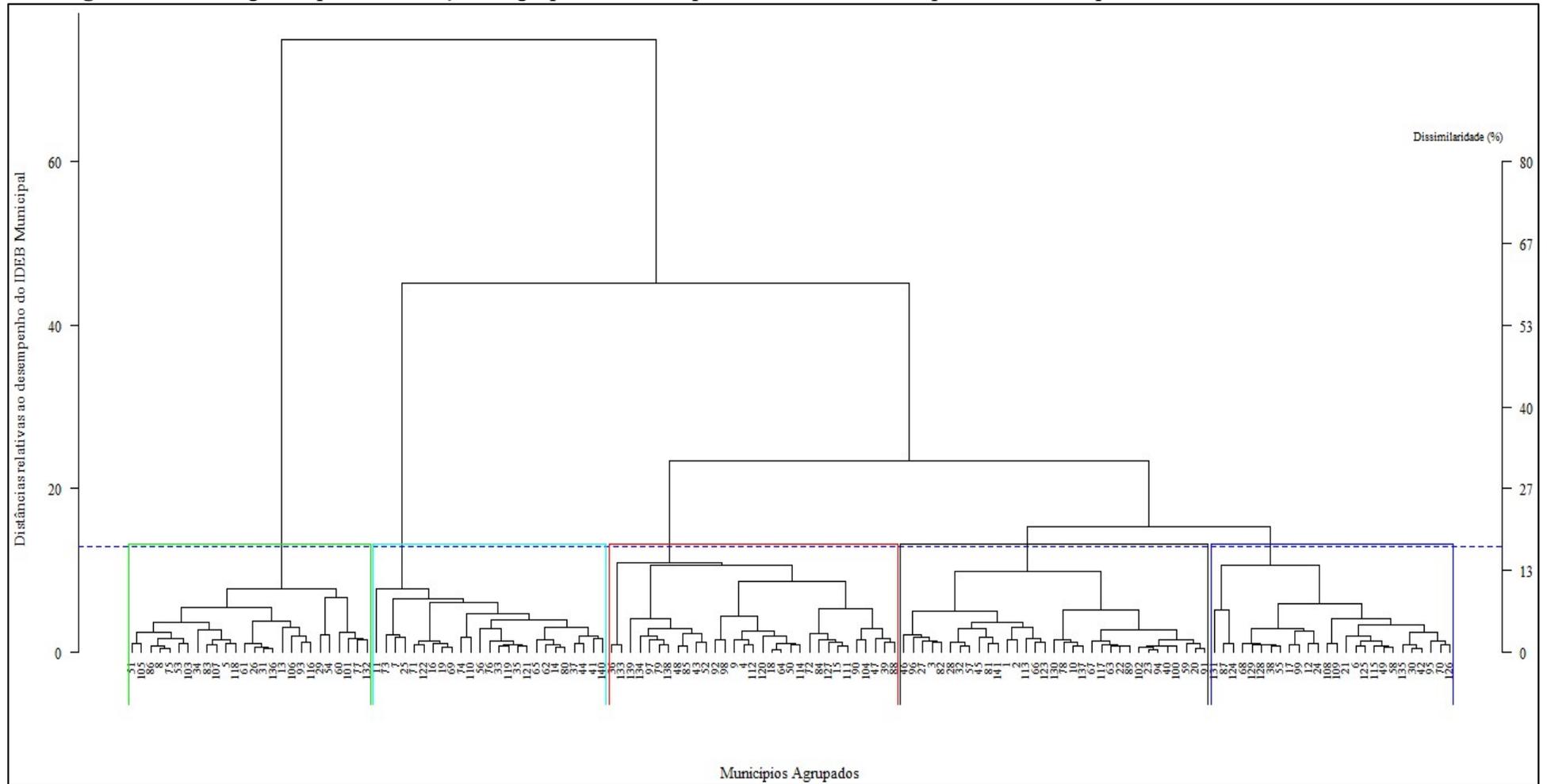


Fonte: Resultados da Pesquisa

Da análise do gráfico de silhuetas (Figura 52), verifica-se que as estruturas dos grupos gerados possuem consistência moderada. Ou seja, o gráfico mostra a formação do conglomerado e a maior parte das análises feitas sobre os grupos que o compõem indica a presença de estruturas com robustez moderada (ver comprimento das barras horizontais coloridas). O mesmo se verifica para o conglomerado como um todo. Porém, estes grupos foram ainda levados em consideração justamente pelo fato de terem sido aqueles que melhor refletiram as teorias abordadas e os objetivos do trabalho realizado. Para se chegar a este resultado, foram testadas diferentes formas de se construir agrupamentos, por meio da combinação de técnicas de agrupamento e de distâncias (dissimilaridades).

Para a geração/seleção dos grupos apresentados no dendrograma da Figura 53, fizeram-se necessárias as análises baseadas no método de Mojena (1977). Tais análises forneceram o ponto de corte de 12,97 no eixo de dissimilaridades.

Figura 53: Dendograma para a formação de grupos de municípios com similar desempenho de IDEB para os anos finais: 2005 a 2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

No dendrograma da Figura 53, observa-se a formação de 5 grupos de desempenho de IDEB, considerando os 141 municípios do Estado de Mato Grosso, nas séries finais. Visando fornecer transparência à análise, a constituição dos grupos gerados e suas nuances são detalhadas nas tabelas 27 e 28. Assim, na tabela 27 estão identificados os municípios contidos em cada grupo e, na tabela 28, constam os níveis de fusão de cada grupo, bem como, do conglomerado como um todo.

Tabela 27: Detalhamento dos agrupamentos de desempenho de IDEB de 2005 a 2015: anos finais.

GRUPOS	AGRUPAMENTOS DOS MUNICÍPIOS	QUANTIDADE	CORES
1	1;2;3;10;20;22;23;27;28;32;40;45;46;57; 59;63;66;67;78;81;82;89;91;94;96;100; 102;113;117;123;130;137;141	33	
2	4;9;15;18;36;39;43;47;48;50;52;64;72;79 84;85;88;90;92;97;98;104;111;112;114; 120;127;133;134;138;139	31	
3	5;8;13;26;29;31;34;51;53;54;60;61;75;77 83;86;93;101;103;105;106;107;116;118; 132;136	26	
4	6;12;17;21;24;30;38;42;49;55;58;68;70; 87;95;99;108;109;115;124;125;126;128 129;131;135	26	
5	7;11;14;16;19;25;33;35;37;41;44;56;62; 65;69;71;73;74;76;80;110;119;121;122;140	25	

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 28: Detalhamento das distâncias/níveis de fusão agrupamentos de desempenho de IDEB de 2005 a 2015: anos finais.

GRUPOS	DISTÂNCIA/ NÍVEL DE FUSÃO	PERCENTUAL DE AGLOMERAÇÃO DE CADA GRUPO (% d_i)	CORES
1	9,96	13,31	
2	11,00	14,70	
3	7,83	10,47	
4	10,70	14,30	
5	7,85	10,49	

$$(\%d_i) = \frac{d_i}{d_{maxima}}, \text{ e } d_{maxima} = 74,82 \text{ entre os agrupamentos}$$

Fonte: Resultados da Pesquisa.

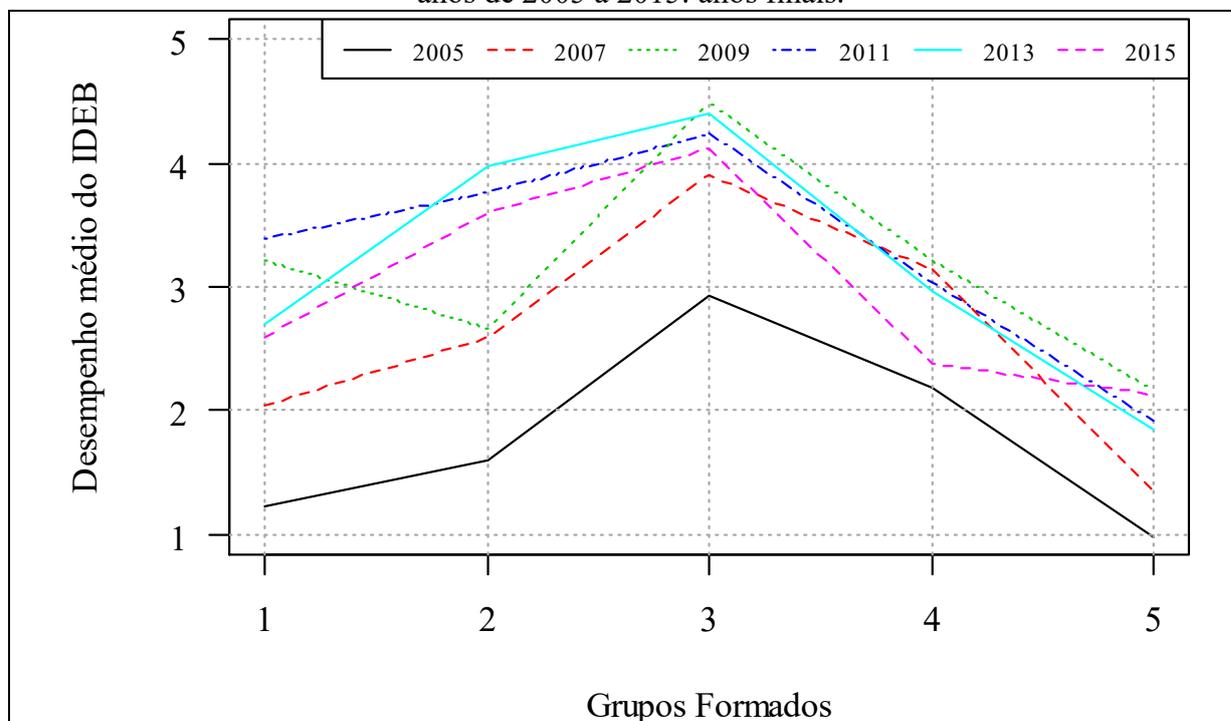
Averigua-se que os grupos com maiores distâncias/níveis de fusão e percentual de aglomeração são os grupos 2 e 4. Isto indica que um baixo índice de homogeneidade interna

nestes grupos. Em contrapartida, os demais grupos apresentam nível de fusão inferior aos dos grupos 2 e 4.

Assim, a Figura 54 juntamente com a tabela 29, auxiliam na tarefa de se traçar o comportamento do desempenho médio de IDEB dos 5 grupos nos anos de 2005 a 2015.

Verifica-se que o agrupamento 3 (verde escuro), seguido dos agrupamentos 2 e 4 (respectivamente, vermelho e azul escuro), possuem os melhores desempenhos de médias anuais de IDEB de cada grupo. Assim como o inferido para os anos iniciais, parece haver um decaimento de desempenho do IDEB, associado ao desenvolvimento geral, do interior do estado na direção de suas regiões de fronteira.

Figura 54: Comportamento do desempenho médio de IDEB dos grupos formados para os anos de 2005 a 2015: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

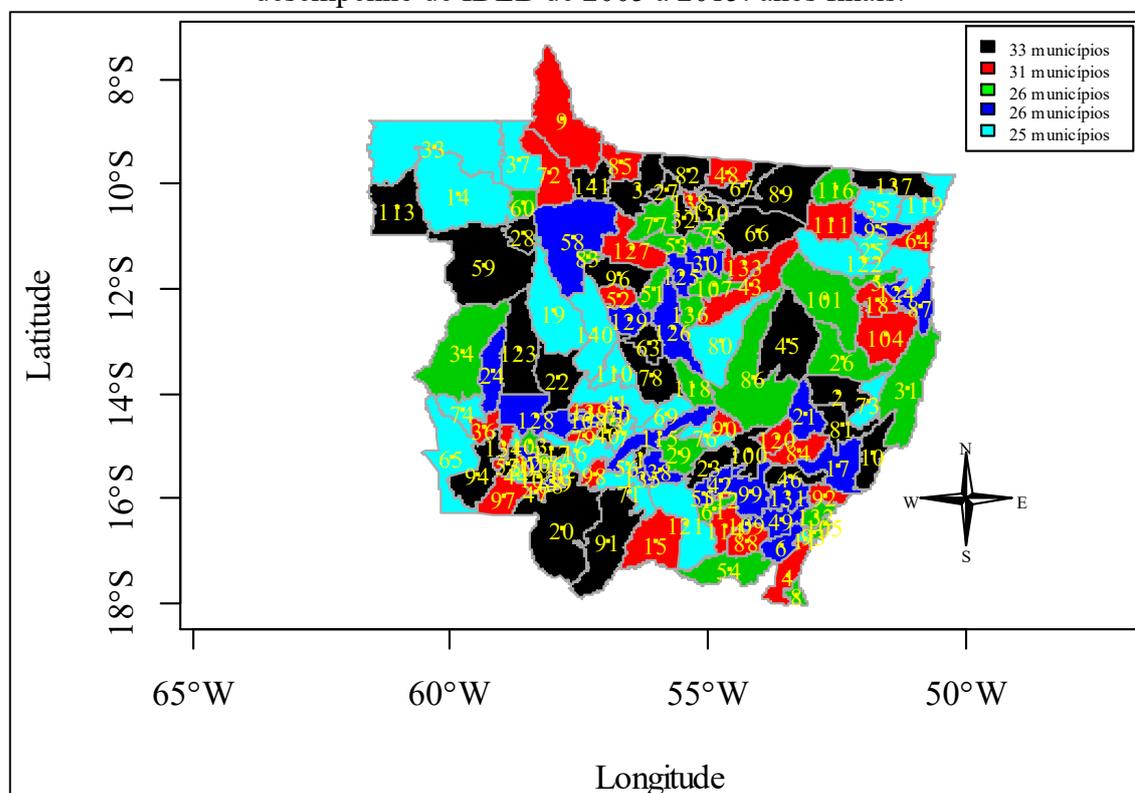
Tabela 29: Detalhamento do comportamento do desempenho médio de IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015: anos finais.

GRUPOS	2005	2007	2009	2011	2013	2015	MÉDIA	CORES
1	1,23	2,03	3,21	3,39	2,69	2,6	2,53	
2	1,59	2,6	2,67	3,77	3,95	3,6	3,03	
3	2,92	3,91	4,48	4,24	4,4	4,12	4,01	
4	2,18	3,13	3,22	3,03	2,96	2,38	2,82	
5	0,97	1,34	2,16	1,91	1,84	2,13	1,73	
MÉDIA	1,78	2,60	3,15	3,27	3,17	2,97	2,82	

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os resultados dos aglomerados obtidos, também foram espacializados no mapa do Estado de Mato Grosso, como mostra a Figura 55.

Figura 55: Mapa com os 5 aglomerados de municípios formados com os vetores de desempenho de IDEB de 2005 a 2015: anos finais.

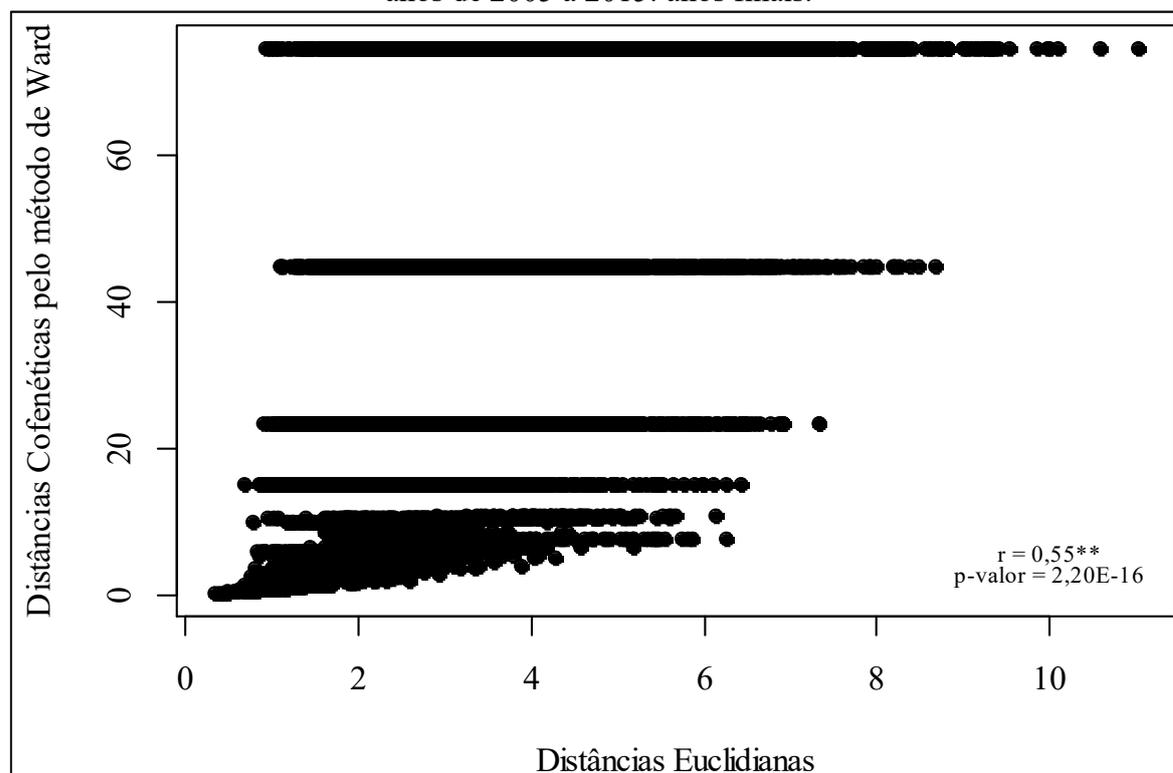


Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os resultados indicam que os municípios que possuem maior desenvolvimento, possuem desempenho de IDEB superior e estes se encontram fora da região de fronteira do Estado. Porém, como a espacialização ocorre com base em grupos com robustez interna moderada e um nível de fusão considerável, a análise não se torna tão óbvia.

O coeficiente de correlação cofenética r calculado para o método de Ward combinado com distância Euclidiana foi de 0,55, com p -valor = 2.20E-16. O coeficiente foi gerado por um simples teste de correlação e o é apresentado na Figura 56. Cabe lembrar que o coeficiente de correlação cofenética é proporcional à qualidade do agrupamento gerado. Assim, como $r=0,55$, pode-se afirmar que a qualidade dos agrupamentos gerados é moderada. Porém, segundo o citado anteriormente, $r=0,55$ é adequado para este trabalho.

Figura 56: Correlação cofenética relativa ao desempenho do IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015: anos finais.



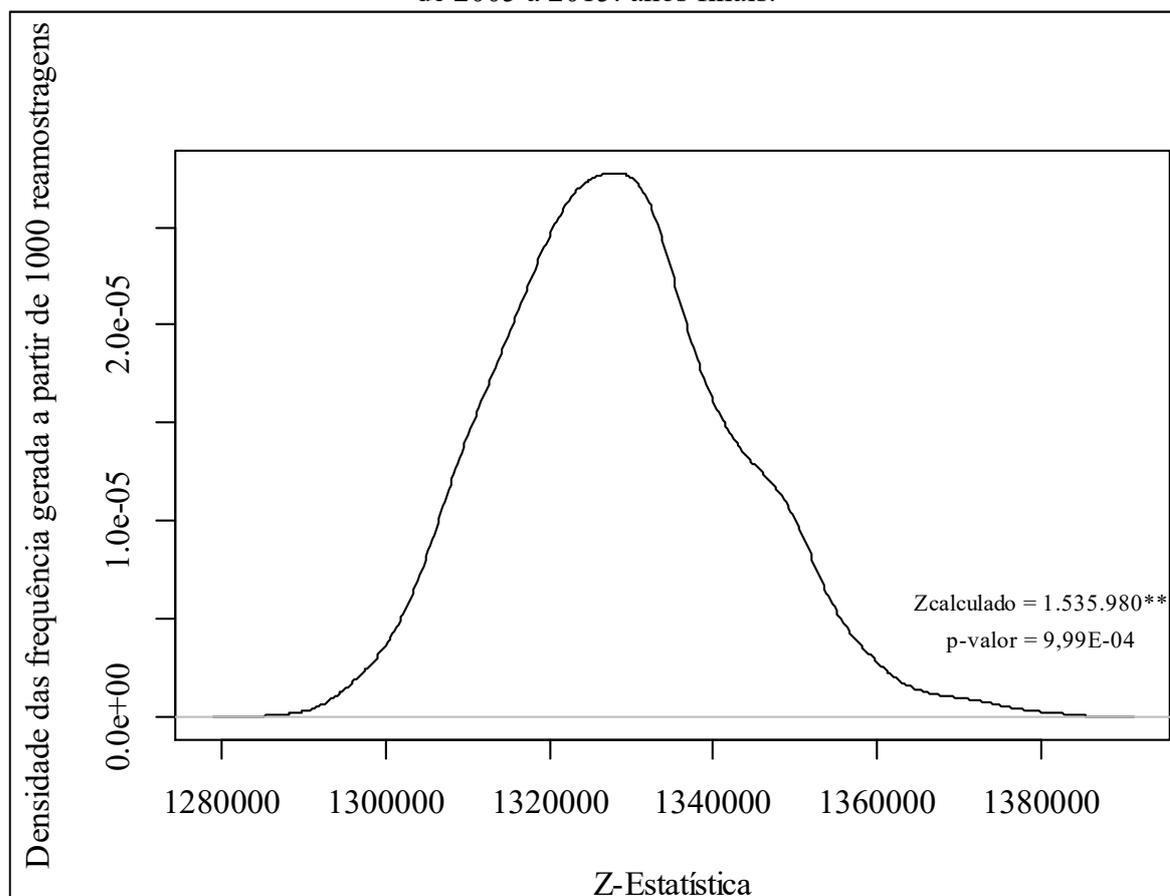
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Com o intuito de validar de formas distintas o conglomerado gerado e aumentar o grau de certeza das afirmações feitas sobre o comportamento dos grupos de desempenho do IDEB formados para os anos finais, realizou-se o teste de Mantel, que gerou p-valor de $9,99E-4$. Como o p-valor é insignificante conclui-se que exista correlação espacial entre os elementos nos agrupamentos. Na figura 57 pode-se verificar, além do gráfico, os valores associados ao teste.

Os resultados expostos nas figuras 56 e 57 revelam conjuntamente que as formações dos 5 agrupamentos e suas respectivas estruturas são válidas sob a ótica do foco desta pesquisa. E mais, verificou-se que os respectivos testes efetuados possuem significância estatística.

Por fim cabe dizer que, a partir destes resultados pode-se concluir que a qualidade do ensino decresça do centro para as regiões de fronteira do estado de Mato Grosso. Segundo as hipóteses levantadas, supõe-se que este comportamento decorra do avanço da fronteira agrícola (expansão do agronegócio), da proliferação econômica por entre os municípios, da presença de instituições de ensino (universidades, institutos de ensino superior, escolas técnicas etc.), dentre outros fatores.

Figura 57: Teste de Mantel relativo ao desempenho do IDEB dos grupos formados nos anos de 2005 a 2015: anos finais.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As seções que seguem se destinam à apresentação das principais conclusões advindas da execução da pesquisa aqui relatada. Além disso, as principais recomendações associadas ao tema estudado e à pesquisa efetuada são listadas e se discorre a respeito dessas recomendações.

5.1 Conclusões

A pesquisa aqui descrita consistiu de uma sondagem efetuada com os dados de IDEB dos anos de 2005, 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015 relativos aos 141 municípios do estado de Mato Grosso. A pesquisa objetivou estabelecer/traçar o comportamento educacional dos ditos municípios com relação aos anos iniciais e aos anos finais do ensino fundamental.

Para tanto, foram utilizadas técnicas e metodologias de Estatística Descritiva, Estatística Inferencial e Análise de Aglomerados, sempre com um viés espacializado dos dados. Nestes termos, foram gerados gráficos, tabelas, dendrogramas e mapas a partir dos quais se tirou conclusões e se realizou inferências, tanto relativas aos anos iniciais, quanto aos anos finais do ensino fundamental de Mato Grosso. A seguir são apresentadas as principais conclusões, ordenadas segundo as fases do ensino fundamental.

→Análise dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Inicialmente, dos gráficos feitos com os valores anuais de IDEB para os 141 municípios do estado, plotados para cada ano, pôde-se inferir que os valores do índice, de modo geral, aumentavam ano após ano. Tal conclusão foi comprovada, principalmente, por meio do cálculo das médias de valores dos dados anuais de IDEB para os 141 municípios. Os resultados de dispersão tabelados e os gráficos boxplot indicaram que, as variações dos dados a cada ano se mantiveram aproximadamente estáveis, mas com leve redução. Para se ter uma noção do comportamento espacializado dos dados, foram construídos, para cada ano, mapas baseados nas divisões intervalares dos gráficos boxplot. Assim, pôde-se analisar visualmente que os municípios com melhor desempenho tendem a estar na porção central do estado e, à medida que se seleciona um município mais distante do centro, a probabilidade de se tomar um município com desempenho inferior aumenta. Objetivando saber sobre as igualdades e diferenças das médias dos anos em estudo, efetuou-se a comparação conjunta de médias

anuais por teste não paramétrico. O teste não paramétrico foi utilizado, uma vez que, os dados não satisfizeram os pressupostos necessários à aplicação de teste paramétrico (ANOVA), mesmo quando transformados via Box-Cox. Do teste inferiu-se que as médias, quando avaliadas conjuntamente, eram estatisticamente diferentes. Assim, foi necessário testá-las duas a duas e se chegou à conclusão de que todas as médias anuais eram diferentes entre si, com exceção das médias dos anos de 2009 e 2011, que foram tidas como estatisticamente iguais. Quando se passou à análise de agrupamento, chegou-se à formação de sete grupos com robustez moderada, mas que atendiam à premissa motivadora da análise, *i. e.*, que o valor do IDEB de cada município tendia a estar correlacionado com seu desenvolvimento holístico. Assim, mesmo com grupos com consistência moderada, o conglomerado gerado foi considerado, pois foi eficaz em mostrar a distribuição de grupos com similar desempenho e indicar uma dinâmica de distribuição de IDEB para o estado, considerando os anos iniciais do ensino fundamental.

→Análise dos Anos Finais do Ensino Fundamental

Assim, como o efetuado para os dados dos anos iniciais, foram construídos gráficos com os valores anuais de IDEB para os 141 municípios do estado, plotados para cada ano, considerando os dados de IDEB relativos aos anos finais. Em um primeiro momento, pôde-se inferir que os valores do índice, de modo geral, aumentavam ano após ano. Porém, mediante o cálculo das médias de valores dos dados anuais de IDEB para os 141 municípios, pôde-se verificar que realmente o desempenho era crescente, porém apenas até o ano de 2011. A partir do referido ano, as médias anuais formavam uma sequência decrescente. Os resultados de dispersão tabelados e os gráficos boxplot indicaram que, as variações dos dados a cada ano sofriam leve crescimento. A noção do comportamento espacializado dos dados se deu por meio de mapas, que foram construídos, para cada ano, com base nas divisões intervalares dos gráficos boxplot. Por meio dos mapas, pôde-se concluir, assim como o verificado para os anos iniciais, que os municípios com melhor desempenho tendem a estar na porção central do estado e que, à medida que se toma um município mais próximo da região de fronteira do estado, pior o desempenho de IDEB tende a ser. Os dados relativos aos anos finais também não atenderam aos pressupostos necessários à aplicação de teste paramétrico, nem mesmo quando estes sofreram transformação Box-Cox. Assim, efetuou-se a comparação conjunta de médias anuais por teste não paramétrico. Pôde-se inferir do teste que as médias, quando avaliadas conjuntamente, eram estatisticamente diferentes. Logo, as médias foram testadas

duas a duas a fim de se identificar as discrepâncias. Dessa forma, se se chegou à conclusão de que as médias anuais dos anos de 2005 e 2007 eram estatisticamente diferentes das médias dos demais anos. Porém, as médias dos anos de 2009 e 2013 eram estatisticamente iguais e o mesmo ocorria para as médias dos anos de 2013 e 2015. Como, a partir do ano de 2011 os valores das médias anuais para os 141 municípios voltaram a decair, verificou-se também que as médias de 2011 e 2015 também eram estatisticamente diferentes. Na verdade, além da igualdade e das diferenças verificadas entre as médias, é digno de nota o fato de se ter um decaimento das médias anuais a partir do ano de 2011. Como nenhuma pesquisa foi feita para se identificar as causas do decaimento, qualquer afirmação feita aqui teria cunho apenas especulativo (não científico). Porém, o que surpreende é a baixa magnitude das médias anuais ao longo do período estudado. Com a realização da análise de agrupamento, chegou-se à formação de cinco grupos com robustez moderada, mas que atendiam à premissa motivadora da análise. Assim, mesmo com grupos com consistência moderada, o conglomerado gerado, uma vez mais, foi considerado, pois foi eficaz em mostrar a distribuição de grupos com similar desempenho e indicar uma dinâmica de distribuição de IDEB para o estado, considerando os anos finais do ensino fundamental.

Concluindo, verificou-se que a metodologia foi eficaz na análise dos dados de IDEB para os 141 municípios do estado de Mato Grosso, no corte temporal escolhido. A metodologia se mostrou densa e eficiente em mostrar a evolução do comportamento educacional, baseado em dados de IDEB, para os anos iniciais e também para os anos finais do ensino fundamental do estado. Em adição a isso, foi possível determinar a dinâmica/distribuição espacializada de desempenho educacional para os municípios do estado de Mato Grosso. Logo, qualquer ação estatal poderia levar em consideração tais informações e agir em acordo com a dinâmica identificada.

Por fim, cabe dizer que, o ganho conceitual, a experiência da pesquisa e a satisfação pela descoberta do novo, ao contrário das variáveis medidas neste trabalho, são incomensuráveis.

5.2 Recomendações

Em virtude do ganho de experiência gerado pela execução da pesquisa, vislumbram-se novas possibilidades e se recomenda o seguinte:

- Efetuadas as análises para os anos iniciais e para os anos finais poder-se-ia efetuar análises estatísticas no sentido de se verificar e quantificar os impactos dos anos iniciais nos anos finais.
- Poder-se-ia fazer as avaliações de impacto dos anos iniciais sobre os anos finais considerando-se as disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa em separado.
- Para fins de comparação com os resultados relativos à análise de aglomerados, poder-se-ia construir novos grupos, tanto para os anos iniciais, quanto para os anos finais, buscando avaliar se estes novos grupos estariam em acordo com as hipóteses de desenvolvimento lançadas neste trabalho.
- Dado o caráter geral da metodologia aqui apresentada, poder-se-ia replicar a pesquisa para outro(s) estado(s) da Federação. E mais, o mesmo poderia ser feito considerando-se os desempenhos estaduais em âmbito nacional.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. A. **Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis)**. 2005. 62f. Dissertação de Mestrado em Biometria da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, 2005.

AMARAL, M. N. de C. P. **Ninguém ensina ninguém: aprende-se**. São Paulo: Edusp, Fapesp, 2008.

BARTLETT, M. S. Multivariate analysis. In: **Journal of the Royal Statistical Society Series B**. London, V.9, 1947. p. 176-197.

BERNARDES, J. A. Dimensões da ação e novas territorialidades no cerrado brasileiro: pistas para uma análise teórica. In: **Revista NERA** – Vol. 10, n. 10, 2007. Disponível em: <<http://reformaagrariaemdados.org.br/sites/default/files/1419-4097-1-PB.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

BERRY, M. J. A.; LINO, G. **Mastering data mining**. 1 ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

_____. **Data mining techniques for: marketing sales and customer support**. 2ª ed. New York: John Wiley & Sons, 1977.

BONAMINO, A. **Tempos de avaliação educacional**. Rio de Janeiro: Quartet, 2002.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília DF: Senado, 1988.

_____. **Escala Atual - Anresc (Prova Brasil) / Aneb**. 2013. Disponível em: <<http://provabrasil.inep.gov.br/escalas-de-proficiencia>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

_____. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)**. Série Documental. Texto para Discussão; 26. Brasília, DF, 2007.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

_____. **Matrizes de Referência da Anresc (Prova Brasil) / Aneb**. 2001. Disponível em: <<http://provabrasil.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/matrizes-e-escalas>>. Acesso em 03 fev. 2017.

_____. **Nota Técnica: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – Ideb**. Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/porta_l_ideb/o_que_e_o_ideb/Nota_Tecnica_n1_concepcaoIDEB.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2017.

_____. **Resumo Técnico:** Resultados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica 2005-2015. MEC, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/portal-ideb>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

BROOKE, N; SOARES, J. F. (Orgs). **Pesquisa em eficácia escolar: origens e trajetórias.** Tradução: Viamundi Idiomas e Traduções: Cleusa Aguiar Brooke: Rômulo Monte-Alto. Belo Horizonte: Editora UFDMG, 2008.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. **Introdução à análise de agrupamentos.** São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. p. 105.

BUSSAB, W; MORETTIN, P.A. **Estatística Básica.** 6 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

CASELLA, G; BERGER, R. L. **Statistical Inference.** 2nd ed. Australia: Thomson Learning, 2002.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics.** 3rd ed. New York: Wiley, 1999.

CRAWLEY, M. J. **The R book.** 1 ed. Chichester: Wiley & Sons, 2007.

CRUZ, C. D; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2 ed. Viçosa: UFV, 1994. p. 390.

CRUZ, C. D; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 620.

DE GROOT, MORRIS H. **Probability and statistics.** 2nd ed. Massachusetts: Addison Wesley, 1986.

DEPRESBITERIS, L. **O desafio da avaliação da aprendizagem: dos fundamentos a uma proposta inovadora.** São Paulo: EPU, 1989.

DIAS SOBRINHO, José. **Universidade e Avaliação: entre a ética e o mercado.** Florianópolis: Insular, 2002.

_____. **Avaliação: políticas educacionais e reformas da educação superior.** São Paulo: Editora Cortez, 2003.

DINIZ, C. A.; LOUZADA NETO. F. Data mining: uma introdução. Associação Brasileira de Estatística. In: **14º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística (SINAPE).** Caxambu, 2000. 122p.

ENDERS, W. **Applied Econometric Times Series.** Wiley Series in Probability and Statistics. Hoboken, NJ: Wiley, 2009.

EVERITT, B. **Cluster Analysis.** 2 ed. Adershot, Inglaterra: Gower Publishing, 1980.

EVERITT, B.; HOTHOR, B. **An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R. Use R.** New York: Springer, 2011.

FERNANDES, R. **Índice de desenvolvimento da Educação Básica**. Brasília: Inep, 26 p. 2007.

_____. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)**. 2007. Disponível em: <http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B9C976990-7D8D-4610-AA7CFF0B82DBAE97%7D_Texto_para_discussão26.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2017.

FERREIRA, Aurélio B. de Hollanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FERREIRA, F. D. **Estatística multivariada**. 2 ed. Revista Ampliada. Lavras: Editora UFLA, 2011.662p.

FONSECA, M. O Banco Mundial como referência para a justiça social no terceiro mundo: evidências do caso brasileiro. In: **Revista da faculdade de educação da USP**. São Paulo, Vol. 24, n. 1, p. 37-69, 1998.

FREITAS, Luiz Carlos. **Crítica da Organização do Trabalho pedagógico e da LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. São Paulo: Saraiva, 1995.

GORDON, A. D. **Classification: Monographs on Applied Probability and Statistics**. 2nd. London: Chapman and Hall, 1981.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. In: **Biometrics**. Journal Info. Vol.27, n.4 p.857-871, 1971.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative Plant Ecology**. Berkeley: University of California Press, 1983.

HAIR, J. F. Jr; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E. **Multivariate Data Analysis**. 7th ed. Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, 2009.

HAND, D. J. Data mining: statistics and more? In: **The American Statistician**, Vol. 52, n. 2, p.112-118, 1998.

HOTHORN, T.; EVERITT, B.S. **A Handbook of Statistical Analyses using R**, 3rd. New York: Chapman&Hall/CRC, 2010.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey, USA: Englewood Cliffs, 1992.

JÚNIOR, O. A. C.; BOAVENTURA, G. R.; MARTINS, E. S.; PEREIRA, F. J.; BRITO, V. E. B.; BISPO, R. S. Caracterização por análise de grupos de assinaturas geoquímicas naturais de águas superficiais da bacia do Taquara-DF. In: **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto: Vol. 51, n.4, 1988. p. 47-50.

KASSAMBARA, A. **Practical Guide to Cluster Analysis in R: Unsupervised Machine Learning**. STHDA. 2007.

KLOKE, J; MCKEAN, J, W. **Nonparametric Statistical Method Using R**. USA: Chapman & Hall Book, 2014.

KRUSKAL, W. H. A nonparametric test for the several sample problem. In: **Annals of Mathematical Statistics**, Ann Arbor, Vol.23, n.4, p.525-540, 1952.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks on one-criterion variance analysis. In: **Journal of the American Statistical Association**. New York, Vol.48, n.260, p. 907-911, 1952.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEHMANN, E. L. **Nonparametrics: statistical methods based on ranks**. San Francisco: Holden-Day, 1975.

LIBÂNEO, J. C. **A avaliação escolar**. São Paulo: Cortez, 1994. P. 195-220.

MAECHLER, M. **“Finding Groups in Data”**: Cluster Analysis Extended Rousseuw et al. Package “cluster”. 2017.

MAHALANOBIS, P. C. On the generalized distance in statistics. In: **Proceedings of The National Institute of Sciences of India**, Vol.12, p.49-55, 1936.

MANLY, B. F. J. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução** (tradução Sara Ianda Carmaona). 3ed. Porto Alegre: Bookman, p. 229. 2008.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. In: **Cancer Research**. Vol.27, n.2, p.209-220, 1967.

MARTINS, A. M. **A descentralização como eixo das reformas do ensino: uma discussão da literatura**. Educação & Sociedade. Revista de Ciência da Educação: CEDES, n. 77, ano XXII, p. 28-48, dez. 2001.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Educação. **Escola Ciclada de Mato Grosso: Novos tempos e espaço para ensinar-aprender a sentir, ser e fazer**. Cuiabá: Seduc. 2000.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Fazenda do Mato Grosso. **Lei Complementar nº 49, de 1º de outubro de 1998**. Dispõe sobre a instituição do Sistema Estadual de Ensino de Mato Grosso e dá outras providências. Disponível em: <<http://app1.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/LeiComplEstadual.nsf/9733a1d3f5bb1ab384256710004d4754/5fc1d9aa762b88eb042567c1006acee8?OpenDocument>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

MAXIMILIANO, A. S. **Partição de Grupos e Validação da Análise de Agrupamento para Equipamentos de Fiscalização Eletrônica de Trânsito**. 2008. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Estatística – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

McGARIDA, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate statistics for wildlife and ecology research**. New York: Springer Verlag, 2000.

MELLO e SOUZA, A. de. **Dimensões da Avaliação Educacional**. Petrópolis: Editora Vozes, 2005.

MILLIGAN, G. W.; COOPER, M. C. Na examination of procedures for determining the number of cluster in a data set. In: *Psychometrika*, Local: Colombus. Vol.50, n.2, p.159-179, 1985.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. 1 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MOJENA, R. Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. In: **Computer Journal**. Vol.20, n. 2, p.359-363, 1977.

MORETTIN, P. A; TOLOI C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher (ABE – Projeto Fiser), 2006.

_____. **Modelos para a previsão de séries temporais**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora IMPA, 1981.

NETO, João Luiz Horta. Um olhar retrospectivo sobre a avaliação externa no Brasil: das primeiras medições em educação até o SAEB de 2005. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.º 42/5, 25 abr. 2007. Disponível em: <<http://rieoei.org/1533.htm>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

PERKONS S.A. **SmartPK**. Disponível em:<<http://www.perkons.com.br/pt/produtos-e-sistemas-detalhes/14/lombada-eletronica>>. Acesso em: 26 jul. 2016.

PERRENOUD, P. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

PFAFF, B. **Analysis of integrated and cointegrated time series with R**. Second edition. New York: Springer, 2008.

PIELOU, E. C. **The interpretation of Ecological Data**. Nova York: Willy/Interscience, 1984.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 14 ed. Piracicaba: Edição do autor, p. 477. 2000.

PRENTICE, I. C. Multidimensional scalling as a research tool in Quaternary palynology: a review of theory and methods. In: **Review of Paleobotany & Palynology**. Vol. 31, n.2, p.71-104, 1980.

PUNJ, G.; STEWART, D. W. Cluster analysis in market research: review and suggestions for application. In: **Journal of Marketing Research**, Vol.20, n. 10, p.134-148, 1983.

QEDU Academia. **Aprendizado Adequado**. Disponível em: <<http://academia.qedu.org.br/prova-brasil/aprendizado-adequado/>>. Acesso em: 29 jan. 2017.

R Development Core Team. **R. A Language and Environment for Statistical Computing R Foundation for Statistical Computing**. Viena, Austria, 2005. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

ROSEMBURG, H. C. **Cluster analysis for researchers**. 1 ed. California, EUA: Lifetime Learning, p. 334, 1984.

ROUSSEEUW, P. J. Silhouettes: A graphical and to the interpretation and validation of cluster analysis. In: **J. Comput. Appl. Math**, 20, 53-65. 1987.

RUSPINI, H. R. Numerical method for fuzzy clustering. *Information Sciences*, 2, 310-350. 1970.

SCOTT, A. J.; SYMONS, M. J. Clustering methods based on likelihood ratio criteria. In: **Biometrics**, Vol.27, n.2, p.349-387, 1971.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). In: *Biometrika*, Vol. 52, n.3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, A. R. **Métodos de agrupamento: avaliação e aplicação ao estudo de divergência genética em acessos de alho**. Dissertação de Mestrado em Biometria da Universidade Federal de Viçosa (UFV): Vicososa, 67f. 2012.

_____. **Métodos de análise multivariada em R**. Piracicaba: FEALQ, 2016.

SILVA, A. R. **Tools for biometry and applied statistics in agricultural science. R package version 3.0**. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=biotolls>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

SNEATH, P. H. A. **The application of computers to taxonomy**. *J. Gen. Microbiol*, 1957.

SNEATH, D. H.; SOKAL, R. R. **Numerical Taxonomy**. Gordonsville, Virginia: W. H. Freeman & Co, 1973.

SOUSA, S. Z. L. Avaliação da aprendizagem nas pesquisas no Brasil de 1930 a 1980. In: **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo: n. 94, p. 43-49, 1995.

SPEECE, D. L.; McKINNEY, J. D.; APPELBAUM, M. I. Classification of behaviour subtypes of learning-disabled children. In: **Journal of Education Psychology**, Vol.77, n.1, p.67-77, 1985.

TIMM, N. H. **Applied Multivariate analysis**. New York: Springer Verlag, 2002.

TUKEY, J. M. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*. Washington, v.5, n.2, p.99-114, 1949.

TYLER, R.W. **Basic principles of curriculum and insmction**. Chicago, University of Chicago Press. 1949. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/es/artigos/163.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

VALE, M. M. **Agrupamentos de dados: Avaliação de Métodos e Desenvolvimento de Aplicativo para Análise de Grupos.** 2005. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

VASCONCELLOS, Celso S. **Planejamento: projeto de ensino-aprendizagem e político-pedagógico.** São Paulo: Libertad, 2002.

VIEIRA, S. **Análise de Variância: ANOVA.** 1ª ed. Editora Atlas: São Paulo. 2006.

WARD, J. Hierarchical grouping to optimize na objective function. **Journal of American Statistical Association**, Vol.58, n.2, p.236-244, 1963.

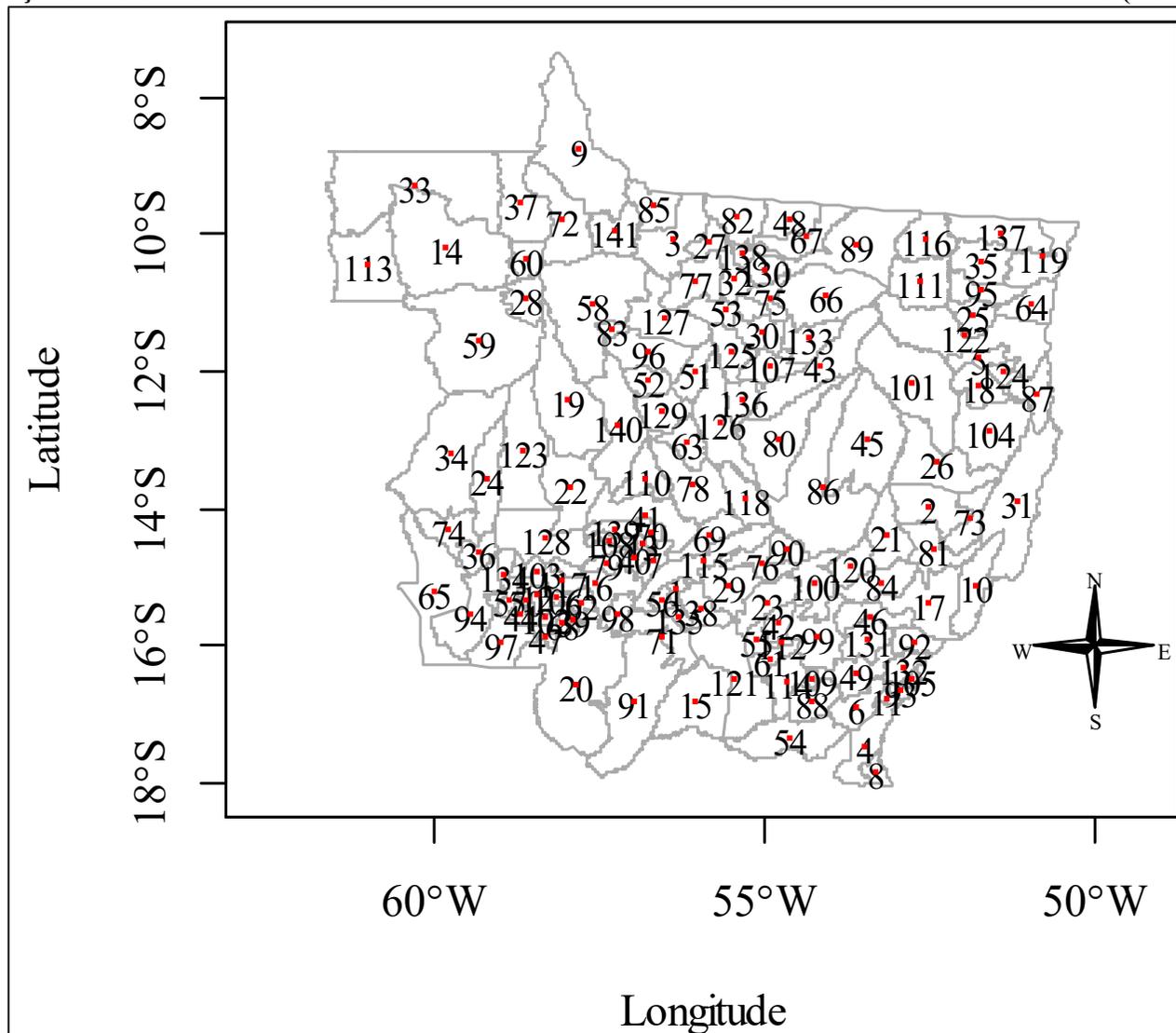
WERNER, L.; LINDEN, J. C. S. V.; RIBEIRO, J. L. D. **Análise da percepção sobre assentos de trabalho utilizando técnicas estatísticas multivariadas.** Produção, 13, 3, p.34-49, 2003.

APÊNDICES

**MAPA DO ESTADO DE MATO GROSSO
E**

LISTA DE POSICIONAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

APÊNDICE A - DISPOSIÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE MATO GROSSO E SEUS CENTROIDES (PONTOS EM VERMELHO).



Fonte: O autor.

APÊNDICE B - LISTA DE POSICIONAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS.

Os números que identificam os centroides em vermelho de cada um dos 141 municípios do Estado de Mato Grosso estão especificados na tabela abaixo.

Identificação dos municípios do Estado de Mato Grosso: Identificador (ID), Município e coordenadas.

ID	MUNICÍPIOS	LATITUDE	LONGITUDE
1	ACORIZAL	-15,1780034	-56,3191040
2	AGUA BOA	-13,9772586	-52,4991642
3	ALTA FLORESTA	-10,0554855	-56,3666902
4	ALTO ARAGUAIA	-17,4435521	-53,4683750
5	ALTO BOA VISTA	-11,8102195	-51,7491632
6	ALTO GARCAS	-16,8790308	-53,5829337
7	ALTO PARAGUAI	-14,7590167	-56,6602979
8	ALTO TAQUARI	-17,8265007	-53,2998191
9	APIACAS	-8,7536874	-57,8271586
10	ARAGUAIANA	-15,1269448	-51,8047483
11	ARAGUAINHA	-16,7483151	-53,1208544
12	ARAPUTANGA	-15,2557762	-58,4582578
13	AREANAPOLIS	-14,5057693	-56,8594909
14	ARIPUANA	-10,1876098	-59,8393010
15	BARAO DE MELGACO	-16,8201459	-56,0317405
16	BARRA DO BUGRES	-15,0909443	-57,4302899
17	BARRA DO GARCAS	-15,3616590	-52,4976025
18	BOM JESUS DO ARAGUAIA	-12,2165828	-51,7399327
19	BRASNORTE	-12,4219166	-57,9988284
20	CACERES	-16,5387047	-57,8386526
21	CAMPINAPOLIS	-14,3741181	-53,1288822
22	CAMPO NOVO DO PARECIS	-13,6879209	-57,9295457
23	CAMPO VERDE	-15,3482768	-54,9611493
24	CAMPOS DEJULIO	-13,5793570	-59,1913834
25	CANABRAVA DO NORTE	-11,2003019	-51,8228132
26	CANARANA	-13,3308990	-52,3970892
27	CARLINDA	-10,1051996	-55,8306507
28	CASTANHEIRA	-10,9542923	-58,6075885
29	CHAPADA DOS GUIMARAES	-15,1112295	-55,5402822
30	CLAUDIA	-11,4475274	-55,0487390

31	COCALINHO	-13,8691832	-51,1475533
32	COLIDER	-10,6304627	-55,4686233
33	COLNIZA	-9,2919363	-60,3045237
34	COMODORO	-13,1915191	-59,7527392
35	CONFRESA	-10,4032604	-51,6980955
36	CONQUISTA DOESTE	-14,6361937	-59,3315305
37	COTRIGUACU	-9,5402997	-58,6782298
38	CUIABA	-15,4488917	-55,9389986
39	CURVELANDIA	-15,6154886	-57,8775900
40	DENISE	-14,7249461	-56,9629374
41	DIAMANTINO	-14,0955575	-56,7979631
42	DOM AQUINO	-15,6579833	-54,7723822
43	FELIZ NATAL	-11,9175365	-54,1667968
44	FIGUEIROPOLIS DOESTE	-15,5264952	-58,7042057
45	GAUCHA DO NORTE	-12,9964834	-53,4550768
46	GENERAL CARNEIRO	-15,5586829	-53,3931171
47	GLORIA DOESTE	-15,8404315	-58,3212377
48	GUARANTA DO NORTE	-9,7761004	-54,6178055
49	GUIRATINGA	-16,3837231	-53,5894655
50	INDIAVAI	-15,3333647	-58,5995997
51	IPIRANGA DO NORTE	-12,0133841	-56,0559769
52	ITANHANGA	-12,1396099	-56,7550034
53	ITAUBA	-11,1107749	-55,5905514
54	ITIQUIRA	-17,3335084	-54,6028411
55	JACIARA	-15,9042514	-55,1096462
56	JANGADA	-15,3305072	-56,5499599
57	JAURU	-15,3095761	-58,8658608
58	JUARA	-11,0239209	-57,6184844
59	JUINA	-11,5337471	-59,3298265
60	JURUENA	-10,3630775	-58,5916015
61	JUSCIMEIRA	-16,1816443	-54,9002039
62	LAMBARI DOESTE	-15,3746899	-57,7834119
63	LUCAS DO RIO VERDE	-13,0376248	-56,1652924
64	LUCIARA	-11,0141454	-50,9429929
65	VILA BELA DA SANTISSIMA TRINDADE	-15,1894965	-59,9900702
66	MARCELANDIA	-10,8856654	-54,0529905
67	MATUPA	-10,0153859	-54,3549728
68	MIRASSOL DOESTE	-15,6550199	-58,0549912
69	NOBRES	-14,3809970	-55,8117844
70	NORTELANDIA	-14,3479803	-56,7195371

71	NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO	-15,8405518	-56,5305699
72	NOVA BANDEIRANTES	-9,7666834	-58,0779229
73	NOVA NAZARE	-14,1558116	-51,8894337
74	NOVA LACERDA	-14,3033612	-59,7704560
75	NOVA SANTA HELENA	-10,9202819	-54,9062716
76	NOVA BRASILANDIA	-14,7874141	-55,0458093
77	NOVA CANAA DO NORTE	-10,7001992	-56,0415981
78	NOVA MUTUM	-13,6306280	-56,1035794
79	NOVA OLIMPIA	-14,7836736	-57,4013740
80	NOVA UBIRATA	-12,9910808	-54,7660784
81	NOVA XAVANTINA	-14,5972549	-52,4106635
82	NOVO MUNDO	-9,7511444	-55,4034713
83	NOVO HORIZONTE DO NORTE	-11,3843814	-57,3076825
84	NOVO SÃO JOAQUIM	-15,0789217	-53,2410234
85	PARANAITA	-9,5933084	-56,6819442
86	PARANATINGA	-13,6773540	-54,1090903
87	NOVO SANTO ANTONIO	-12,3149558	-50,8880780
88	PEDRA PRETA	-16,7998850	-54,2564882
89	PEIXOTO DE AZEVEDO	-10,1472782	-53,5864341
90	PLANALTO DA SERRA	-14,5907073	-54,6723251
91	POCONE	-16,7841443	-56,9484201
92	PONTAL DO ARAGUAIA	-15,9319746	-52,7201150
93	PONTE BRANCA	-16,6598609	-52,9330164
94	PONTES E LACERDA	-15,5177457	-59,4590302
95	PORTO ALEGRE DO NORTE	-10,8246563	-51,7140445
96	PORTO DOS GAUCHOS	-11,7302714	-56,7453194
97	PORTO ESPERIDIAO	-15,9573518	-58,9816258
98	PORTO ESTRELA	-15,5240281	-57,2139641
99	POXOREO	-15,8533033	-54,1830914
100	PRIMAVERA DO LESTE	-15,0987768	-54,2201490
101	QUERENCIA	-12,1582159	-52,7431946
102	SAO JOSE DOS QUATRO MARCOS	-15,5666424	-58,2971661
103	RESERVA DO CABACAL	-14,9294690	-58,4586460
104	RIBEIRAO CASCALHEIRA	-12,8738405	-51,5685350
105	RIBEIRAOZINHO	-16,4939364	-52,7602185
106	RIO BRANCO	-15,2702114	-58,1539515
107	SANTA CARMEM	-11,9353868	-54,9029827
108	SANTO AFONSO	-14,4509148	-57,3442204
109	SAO JOSE DO POVO	-16,4627724	-54,2746450
110	SAO JOSE DO RIO CLARO	-13,5511211	-56,8073435

111	SAO JOSE DO XINGU	-10,6960605	-52,6175658
112	SAO PEDRO DA CIPA	-15,9545489	-54,7386091
113	RONDOLANDIA	-10,4625003	-61,0100584
114	RONDONOPOLIS	-16,5203111	-54,6684658
115	ROSARIO OESTE	-14,7687956	-55,9367371
116	SANTA CRUZ DO XINGU	-10,0653330	-52,5436280
117	SALTO DO CEU	-15,0509885	-58,0500397
118	SANTA RITA DO TRIVELATO	-13,8323282	-55,2945033
119	SANTA TEREZINHA	-10,3335459	-50,7927712
120	SANTO ANTONIO DO LESTE	-14,8191900	-53,6710050
121	SANTO ANTONIO DO LEVERGER	-16,4568989	-55,4397674
122	SAO FELIX DO ARAGUAIA	-11,4536287	-51,9685198
123	SAPEZAL	-13,1543688	-58,6523480
124	SERRA NOVA DOURADA	-12,0219667	-51,3617865
125	SINOP	-11,7117152	-55,5001499
126	SORRISO	-12,7418432	-55,6773413
127	TABAPORA	-11,2083239	-56,4945883
128	TANGARA DA SERRA	-14,4235062	-58,3176943
129	TAPURAH	-12,5690990	-56,5312246
130	TERRA NOVA DO NORTE	-10,5070349	-54,9778553
131	TESOURO	-15,9072657	-53,4543580
132	TORIXOREU	-16,2945403	-52,8897116
133	UNIAO DO SUL	-11,5269160	-54,3158975
134	VALE DE SAO DOMINGOS	-14,9758139	-58,9636930
135	VARZEA GRANDE	-15,5649272	-56,2824337
136	VERA	-12,4217764	-55,3458206
137	VILA RICA	-9,9805454	-51,4046606
138	NOVA GUARITA	-10,2919704	-55,3394048
139	NOVA MARILANDIA	-14,2891018	-57,2629296
140	NOVA MARINGA	-12,7830718	-57,2198232
141	NOVA MONTE VERDE	-9,9655791	-57,2501981

Fonte: Obtido do IBGE, do mapa (*shapefile*) – SIRGAS 2000.

ANEXOS

ANEXO A – MATRIZES DE REFERÊNCIA DE MATEMÁTICA.

Matriz do 5º Ano do Ensino Fundamental

Descritores do Tema I. Espaço e Forma

D1 – Identificar a localização/movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas.

D2 – Identificar propriedades comuns e diferenças entre poliedros e corpos redondos, relacionando figuras tridimensionais com suas planificações.

D3 – Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais pelo número de lados, pelos tipos de ângulos.

D4 – Identificar quadriláteros observando as relações entre seus lados (paralelos, congruentes, perpendiculares).

D5 – Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e /ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.

Descritores do Tema II. Grandezas e Medidas

D6 – Estimar a medida de grandezas utilizando unidades de medida convencionais ou não.

D7 – Resolver problemas significativos utilizando unidades de medida padronizadas como km/m/cm/mm, kg/g/mg, l/ml.

D8 – Estabelecer relações entre unidades de medida de tempo.

D9 – Estabelecer relações entre o horário de início e término e /ou o intervalo da duração de um evento ou acontecimento.

D10 – Num problema, estabelecer trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores.

D11 – Resolver problema envolvendo o cálculo do perímetro de figuras planas, desenhadas em malhas quadriculadas.

D12 – Resolver problema envolvendo o cálculo ou estimativa de áreas de figuras planas, desenhadas em malhas quadriculadas.

Descritores do Tema III. Números e Operações /Álgebra e Funções

D13 – Reconhecer e utilizar características do sistema de numeração decimal, tais como agrupamentos e trocas na base 10 e princípio do valor posicional.

D14 – Identificar a localização de números naturais na reta numérica.

D15 – Reconhecer a decomposição de números naturais nas suas diversas ordens.

D16 – Reconhecer a composição e a decomposição de números naturais em sua forma polinomial.

D17 – Calcular o resultado de uma adição ou subtração de números naturais.

D18 – Calcular o resultado de uma multiplicação ou divisão de números naturais.

D19 - Resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da adição ou subtração: juntar, alteração de um estado inicial (positiva ou negativa), comparação e mais de uma transformação (positiva ou negativa).

D20 – Resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados da multiplicação ou divisão: multiplicação comparativa, ideia de proporcionalidade, configuração retangular e combinatória.

D21 – Identificar diferentes representações de um mesmo número racional.

D22 – Identificar a localização de números racionais representados na forma decimal na reta numérica.

D23 – Resolver problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.

D24 – Identificar fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.

D25 – Resolver problema com números racionais expressos na forma decimal envolvendo diferentes significados da adição ou subtração.

D26 – Resolver problema envolvendo noções de porcentagem (25%, 50%, 100%).

Descritores do Tema IV. Tratamento da Informação

D27 – Ler informações e dados apresentados em tabelas.

D28 – Ler informações e dados apresentados em gráficos (particularmente em gráficos de colunas).

Matriz do 9º Ano do Ensino Fundamental

Descritores do Tema I. Espaço e Forma

D1 – Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.

D2 – Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais e tridimensionais, relacionando-as com suas planificações.

D3 – Identificar propriedades de triângulos pela comparação de medidas de lados e ângulos.

D4 – Identificar relação entre quadriláteros, por meio de suas propriedades.

D5 – Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.

D6 – Reconhecer ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não retos.

D7 – Reconhecer que as imagens de uma figura construída por uma transformação homotética são semelhantes, identificando propriedades e/ou medidas que se modificam ou não se alteram.

D8 – Resolver problema utilizando a propriedade dos polígonos (soma de seus ângulos internos, número de diagonais, cálculo da medida de cada ângulo interno nos polígonos regulares).

D9 – Interpretar informações apresentadas por meio de coordenadas cartesianas.

D10 – Utilizar relações métricas do triângulo retângulo para resolver problemas significativos.

D11 – Reconhecer círculo/circunferência, seus elementos e algumas de suas relações.

Descritores do Tema II. Grandezas e Medidas

D12 – Resolver problema envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas.

D13 – Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.

D14 – Resolver problema envolvendo noções de volume.

D15 – Resolver problema envolvendo relações entre diferentes unidades de medida.

Descritores do Tema III. Números e Operações /Álgebra e Funções

D16 – Identificar a localização de números inteiros na reta numérica.

D17 – Identificar a localização de números racionais na reta numérica.

D18 – Efetuar cálculos com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).

D19 – Resolver problema com números naturais envolvendo diferentes significados das operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).

D20 – Resolver problema com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).

- D21 – Reconhecer as diferentes representações de um número racional.
- D22 – Identificar fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.
- D23 – Identificar frações equivalentes.
- D24 – Reconhecer as representações decimais dos números racionais como uma extensão do sistema de numeração decimal identificando a existência de “ordens” como décimos, centésimos e milésimos.
- D25 – Efetuar cálculos que envolvam operações com números racionais (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
- D26 – Resolver problema com números racionais que envolvam as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão e potenciação).
- D27 – Efetuar cálculos simples com valores aproximados de radicais.
- D28 – Resolver problema que envolva porcentagem.
- D29 – Resolver problema que envolva variações proporcionais, diretas ou inversas entre grandezas.
- D30 – Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica.
- D31 – Resolver problema que envolva equação de segundo grau.
- D32 – Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em sequências de números ou figuras (padrões).
- D33 – Identificar uma equação ou uma inequação de primeiro grau que expressa um problema.
- D34 – Identificar um sistema de equações do primeiro grau que expressa um problema.
- D35 – Identificar a relação entre as representações algébrica e geométrica de um sistema de equações de primeiro grau.

Descritores do Tema IV. Tratamento da Informação

- D36 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.
- D37 – Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa.

Matriz do 3º Ano do Ensino Médio

Descritores do Tema I. Espaço e Forma

- Identificar figuras semelhantes mediante o reconhecimento de relações de proporcionalidade.
- D2 – Reconhecer aplicações das relações métricas do triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais.
- D3 – Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com suas planificações ou vistas.
- D4 – Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema.
- D5 – Resolver problema que envolva razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente).
- D6 – Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.
- D7 – Interpretar geometricamente os coeficientes da equação de uma reta.
- D8 – Identificar a equação de uma reta apresentada a partir de dois pontos dados ou de um ponto e sua inclinação.
- D9 – Relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas.
- D10 – Reconhecer entre as equações de 2º grau com duas incógnitas, as que representam circunferências.

Descritores do Tema II. Grandezas e Medidas

D11 – Resolver problema envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas.

D12 – Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.

D13 – Resolver problema envolvendo a área total e/ou volume de um sólido (prisma, pirâmide, cilindro, cone, esfera).

Descritores do Tema III. Números e Operações /Álgebra e Funções

D14 – Identificar a localização de números reais na reta numérica.

D15 – Resolver problema que envolva variações proporcionais, diretas ou inversas entre grandezas.

D16 – Resolver problema que envolva porcentagem.

D17 – Resolver problema que envolva equação de segundo grau.

D18 – Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela.

D19 – Resolver problema envolvendo uma função de primeiro grau.

D20 – Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos.

D21 – Identificar o gráfico que representa uma situação descrita em um texto.

D22 – Resolver problema envolvendo PA/PG dada a fórmula do termo geral.

D23 – Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de primeiro grau por meio de seus coeficientes.

D24 – Reconhecer a representação algébrica de uma função do primeiro grau, dado o seu gráfico.

D25 – Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo no gráfico de uma função polinomial do segundo grau.

D26 – Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do primeiro grau.

D27 – Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial.

D28 – Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função logarítmica reconhecendo a como inversa da função exponencial.

D29 – Resolver problema que envolva função exponencial.

D30 – Identificar gráficos de funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente) reconhecendo suas propriedades.

D31 – Determinar a solução de um sistema linear associando-o a uma matriz.

D32 – Resolver o problema de contagem utilizando o princípio multiplicativo ou noções de permutação simples e/ou combinação simples.

D33 – Calcular a probabilidade de um evento.

Descritores do Tema IV. Tratamento da Informação

D34 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

D35 – Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa.

Fonte: BRASIL (2001a).

ANEXO B – MATRIZES DE REFERÊNCIA DE LÍNGUA PORTUGUESA.

Matriz do 5º Ano do Ensino Fundamental

Descritores do Tópico I. Procedimentos de Leitura

- D1 – Localizar informações explícitas em um texto.
- D3 – Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.
- D4 – Inferir uma informação implícita em um texto.
- D6 – Identificar o tema de um texto.
- D11 – Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato.

Descritores do Tópico II. Implicações do Suporte, do Gênero e /ou do Enunciador na Compreensão do Texto

- D5 – Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinhos, foto, etc.).
- D9 – Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.

Descritores do Tópico III. Relação entre Textos

- D15 – Reconhecer diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que ele foi produzido e daquelas em que será recebido.

Descritores do Tópico IV. Coerência e Coesão no Processamento do Texto

- D2 – Estabelecer relações entre partes de um texto, identificando repetições ou substituições que contribuem para a continuidade de um texto.
- D7 – Identificar o conflito gerador do enredo e os elementos que constroem a narrativa.
- D8 – Estabelecer relação causa /consequência entre partes e elementos do texto.
- D12 – Estabelecer relações lógico-discursivas presentes no texto, marcadas por conjunções, advérbios, etc.

Descritores do Tópico V. Relações entre Recursos Expressivos e Efeitos de Sentido

- D13 – Identificar efeitos de ironia ou humor em textos variados.
- D14 - Identificar o efeito de sentido decorrente do uso da pontuação e de outras notações.

Descritores do Tópico VI. Variação Linguística

- D10 – Identificar as marcas linguísticas que evidenciam o locutor e o interlocutor de um texto.

Matriz do 9º Ano do Ensino Fundamental

Descritores do Tópico I. Procedimentos de Leitura

- D1 – Localizar informações explícitas em um texto.
- D3 – Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.
- D4 – Inferir uma informação implícita em um texto.
- D6 – Identificar o tema de um texto.
- D14 – Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato.

Descritores do Tópico II. Implicações do Suporte, do Gênero e /ou do Enunciador na Compreensão do Texto.

D5 – Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinhos, foto, etc.).

D12 – Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.

Descritores do Tópico III. Relação entre Textos

D20 – Reconhecer diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que ele foi produzido e daquelas em que será recebido.

D21 – Reconhecer posições distintas entre duas ou mais opiniões relativas ao mesmo fato ou ao mesmo tema.

Descritores do Tópico IV. Coerência e Coesão no Processamento do Texto

D2 – Estabelecer relações entre partes de um texto, identificando repetições ou substituições que contribuem para a continuidade de um texto.

D7 – Identificar a tese de um texto.

D8 – Estabelecer relação entre a tese e os argumentos oferecidos para sustentá-la.

D9 – Diferenciar as partes principais das secundárias em um texto.

D10 – Identificar o conflito gerador do enredo e os elementos que constroem a narrativa.

D11 – Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto.

D15 – Estabelecer relações lógico-discursivas presentes no texto, marcadas por conjunções, advérbios, etc.

Descritores do Tópico V. Relações entre Recursos Expressivos e Efeitos de Sentido.

D16 – Identificar efeitos de ironia ou humor em textos variados.

D17 – Reconhecer o efeito de sentido decorrente do uso da pontuação e de outras notações.

D18 – Reconhecer o efeito de sentido decorrente da escolha de uma determinada palavra ou expressão.

D19 – Reconhecer o efeito de sentido decorrente da exploração de recursos ortográficos e/ou morfosintáticos.

Descritores do Tópico VI. Variação Linguística

D13 – Identificar as marcas linguísticas que evidenciam o locutor e o interlocutor de um texto.

Matriz do 3º Ano do Ensino Médio

Descritores do Tópico I. Procedimentos de Leitura

D1 – Localizar informações explícitas em um texto.

D3 – Inferir o sentido de uma palavra ou expressão.

D4 – Inferir uma informação implícita em um texto.

D6 – Identificar o tema de um texto.

D14 – Distinguir um fato da opinião relativa a esse fato.

Descritores do Tópico II. Implicações do Suporte, do Gênero e /ou do Enunciador na Compreensão do Texto.

D5 – Interpretar texto com auxílio de material gráfico diverso (propagandas, quadrinhos, foto, etc.).

D12 – Identificar a finalidade de textos de diferentes gêneros.

Descritores do Tópico III. Relação entre Textos

D20 – Reconhecer diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que ele foi produzido e daquelas em que será recebido.

D21 – Reconhecer posições distintas entre duas ou mais opiniões relativas ao mesmo fato ou ao mesmo tema.

Descritores do Tópico IV. Coerência e Coesão no Processamento do Texto

D2 – Estabelecer relações entre partes de um texto, identificando repetições ou substituições que contribuem para a continuidade de um texto.

D7 – Identificar a tese de um texto.

D8 – Estabelecer relação entre a tese e os argumentos oferecidos para sustentá-la.

D9 – Diferenciar as partes principais das secundárias em um texto.

D10 – Identificar o conflito gerador do enredo e os elementos que constroem a narrativa.

D11 – Estabelecer relação causa/consequência entre partes e elementos do texto.

D15 – Estabelecer relações lógico-discursivas presentes no texto, marcadas por conjunções, advérbios, etc.

Descritores do Tópico V. Relações entre Recursos Expressivos e Efeitos de Sentido.

D16 – Identificar efeitos de ironia ou humor em textos variados.

D17 - Reconhecer o efeito de sentido decorrente do uso da pontuação e de outras notações.

D18 – Reconhecer o efeito de sentido decorrente da escolha de uma determinada palavra ou expressão.

D19 – Reconhecer o efeito de sentido decorrente da exploração de recursos ortográficos e/ou morfosintáticos.

Descritores do Tópico VI. Variação Linguística

D13 – Identificar as marcas linguísticas que evidenciam o locutor e o interlocutor de um texto.

Fonte: BRASIL (2001b).

ANEXO C – ESCALA DE PROFICIÊNCIA DO ENSINO FUNDAMENTAL.

Escala de proficiência de Língua Portuguesa – 5º ano

(continua)

LÍNGUA PORTUGUESA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Até Nível 1: 0-150	Neste nível, foram agrupados os alunos que obtiveram proficiência inferior a 150.
Nível 2: 150-175	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar informação explícita em contos. • Identificar o assunto principal e a personagem principal em reportagens e em fábulas. • Reconhecer a finalidade de receitas, manuais e regulamentos. • Inferir características de personagem em fábulas. • Interpretar linguagem verbal e não verbal em tirinhas.
Nível 3: 175-200	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar informação explícita em contos e reportagens. • Localizar informação explícita em propagandas com ou sem apoio de recursos gráficos. • Reconhecer relação de causa e consequência em poemas, contos e tirinhas. • Inferir o sentido de palavra, o sentido de expressão ou o assunto em cartas, contos, tirinhas e histórias em quadrinhos com o apoio de linguagem verbal e não verbal.
Nível 4: 200-225	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar informação explícita em sinopses e receitas culinárias. • Identificar assunto principal e personagem em contos e letras de música. • Identificar formas de representação de medida de tempo em reportagens. • Identificar assuntos comuns a duas reportagens. • Identificar o efeito de humor em piadas. • Reconhecer sentido de expressão, elementos da narrativa e opinião em reportagens, contos e poemas. • Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronomes e seus referentes em fábulas, poemas, contos e tirinhas. • Inferir sentido decorrente da utilização de sinais de pontuação e sentido de expressões em poemas, fábulas e contos. • Inferir efeito de humor em tirinhas e histórias em quadrinhos.
Nível 5: 225-250	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar assunto e opinião em reportagens e contos. • Identificar assunto comum a cartas e poemas. • Identificar informação explícita em letras de música e contos. • Reconhecer assunto em poemas e tirinhas. • Reconhecer sentido de conjunções e de locuções adverbiais em verbetes, lendas e contos. • Reconhecer finalidade de reportagens e cartazes. • Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronome e seu referente em tirinhas, contos e reportagens. • Inferir elementos da narrativa em fábulas, contos e cartas. • Inferir finalidade e efeito de sentido decorrente do uso de pontuação e assunto em fábulas. • Inferir informação em poemas, reportagens e cartas. • Diferenciar opinião de fato em reportagens. • Interpretar efeito de humor e sentido de palavra em piadas e tirinhas.

(conclusão)

LÍNGUA PORTUGUESA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 6: 250-275	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar opinião e informação explícita em fábulas, contos, crônicas e reportagens. • Identificar informação explícita em reportagens com ou sem o auxílio de recursos gráficos. • Reconhecer a finalidade de verbetes, fábulas, charges e reportagens. • Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronomes e seus referentes em poemas, fábulas e contos. • Inferir assunto principal e sentido de expressão em poemas, fábulas, contos, crônicas, reportagens e tirinhas. • Inferir informação em contos e reportagens. • Inferir efeito de humor e moral em piadas e fábulas.
Nível 7: 275-300	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar assunto principal e informações explícitas em poemas, fábulas e letras de música. • Identificar opinião em poemas e crônicas. • Reconhecer o gênero textual a partir da comparação entre textos e assunto comum a duas reportagens. • Reconhecer elementos da narrativa em fábulas. • Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronomes e seus referentes em fábulas, contos e crônicas. • Inferir informação e efeito de sentido decorrente do uso de sinais gráficos em reportagens e em letras de música. • Interpretar efeito de humor em piadas e contos. • Interpretar linguagem verbal e não verbal em histórias em quadrinhos.
Nível 8: 300-325	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar assunto principal e opinião em contos e cartas do leitor. • Reconhecer sentido de locução adverbial e elementos da narrativa em fábulas e contos. • Reconhecer relação de causa e consequência e relação entre pronomes e seus referentes em fábulas e reportagens. • Reconhecer assunto comum entre textos de gêneros diferentes. • Inferir informações e efeito de sentido decorrente do uso de pontuação em fábulas e piadas.
Nível 9: 325-350	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar opinião em fábulas e reconhecer sentido de advérbios em cartas do leitor.

* O intervalo do nível inclui o primeiro ponto e exclui o último.

Escala de proficiência de Matemática – 5º ano

(continua)

MATEMÁTICA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 1: 125-150	<p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar a área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas por meio de contagem.
Nível 2: 150-175	<p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolver problemas do cotidiano envolvendo adição de pequenas quantias de dinheiro. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Localizar informações, relativas ao maior ou menor elemento, em tabelas ou gráficos.
Nível 3: 175-200	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Localizar um ponto ou objeto em uma malha quadriculada ou croqui, a partir de duas coordenadas ou duas ou mais referências. Reconhecer, dentre um conjunto de polígonos, aquele que possui o maior número de ângulos. Associar figuras geométricas elementares (quadrado, triângulo e círculo) a seus respectivos nomes. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Converter uma quantia, dada na ordem das unidades de real, em seu equivalente em moedas. Determinar o horário final de um evento a partir de seu horário de início e de um intervalo de tempo dado, todos no formato de horas inteiras. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Associar a fração $\frac{1}{4}$ a uma de suas representações gráficas. Determinar o resultado da subtração de números representados na forma decimal, tendo como contexto o sistema monetário. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o maior valor em uma tabela de dupla entrada cujos dados possuem até duas ordens. Reconhecer informações em um gráfico de colunas duplas.
Nível 4: 200-225	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer retângulos em meio a outros quadriláteros. Reconhecer a planificação de uma pirâmide dentre um conjunto de planificações. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o total de uma quantia a partir da quantidade de moedas de 25 e/ou 50 centavos que a compõe, ou vice-versa. Determinar a duração de um evento cujos horários inicial e final acontecem em minutos diferentes de uma mesma hora dada. Converter uma hora em minutos. Converter mais de uma semana inteira em dias. Interpretar horas em relógios de ponteiros.

(continuação)

MATEMÁTICA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 4: 200-225 (cont.)	<p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o resultado da multiplicação de números naturais por valores do sistema monetário nacional, expressos em números de até duas ordens, e posterior adição. Determinar os termos desconhecidos em uma sequência numérica de múltiplos de cinco. Determinar a adição, com reserva, de até três números naturais com até quatro ordens. Determinar a subtração de números naturais usando a noção de completar. Determinar a multiplicação de um número natural de até três ordens por cinco, com reserva. Determinar a divisão exata por números de um algarismo. Reconhecer o princípio do valor posicional do Sistema de Numeração Decimal. Reconhecer uma fração como representação da relação parte-todo, com o apoio de um conjunto de até cinco figuras. Associar a metade de um total ao seu equivalente em porcentagem. Associar um número natural à sua decomposição expressa por extenso. Localizar um número em uma reta numérica graduada onde estão expressos números naturais consecutivos e uma subdivisão equivalente à metade do intervalo entre eles. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o maior valor em uma tabela cujos dados possuem até oito ordens. Localizar um dado em tabelas de dupla entrada.
Nível 5: 225-250	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Localizar um ponto entre outros dois fixados, apresentados em uma figura composta por vários outros pontos. Reconhecer a planificação de um cubo dentre um conjunto de planificações apresentadas. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar a área de um terreno retangular representado em uma malha quadriculada. Determinar o horário final de um evento a partir do horário de início, dado em horas e minutos, e de um intervalo dado em quantidade de minutos superior a uma hora. Converter mais de uma hora inteira em minutos. Converter uma quantia dada em moedas de 5, 25 e 50 centavos e 1 real em cédulas de real. Estimar a altura de um determinado objeto com referência aos dados fornecidos por uma régua graduada em centímetros. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o resultado da subtração, com recursos à ordem superior, entre números naturais de até cinco ordens, utilizando as ideias de retirar e comparar. Determinar o resultado da multiplicação de um número inteiro por um número representado na forma decimal, em contexto envolvendo o sistema monetário. Determinar o resultado da divisão de números naturais, com resto, por um número de uma ordem, usando noção de agrupamento. Resolver problemas envolvendo a análise do algoritmo da adição de dois números naturais.

(continuação)

MATEMÁTICA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 5: 225-250 (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas, no sistema monetário nacional, envolvendo adição e subtração de cédulas e moedas. • Resolver problemas que envolvam a metade e o triplo de números naturais. • Localizar um número em uma reta numérica graduada onde estão expressos o primeiro e o último número representando um intervalo de tempo de dez anos, com dez subdivisões entre eles. • Localizar um número racional dado em sua forma decimal em uma reta numérica graduada onde estão expressos diversos números naturais consecutivos, com dez subdivisões entre eles. • Reconhecer o valor posicional do algarismo localizado na 4ª ordem de um número natural. • Reconhecer uma fração como representação da relação parte-todo, com apoio de um polígono dividido em oito partes ou mais. • Associar um número natural às suas ordens, e vice-versa.
Nível 6: 250-275	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer polígonos presentes em um mosaico composto por diversas formas geométricas. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar a duração de um evento a partir dos horários de início, informado em horas e minutos, e de término, também informado em horas e minutos, sem coincidência nas horas ou nos minutos dos dois horários informados. • Converter a duração de um intervalo de tempo, dado em horas e minutos, para minutos. • Resolver problemas envolvendo intervalos de tempo em meses, inclusive passando pelo final do ano (outubro a janeiro). • Reconhecer que entre quatro ladrilhos apresentados, quanto maior o ladrilho, menor a quantidade necessária para cobrir uma dada região. • Reconhecer o m² como unidade de medida de área. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar o resultado da diferença entre dois números racionais representados na forma decimal. • Determinar o resultado da multiplicação de um número natural de uma ordem por outro de até três ordens, em contexto que envolve o conceito de proporcionalidade. • Determinar o resultado da divisão exata entre dois números naturais, com divisor até quatro, e dividendo com até quatro ordens. • Determinar 50% de um número natural com até três ordens. • Determinar porcentagens simples (25%, 50%). • Associar a metade de um total a algum equivalente, apresentado como fração ou porcentagem. • Associar números naturais à quantidade de agrupamentos de 1000. • Reconhecer uma fração como representação da relação parte-todo, sem apoio de figuras.

(continuação)

MATEMÁTICA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 6: 250-275 (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Localizar números em uma reta numérica graduada onde estão expressos diversos números naturais não consecutivos e crescentes, com uma subdivisão entre eles. Resolver problemas por meio da realização de subtrações e divisões, para determinar o valor das prestações de uma compra a prazo (sem incidência de juros). Resolver problemas que envolvam soma e subtração de valores monetários. Resolver problemas que envolvam a composição e a decomposição polinomial de números naturais de até cinco ordens. Resolver problemas que utilizam a multiplicação envolvendo a noção de proporcionalidade. Reconhecer a modificação sofrida no valor de um número quando um algarismo é alterado. Reconhecer que um número não se altera ao multiplicá-lo por 1. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretar dados em uma tabela simples. Comparar dados representados pelas alturas de colunas presentes em um gráfico.
Nível 7: 275-300	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretar a movimentação de um objeto utilizando referencial diferente do seu. Reconhecer um cubo a partir de uma de suas planificações desenhadas em uma malha quadriculada. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o perímetro de um retângulo desenhado em malha quadriculada, com as medidas de comprimento e largura explicitados. Converter medidas dadas em toneladas para quilogramas. Converter uma quantia, dada na ordem das dezenas de real, em moedas de 50 centavos. Estimar o comprimento de um objeto a partir de outro, dado como unidade padrão de medida. Resolver problemas envolvendo conversão de quilograma para grama. Resolver problemas envolvendo conversão de litro para mililitro. Resolver problemas sobre intervalos de tempo envolvendo adição e subtração e com intervalo de tempo passando pela meia-noite. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar 25% de um número múltiplo de quatro. Determinar a quantidade de dezenas presentes em um número de quatro ordens. Resolver problemas que envolvem a divisão exata ou a multiplicação de números naturais. Associar números naturais à quantidade de agrupamentos menos usuais, como 300 dezenas. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretar dados em gráficos de setores.

(continuação)

MATEMÁTICA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 8: 300-325	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer uma linha paralela a outra dada como referência em um mapa. Reconhecer os lados paralelos de um trapézio expressos em forma de segmentos de retas. Reconhecer objetos com a forma esférica dentre uma lista de objetos do cotidiano. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar a área de um retângulo desenhado numa malha quadriculada, após a modificação de uma de suas dimensões. Determinar a razão entre as áreas de duas figuras desenhadas numa malha quadriculada. Determinar a área de uma figura poligonal não convexa desenhada sobre uma malha quadriculada. Estimar a diferença de altura entre dois objetos, a partir da altura de um deles. Converter medidas lineares de comprimento (m/cm). Resolver problemas que envolvem a conversão entre diferentes unidades de medida de massa. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolver problemas que envolvem grandezas diretamente proporcionais requerendo mais de uma operação. Resolver problemas envolvendo divisão de números naturais com resto. Associar a fração $\frac{1}{2}$ à sua representação na forma decimal. Associar 50% à sua representação na forma de fração. Associar um número natural de seis ordens à sua forma polinomial. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretar dados em um gráfico de colunas duplas.
Nível 9: 325-350	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer a planificação de uma caixa cilíndrica. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o perímetro de um polígono não convexo desenhado sobre as linhas de uma malha quadriculada. Resolver problemas que envolvem a conversão entre unidades de medida de tempo (minutos em horas, meses em anos). Resolver problemas que envolvem a conversão entre unidades de medida de comprimento (metros em centímetros). <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o minuendo de uma subtração entre números naturais, de três ordens, a partir do conhecimento do subtraendo e da diferença. Determinar o resultado da multiplicação entre o número 8 e um número de quatro ordens com reserva. Reconhecer frações equivalentes. Resolver problemas envolvendo multiplicação com significado de combinatória. Comparar números racionais com quantidades diferentes de casas decimais. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o gráfico de linhas correspondente a uma sequência de valores ao longo do tempo (com valores positivos e negativos).

(conclusão)

MATEMÁTICA – 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 10: 350-375	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer, dentre um conjunto de quadriláteros, aquele que possui lados perpendiculares e com a mesma medida. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Converter uma medida de comprimento, expressando decímetros e centímetros, para milímetros.

* O intervalo do nível inclui o primeiro ponto e exclui o último.

Escala de proficiência de Língua Portuguesa – 9º ano

(continua)

LÍNGUA PORTUGUESA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 1: 200-225	<ul style="list-style-type: none"> Reconhecer expressões características da linguagem (científica, jornalística, etc.) e a relação entre expressão e seu referente em reportagens e artigos de opinião. Inferir o efeito de sentido de expressão e opinião em crônicas e reportagens.
Nível 2: 225-250	<ul style="list-style-type: none"> Localizar informações explícitas em fragmentos de romances e crônicas. Identificar tema e assunto em poemas e <i>charges</i>, relacionando elementos verbais e não verbais. Reconhecer o sentido estabelecido pelo uso de expressões, de pontuação, de conjunções em poemas, <i>charges</i> e fragmentos de romances. Reconhecer relações de causa e consequência e características de personagens em lendas e fábulas. Reconhecer recurso argumentativo em artigos de opinião. Inferir efeito de sentido de repetição de expressões em crônicas.
Nível 3: 250-275	<ul style="list-style-type: none"> Localizar informações explícitas em crônicas e fábulas. Identificar os elementos da narrativa em letras de música e fábulas. Reconhecer a finalidade de abaixo-assinado e verbetes. Reconhecer relação entre pronomes e seus referentes e relações de causa e consequência em fragmentos de romances, diários, crônicas, reportagens e máximas (provérbios). Interpretar o sentido de conjunções, de advérbios e as relações entre elementos verbais e não verbais em tirinhas, fragmentos de romances, reportagens e crônicas. Comparar textos de gêneros diferentes que abordem o mesmo tema. Inferir tema e ideia principal em notícias, crônicas e poemas. Inferir o sentido de palavra ou expressão em história em quadrinhos, poemas e fragmentos de romances.

(continuação)

LÍNGUA PORTUGUESA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 4: 275-300	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar informações explícitas em artigos de opinião e crônicas. • Identificar finalidade e elementos da narrativa em fábulas e contos. • Reconhecer opiniões distintas sobre o mesmo assunto em reportagens, contos e enquetes. • Reconhecer relações de causa e consequência e relações entre pronomes e seus referentes em fragmentos de romances, fábulas, crônicas, artigos de opinião e reportagens. • Reconhecer o sentido de expressão e de variantes linguísticas em letras de música, tirinhas, poemas e fragmentos de romances. • Inferir tema, tese e ideia principal em contos, letras de música, editoriais, reportagens, crônicas e artigos. • Inferir o efeito de sentido de linguagem verbal e não verbal em <i>charges</i> e história em quadrinhos. • Inferir informações em fragmentos de romance. • Inferir o efeito de sentido da pontuação e da polissemia como recurso para estabelecer humor ou ironia em tirinhas, anedotas e contos.
Nível 5: 300-325	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar a informação principal em reportagens. • Identificar ideia principal e finalidade em notícias, reportagens e resenhas. • Reconhecer características da linguagem (científica, jornalística, etc.) em reportagens. • Reconhecer elementos da narrativa em crônicas. • Reconhecer argumentos e opiniões em notícias, artigos de opinião e fragmentos de romances. • Diferenciar abordagem do mesmo tema em textos de gêneros distintos. • Inferir informação em contos, crônicas, notícias e <i>charges</i>. • Inferir sentido de palavras, da repetição de palavras, de expressões, de linguagem verbal e não verbal e de pontuação em <i>charges</i>, tirinhas, contos, crônicas e fragmentos de romances.
Nível 6: 325-350	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar ideia principal e elementos da narrativa em reportagens e crônicas. • Identificar argumento em reportagens e crônicas. • Reconhecer o efeito de sentido da repetição de expressões e palavras, do uso de pontuação, de variantes linguísticas e de figuras de linguagem em poemas, contos e fragmentos de romances. • Reconhecer a relação de causa e consequência em contos. • Reconhecer diferentes opiniões entre cartas de leitor que abordam o mesmo tema. • Reconhecer a relação de sentido estabelecida por conjunções em crônicas, contos e cordéis. • Reconhecer o tema comum entre textos de gêneros distintos. • Reconhecer o efeito de sentido decorrente do uso de figuras de linguagem e de recursos gráficos em poemas e fragmentos de romances. • Diferenciar fato de opinião em artigos e reportagens. • Inferir o efeito de sentido de linguagem verbal e não verbal em tirinhas.

(conclusão)

LÍNGUA PORTUGUESA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 7: 350-375	<ul style="list-style-type: none"> Localizar informações explícitas, ideia principal e expressão que causa humor em contos, crônicas e artigos de opinião. Identificar variantes linguísticas em letras de música. Reconhecer a finalidade e a relação de sentido estabelecida por conjunções em lendas e crônicas.
Nível 8: 375-400	<ul style="list-style-type: none"> Localizar ideia principal em manuais, reportagens, artigos e teses. Identificar os elementos da narrativa em contos e crônicas. Diferenciar fatos de opiniões e opiniões diferentes em artigos e notícias. Inferir o sentido de palavras em poemas.

* O intervalo do nível inclui o primeiro ponto e exclui o último.

Escala de proficiência de Matemática – 9º ano

(continua)

MATEMÁTICA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 1: 200-225	<p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o maior ou o menor número em uma coleção de números racionais, representados na forma decimal. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretar dados apresentados em tabela e gráfico de colunas.
Nível 2: 225-250	<p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer a fração que corresponde à relação parte-todo entre uma figura e suas partes hachuradas. Associar um número racional que representa uma quantia monetária, escrito por extenso, à sua representação decimal. Determinar uma fração irredutível, equivalente a uma fração dada, a partir da simplificação por três. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpretar dados apresentados em um gráfico de linha simples. Associar dados apresentados em gráfico de colunas a uma tabela.

MATEMÁTICA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 3: 250-275	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer o ângulo de giro que representa a mudança de direção na movimentação de pessoas/objetos. Reconhecer a planificação de um sólido simples, dado através de um desenho em perspectiva. Localizar um objeto em representação gráfica do tipo planta baixa, utilizando dois critérios: estar mais longe de um referencial e mais perto de outro. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar uma fração irredutível, equivalente a uma fração dada, a partir da simplificação por sete. Determinar a soma, a diferença, o produto ou o quociente de números inteiros em situações-problema. Localizar o valor que representa um número inteiro positivo associado a um ponto indicado em uma reta numérica. Resolver problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais, representadas por números inteiros. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Associar dados apresentados em tabela a gráfico de setores. Analisar dados dispostos em uma tabela simples. Analisar dados apresentados em um gráfico de linha com mais de uma grandeza representada.
Nível 4: 275-300	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Localizar um ponto em um plano cartesiano com o apoio de malha quadriculada, a partir de suas coordenadas. Reconhecer as coordenadas de um ponto dado em um plano cartesiano com o apoio de malha quadriculada. Interpretar a movimentação de um objeto utilizando referencial diferente do seu. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Converter unidades de medidas de comprimento, de metros para centímetros, na resolução de situação-problema. Reconhecer que a medida do perímetro de um retângulo, em uma malha quadriculada, dobra ou se reduz à metade quando os lados dobram ou são reduzidos à metade. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar a soma de números racionais em contextos de sistema monetário. Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica de 1º grau envolvendo números naturais, em situação-problema. Localizar números inteiros negativos na reta numérica. Localizar números racionais em sua representação decimal. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Analisar dados dispostos em uma tabela de dupla entrada.

(continuação)

MATEMÁTICA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 5: 300-325	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer que o ângulo não se altera em figuras obtidas por ampliação/redução. Localizar dois ou mais pontos em um sistema de coordenadas. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o perímetro de uma região retangular, com o apoio de figura, na resolução de uma situação-problema. Determinar o volume através da contagem de blocos. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Associar uma fração com denominador 10 à sua representação decimal. Associar uma situação-problema à sua linguagem algébrica, por meio de equações do 1º grau ou sistemas lineares. Determinar, em situação-problema, a adição e a multiplicação entre números racionais, envolvendo divisão por números inteiros. Determinar a porcentagem envolvendo números inteiros. Resolver problema envolvendo grandezas diretamente proporcionais, representadas por números racionais na forma decimal.
Nível 6: 325-350	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer a medida do ângulo determinado entre dois deslocamentos, descritos por meio de orientações dadas por pontos cardeais. Reconhecer as coordenadas de pontos representados no primeiro quadrante de um plano cartesiano. Reconhecer a relação entre as medidas de raio e diâmetro de uma circunferência com o apoio de figura. Reconhecer a corda de uma circunferência, as faces opostas de um cubo, a partir de uma de suas planificações. Comparar as medidas dos lados de um triângulo a partir das medidas de seus respectivos ângulos opostos. Resolver problema utilizando o Teorema de Pitágoras no cálculo da medida da hipotenusa, dadas as medidas dos catetos. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Converter unidades de medida de massa, de quilograma para grama, na resolução de situação-problema. Resolver problema fazendo uso de semelhança de triângulos. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer frações equivalentes. Associar um número racional, escrito por extenso, à sua representação decimal, e vice-versa. Estimar o valor da raiz quadrada de um número inteiro aproximando-o de um número racional em sua representação decimal. Resolver problema envolvendo grandezas diretamente proporcionais com constante de proporcionalidade não inteira.

(continuação)

MATEMÁTICA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 6: 325-350 (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica que contenha parênteses, envolvendo números naturais. Determinar um valor monetário obtido por meio de um desconto ou um acréscimo percentual. Determinar o valor de uma expressão numérica, com números irracionais, fazendo uso de uma aproximação racional fornecida. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolver problemas que requerem a comparação de dois gráficos de colunas.
Nível 7: 350-375	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer ângulos agudos, retos ou obtusos de acordo com sua medida em graus. Reconhecer as coordenadas de pontos representados num plano cartesiano localizados em quadrantes diferentes do primeiro. Determinar a posição final de um objeto, após a realização de rotações em torno de um ponto, de diferentes ângulos, em sentido horário e anti-horário. Resolver problemas envolvendo ângulos, inclusive utilizando a Lei Angular de Tales sobre a soma dos ângulos internos de um triângulo. Resolver problemas envolvendo as propriedades de ângulos internos e externos de triângulos e quadriláteros, com ou sem justaposição ou sobreposição de figuras. Resolver problema utilizando o Teorema de Pitágoras no cálculo da medida de um dos catetos, dadas as medidas da hipotenusa e de um de seus catetos. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o perímetro de uma região retangular, obtida pela justaposição de dois retângulos, descritos sem o apoio de figuras. Determinar a área de um retângulo em situações-problema. Determinar a área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas. Determinar o volume de um cubo ou de um paralelepípedo retângulo sem o apoio de figura. Converter unidades de medida de volume, de m^3 para litro, em situações-problema. Reconhecer a relação entre as áreas de figuras semelhantes. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o quociente entre números racionais, representados na forma decimal ou fracionária, em situações-problema. Determinar a soma de números racionais dados na forma fracionária e com denominadores diferentes. Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica de 2º grau, com coeficientes naturais, envolvendo números inteiros. Determinar o valor de uma expressão numérica envolvendo adição, subtração, multiplicação e/ou potenciação entre números inteiros. Determinar o valor de uma expressão numérica com números inteiros positivos e negativos. Determinar o valor de uma expressão numérica com números racionais. Comparar números racionais com diferentes números de casas decimais, usando arredondamento.

(conclusão)

MATEMÁTICA – 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Nível*	Descrição do nível – O estudante provavelmente é capaz de:
Nível 7: 350-375 (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Localizar na reta numérica um número racional, representado na forma de uma fração imprópria. Associar uma fração à sua representação na forma decimal. Associar uma situação-problema à sua linguagem algébrica, por meio de inequações do 1º grau. Associar a representação gráfica de duas retas no plano cartesiano a um sistema de duas equações lineares, e vice-versa. Resolver problemas envolvendo equação do 2º grau. <p>Tratamento de informações</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar a média aritmética de um conjunto de valores. Estimar quantidades em gráficos de setores. Analisar dados dispostos em uma tabela de três ou mais entradas. Interpretar dados fornecidos em gráficos envolvendo regiões do plano cartesiano. Interpretar gráficos de linhas com duas sequências de valores.
Nível 8: 375-400	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolver problemas utilizando as propriedades das cevianas (altura, mediana e bissetriz) de um triângulo isósceles com o apoio de figura. <p>Grandezas e medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Converter unidades de medida de capacidade, de mililitro para litro, em situações-problema. Reconhecer que a área de um retângulo quadruplica quando seus lados dobram. Determinar a área de figuras simples (triângulo, paralelogramo, trapézio), inclusive utilizando composição/decomposição. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar o valor numérico de uma expressão algébrica do 1º grau, com coeficientes racionais, representados na forma decimal. Determinar o valor de uma expressão numérica envolvendo adição, subtração e potenciação entre números racionais, representados na forma decimal. Resolver problemas envolvendo grandezas inversamente proporcionais.
Nível 9: 400-425	<p>Espaço e forma</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolver problemas utilizando a soma das medidas dos ângulos internos de um polígono. <p>Números e operações; álgebra e funções</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconhecer a expressão algébrica que expressa uma regularidade existente em uma sequência de números ou de figuras geométricas.

* O intervalo do nível inclui o primeiro ponto e exclui o último.

Fonte: BRASIL (2013a).

ANEXO D – ESCALA DE PROFICIÊNCIA DO ENSINO MÉDIO.

A escala de Língua Portuguesa para o 3º ano do Ensino Médio (continua)

LÍNGUA PORTUGUESA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Nível	Descrição do nível
1 225-250	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de identificar elementos da narrativa em história em quadrinhos; reconhecer a finalidade de recurso gráfico em artigos; reconhecer a relação de causa e consequência em lendas; inferir o sentido de palavra em letras de música e reportagens.
2 250-275	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer a ideia comum entre textos de gêneros diferentes e a ironia em tirinhas; reconhecer relações de sentido estabelecidas por conjunções ou locuções conjuntivas em letras de música e crônicas; reconhecer o uso de expressões características da linguagem (científica, profissional etc.) e a relação entre pronome e seu referente em artigos e reportagens; inferir o efeito de sentido da linguagem verbal e não verbal em notícias e charges.
3 275-300	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de localizar informação explícita em artigos de opinião; identificar a finalidade de relatórios científicos; reconhecer relações de sentido marcadas por conjunções, a relação de causa e consequência e a relação entre o pronome e seu referente em fragmentos de romances; reconhecer o tema de uma crônica; reconhecer variantes linguísticas em artigos; reconhecer o sentido e o efeito de sentido produzido pelo uso de recursos morfossintáticos em contos, artigos e crônicas; reconhecer opiniões divergentes sobre o mesmo tema em diferentes textos; inferir informação, o sentido e o efeito de sentido produzido por expressão em reportagens e tirinhas.
4 300-325	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de localizar informações explícitas em infográficos, reportagens, crônicas e artigos; identificar o argumento em contos; identificar a finalidade e a informação principal em notícias; reconhecer a relação entre os pronomes e seus referentes em contos; reconhecer elementos da narrativa em contos; reconhecer variantes linguísticas em contos, notícias e reportagens; reconhecer o efeito de sentido produzido pelo uso de recursos morfossintáticos em poemas; reconhecer ideia comum e opiniões divergentes sobre o mesmo tema na comparação entre diferentes textos; reconhecer ironia e efeito de humor em crônicas e entrevistas; reconhecer a relação de causa e consequência em piadas e fragmentos de romance; comparar poemas que abordem o mesmo tema; diferenciar fato de opinião em contos, artigos e reportagens; diferenciar tese de argumentos em artigos, entrevistas e crônicas; inferir informação, sentido de expressão e o efeito de sentido decorrente do uso de recursos morfossintáticos em crônicas; inferir o sentido decorrente do uso de recursos gráficos em poemas; inferir o efeito de sentido da linguagem verbal e não verbal e o efeito de humor em tirinhas.

(conclusão)

LÍNGUA PORTUGUESA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO		
Nível		Descrição do nível
5	325-350	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de localizar informação explícita em resenhas; identificar a informação principal em reportagens; identificar elementos da narrativa e a relação entre argumento e ideia central em crônicas; reconhecer a finalidade de propagandas; reconhecer variantes linguísticas e o efeito de sentido de recursos gráficos em crônicas e artigos; reconhecer a relação de causa e consequência e relações de sentido marcadas por conjunções em reportagens, artigos e ensaios; reconhecer o tema em poemas; diferenciar fato de opinião em resenhas; inferir o sentido de palavras e expressões em piadas e letras de música; inferir informação em artigos; inferir o sentido de expressão em fragmentos de romances.
6	350-375	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer efeitos estilísticos em poemas; reconhecer ironia e efeitos de sentido decorrentes da repetição de palavras em sinopses; reconhecer opiniões distintas sobre o mesmo tema, na comparação entre diferentes textos; reconhecer finalidade e traços de humor em reportagens; reconhecer o efeito de sentido do humor em tirinhas; reconhecer o tema em contos e fragmentos de romances; reconhecer relação de sentido marcada por conjunção em crônicas; inferir informação e tema em reportagens, poemas, histórias em quadrinhos e tirinhas; inferir o sentido e o efeito de sentido de palavras ou de expressão em poemas, crônicas e fragmentos de romances.
7	375-400	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de identificar a ideia central e o argumento em apresentações de livros, reportagens, editoriais e crônicas; identificar elementos da narrativa em crônicas, contos e fragmentos de romances; identificar ironia e tema em poemas e artigos; reconhecer relações de sentido marcadas por conjunção em artigos, reportagens e fragmentos de romances; reconhecer a relação de causa e consequência em reportagens e fragmentos de romances; reconhecer o efeito de sentido de recursos gráficos em artigos; reconhecer variantes linguísticas em letras de música e piadas; reconhecer a finalidade de reportagens, resenhas e artigos; inferir efeito de humor e ironia em tirinhas e charges.
8	400-425	Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer o efeito de sentido resultante do uso de recursos morfossintáticos em artigos e letras de música.

A escala de Matemática para o 3º ano do Ensino Médio

(continua)

MATEMÁTICA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO		
Nível	Descrição do nível	
1	225-250	<p>Espaço e forma Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Grandezas e medidas Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Tratamento de informações Nesse nível, o estudante pode ser capaz de associar uma tabela de até duas entradas a informações apresentadas textualmente ou em um gráfico de barras ou de linhas.</p>
2	250-275	<p>Espaço e forma Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer as coordenadas de pontos representados em um plano cartesiano localizados no primeiro quadrante.</p> <p>Grandezas e medidas Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer os zeros de uma função dada graficamente. Também é bem provável que os alunos determinem: o valor de uma função afim, dada sua lei de formação; um resultado utilizando o conceito de progressão aritmética.</p> <p>Tratamento de informações Nesse nível, o estudante pode ser capaz de associar um gráfico de setores a dados percentuais apresentados textualmente ou em uma tabela.</p>

(continuação)

MATEMÁTICA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO		
Nível	Descrição do nível	
3	275-300	<p>Espaço e forma Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Grandezas e medidas Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer: o valor máximo de uma função quadrática representada graficamente; em um gráfico, o intervalo no qual a função assume valor máximo. Também podem ser capazes de determinar: por meio de proporcionalidade o gráfico de setores que representa uma situação com dados fornecidos textualmente; o quarto valor em uma relação de proporcionalidade direta a partir de três valores fornecidos em uma situação do cotidiano; um valor reajustado de uma quantia a partir de seu valor inicial e do percentual de reajuste. Além disso, é provável que resolvam problemas utilizando operações fundamentais com números naturais.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>
4	300-325	<p>Espaço e forma Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Grandezas e medidas Nesse nível, o estudante pode ser capaz de resolver problemas envolvendo área de uma região composta por retângulos a partir de medidas fornecidas em texto e figura.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer o gráfico de função a partir de valores fornecidos em um texto. Além disso, podem ser capazes de determinar: a lei de formação de uma função linear a partir de dados fornecidos em uma tabela; a solução de um sistema de duas equações lineares; um termo de progressão aritmética, dada sua forma geral; a probabilidade da ocorrência de um evento simples. Também é provável que resolvam: problemas utilizando proporcionalidade direta ou inversa, cujos valores devem ser obtidos a partir de operações simples; problemas de contagem usando princípio multiplicativo.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>

(continuação)

MATEMÁTICA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Nível	Descrição do nível
5	325-350 <p>Espaço e forma Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Grandezas e medidas Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar medidas de segmentos por meio da semelhança entre dois polígonos.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar: o valor de variável dependente ou independente de uma função exponencial dada; o percentual que representa um valor em relação a outro; o valor de uma expressão algébrica; a solução de um sistema de três equações sendo uma com uma incógnita, outra com duas e a terceira com três incógnitas. Também é provável que sejam capazes de resolver problema envolvendo: divisão proporcional do lucro em relação a dois investimentos iniciais diferentes; operações, além das fundamentais, com números naturais; a relação linear entre duas variáveis para a determinação de uma delas; probabilidade de união de eventos. Além disso, é provável que os alunos sejam capazes de avaliar o comportamento de uma função representada graficamente, quanto ao seu crescimento.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>
6	350-375 <p>Espaço e forma Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer as coordenadas de pontos representados em um plano cartesiano e localizados em quadrantes diferentes do primeiro. É provável também que consigam associar um sólido geométrico simples a uma planificação usual dada. Além disso, há uma grande probabilidade de que resolvam problemas envolvendo Teorema de Pitágoras, para calcular a medida da hipotenusa de um triângulo pitagórico, a partir de informações apresentadas textualmente e em uma figura.</p> <p>Grandezas e medidas Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar: a razão de semelhança entre as imagens de um mesmo objeto em escalas diferentes; o volume de um paralelepípedo retângulo, dada sua representação espacial.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar os zeros de uma função quadrática, a partir de sua expressão algébrica. Além disso, é provável que resolvam problemas de porcentagem envolvendo números racionais não inteiros.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>

(continuação)

MATEMÁTICA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Nível	Descrição do nível
7	375-400
	<p>Espaço e forma Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar: a medida de um dos lados de um triângulo retângulo, por meio de razões trigonométricas, fornecendo ou não as fórmulas; com o uso de do teorema de Pitágoras, a medida de um dos catetos de um triângulo retângulo não pitagórico.</p> <p>Grandezas e medidas Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar a área de um polígono não convexo composto por retângulos e triângulos, a partir de informações fornecidas na figura. Além disso, é provável que consigam resolver problemas: por meio de semelhança de triângulos sem apoio de figura; envolvendo perímetros de triângulos equiláteros que compõem uma figura.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer gráfico de função a partir de informações sobre sua variação descritas em um texto; os zeros de uma função quadrática em sua forma fatorada; gráfico de função afim a partir de sua representação algébrica; a equação de uma reta a partir de dois de seus pontos; as raízes de um polinômio apresentado na sua forma fatorada. Além disso, é provável também que os alunos sejam capazes de determinar os pontos de máximo ou de mínimo a partir do gráfico de uma função; o valor de uma expressão algébrica envolvendo módulo; o ponto de interseção de duas retas; a expressão algébrica que relaciona duas variáveis com valores dados em tabela ou gráfico; a maior raiz de um polinômio de 2º grau. Também é provável que os alunos sejam capazes de resolver problemas: para obter valor de variável dependente ou independente de uma função exponencial dada; que envolvam uma equação de 1º grau que requeira manipulação algébrica; envolvendo um sistema linear, dadas duas equações a duas incógnitas; usando permutação; utilizando probabilidade, envolvendo eventos independentes.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>

MATEMÁTICA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO		(continuação)
Nível	Descrição do nível	
8	400-425	<p>Espaço e forma Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer a proporcionalidade dos elementos lineares de figuras semelhantes. Também é provável que sejam capazes de determinar: uma das medidas de uma figura tridimensional, utilizando o Teorema de Pitágoras; a equação de uma circunferência, dados o centro e o raio; a quantidade de faces, vértices e arestas de um poliedro por meio da relação de Euler. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problema envolvendo razões trigonométricas no triângulo retângulo, com apoio de figura. Podem também ser capazes de associar um prisma a uma planificação usual dada.</p> <p>Grandezas e medidas Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar a área da superfície de uma pirâmide regular; o volume de um paralelepípedo, dadas suas dimensões em unidades diferentes; o volume de cilindros.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer: o gráfico de uma função trigonométrica da forma $y=\text{sen}(x)$; um sistema de equações associado a uma matriz. Também é provável que sejam capazes de determinar: a expressão algébrica associada a um dos trechos do gráfico de uma função definida por partes; o valor máximo de uma função quadrática a partir de sua expressão algébrica e das expressões que determinam as coordenadas do vértice; a distância entre dois pontos no plano cartesiano. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problema: usando arranjo; envolvendo a resolução de uma equação do 2º grau sendo dados seus coeficientes. Além disso, existe uma grande probabilidade de que sejam capazes de interpretar o significado dos coeficientes da equação de uma reta, a partir de sua forma reduzida.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>

(conclusão)

MATEMÁTICA – 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Nível	Descrição do nível
9	425-450
	<p>Espaço e forma Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer a equação que representa uma circunferência, dentre diversas equações dadas. Também é provável que sejam capazes de determinar o centro e o raio de uma circunferência a partir de sua equação geral. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problemas envolvendo relações métricas em um triângulo retângulo que é parte de uma figura plana dada.</p> <p>Grandezas e medidas Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar o volume de pirâmides regulares. É provável também que os alunos sejam capazes de resolver problema envolvendo: áreas de círculos e polígonos; semelhança de triângulos com apoio de figura na qual os dois triângulos apresentam ângulos opostos pelos vértices; envolvendo cálculo de volume de cilindro.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de reconhecer o gráfico de uma função exponencial do tipo $f(x)=10x+1$; o gráfico de uma função logarítmica dada a expressão algébrica da sua função inversa e seu gráfico. Também é provável que sejam capazes de determinar a expressão algébrica correspondente a uma função exponencial, a partir de dados fornecidos em texto ou gráfico; a inversa de uma função exponencial dada, representativa de uma situação do cotidiano; inclinação ou coeficiente angular de retas a partir de suas equações; um polinômio na forma fatorada, dadas as suas raízes.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>
10	450-475
	<p>Espaço e forma Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Grandezas e medidas Não existem itens âncora para esse nível.</p> <p>Números e operações; álgebra e funções Nesse nível, o estudante pode ser capaz de determinar a solução de um sistema de três equações lineares, a três incógnitas, apresentado na forma matricial escalonada.</p> <p>Tratamento de informações Não existem itens âncora para esse nível.</p>

Fonte: BRASIL (2013b).