

Uma Abordagem Multicritério para Avaliação da Infraestrutura Tecnológica em Escolas Públicas Municipais: Aplicação do Método AHP-Gaussiano no Município do Rio de Janeiro

Thaís Veloso Leite Universidade Federal Fluminense - UFF;
thaisveloso@id.uff.br

Marcos dos Santos Universidade Federal Fluminense - UFF;
marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

Gilson Brito Alves Lima Universidade Federal Fluminense - UFF;
glima@id.uff.br

Fabio Mauricio Bentes Monteiro Universidade Federal Fluminense - UFF;
fabiobentes@id.uff.br

Resumo

Este estudo tem como objetivo aplicar um modelo de apoio multicritério à decisão para avaliar a infraestrutura tecnológica de escolas públicas municipais do Rio de Janeiro com níveis semelhantes de desempenho educacional. Para isso, foram selecionadas vinte escolas municipais com desempenho equivalente no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), utilizado exclusivamente como critério de filtragem da amostra. A análise foi conduzida com base em indicadores de infraestrutura tecnológica extraídos do Censo Escolar 2024, incluindo disponibilidade de equipamentos digitais, conectividade e recursos audiovisuais. O método *Analytic Hierarchy Process* em sua abordagem Gaussiana (AHP-Gaussiano) foi aplicado para determinação dos pesos dos critérios e posterior ranqueamento das alternativas, sendo os cálculos operacionalizados por meio da plataforma *Gaussian AHP Software Web*, desenvolvida em ambiente Shiny na linguagem R. Os resultados evidenciam diferenças relevantes nas condições de infraestrutura tecnológica entre escolas com desempenho educacional semelhante, destacando a Escola Municipal Rodrigues Alves como a unidade com maior prioridade relativa em termos de infraestrutura tecnológica entre as alternativas analisadas. Observou-se que critérios relacionados apenas à existência de

computadores e acesso à internet apresentaram baixa capacidade discriminatória, indicando relativa homogeneidade quanto ao acesso básico à infraestrutura digital. O estudo contribui para o apoio à formulação de políticas públicas educacionais ao oferecer uma abordagem analítica capaz de subsidiar o direcionamento de investimentos voltados à redução de desigualdades tecnológicas no ambiente escolar.

Palavras-Chaves: *Educação, Multicritério, Gestão Educacional, AHP-Gaussiano.*

Abstract

This study aims to apply a multicriteria decision-support model to evaluate the technological infrastructure of municipal public schools in Rio de Janeiro presenting similar levels of educational performance. To this end, twenty municipal schools with equivalent performance in the Basic Education Development Index (IDEB) were selected, with IDEB used exclusively as a sample filtering criterion. The analysis was conducted using technological infrastructure indicators obtained from the 2024 School Census, including the availability of digital equipment, internet connectivity, and audiovisual resources. The Analytic Hierarchy Process in its Gaussian approach (Gaussian AHP) was applied to determine criteria weights and to rank the alternatives, with computations performed using the Gaussian AHP Software Web platform developed in the Shiny environment (R language). The results reveal relevant differences in technological infrastructure conditions among schools with similar educational performance levels, highlighting Escola Municipal Rodrigues Alves as the unit with the highest relative priority in terms of technological infrastructure among the analyzed alternatives. Criteria related solely to the existence of computers and internet access showed low discriminative power, indicating relative homogeneity regarding basic digital access across the evaluated schools. The study contributes to educational public policy by providing an analytical approach capable of supporting investment prioritization aimed at reducing technological inequalities within the school environment.

Keywords: *Education, Multicriteria, Educational Management, Gaussian-AHP.*



XIV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

“Sistemas Sustentáveis na Gestão Ambiental: Inovação e Governança de Dados como Foco Estratégico.”

João Pessoa, Paraíba, Brasil – 27 a 29 de maio de 2026.

1. Introdução

O sistema educacional brasileiro organiza-se de forma sequencial e articulada, compreendendo a Educação Infantil, o Ensino Fundamental, o Ensino Médio e o Ensino Superior, conforme estabelecido pela Constituição Federal de 1988 e regulamentado pela LDB (Lei de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional, 1996). Nas últimas décadas, políticas públicas nacionais têm buscado ampliar o acesso à educação e promover melhorias na qualidade do ensino, com destaque para o Plano Nacional de Educação (Lei 13.005, 2014) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), responsáveis por orientar diretrizes pedagógicas e mecanismos de monitoramento do desempenho educacional.

Apesar dos avanços institucionais observados, persistem desafios relacionados à equidade educacional, especialmente no que se refere às condições estruturais e tecnológicas das escolas públicas. A incorporação de tecnologias digitais ao ambiente educacional tornou-se elemento central para o desenvolvimento de práticas pedagógicas contemporâneas e ampliação das oportunidades de aprendizagem. Contudo, evidências indicam que o acesso a recursos tecnológicos permanece distribuído de forma desigual entre redes e territórios educacionais.

No contexto brasileiro, instrumentos nacionais como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e o Censo Escolar, coordenados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), desempenham papel fundamental no monitoramento da qualidade educacional (INEP, 2024). Entretanto, escolas que apresentam níveis semelhantes de desempenho acadêmico podem operar sob condições tecnológicas substancialmente distintas, indicando limitações na utilização isolada de indicadores para subsidiar decisões educacionais.

Diante desse cenário, emerge a necessidade de abordagens analíticas capazes de avaliar simultaneamente múltiplas dimensões estruturais das instituições escolares. Métodos de Apoio Multicritério à Decisão apresentam-se como ferramentas adequadas para apoiar processos de priorização em contextos educacionais complexos. Assim, este estudo tem como objetivo aplicar um modelo multicritério para avaliar e ranquear escolas municipais do Rio de Janeiro com desempenho educacional semelhante, considerando indicadores de infraestrutura tecnológica escolar, a fim de identificar unidades com maior capacidade tecnológica de suporte ao processo educacional.

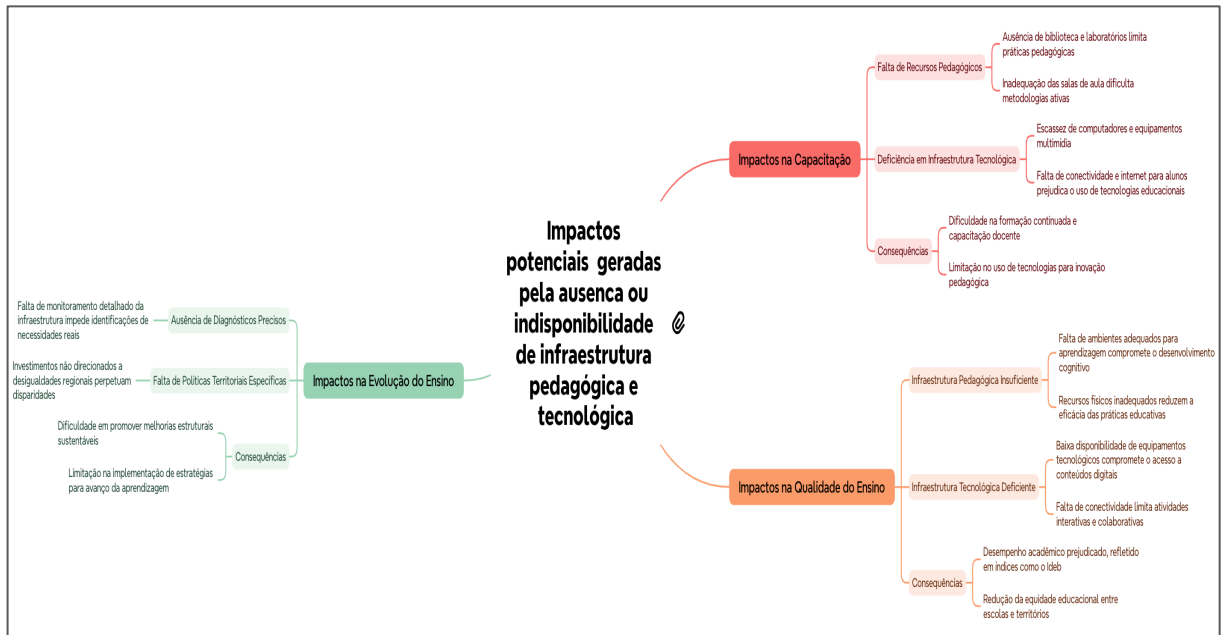
2. Descrição do problema

A insuficiência de infraestrutura tecnológica nas escolas públicas brasileiras constitui um desafio relevante para a consolidação da qualidade educacional e para a sustentabilidade dos resultados de aprendizagem. Apesar da ampliação do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), grande parte das escolas públicas municipais ainda apresenta limitações relacionadas à conectividade e à disponibilidade de equipamentos digitais (Carvalho et al., 2023).

Essas limitações impactam diretamente a capacidade institucional das escolas de integrar tecnologias ao processo educacional. Evidências recentes indicam que desigualdades na disponibilidade e no uso da infraestrutura digital restringem a adoção de práticas pedagógicas mediadas por tecnologia e ampliam assimetrias educacionais, especialmente em sistemas públicos caracterizados por elevada heterogeneidade estrutural (González Fernández et al., 2025; Li et al., 2024).

Observa-se, entretanto, que escolas com desempenho semelhante no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) podem operar sob condições tecnológicas substancialmente distintas. Esse cenário evidencia que indicadores sintéticos de resultado educacional não capturam integralmente diferenças estruturais relevantes para o planejamento educacional, criando um desafio decisório relacionado à identificação de quais unidades apresentam melhores condições tecnológicas de suporte ao processo de ensino e aprendizagem.

Diante dessa limitação, torna-se necessário estruturar o problema de forma sistemática, permitindo compreender as relações entre infraestrutura tecnológica e desempenho educacional em contextos comparáveis. Para apoiar essa etapa de compreensão do contexto decisório, foi elaborado um mapa mental fundamentado na literatura especializada, sintetizando os principais impactos associados à insuficiência de infraestrutura tecnológica escolar (Figura 1). Essa etapa subsidia a definição dos critérios considerados no modelo multicritério proposto neste estudo.

Figura 1 – Mapa mental: impactos potenciais gerados pela ausência ou indisponibilidade de infraestrutura


Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

3. Referencial Teórico

A integração de tecnologias digitais ao ambiente educacional tem sido amplamente reconhecida como fator relevante para a modernização das práticas de ensino e aprendizagem. A disponibilidade de infraestrutura tecnológica, incluindo conectividade e equipamentos digitais, constitui condição essencial para viabilizar ambientes educacionais mediados por tecnologia e ampliar oportunidades de aprendizagem em sistemas educacionais contemporâneos (OECD, 2019; UNESCO, 2023).

Diferenças na prontidão digital entre escolas influenciam diretamente sua capacidade institucional de integrar tecnologias educacionais, mesmo entre unidades que apresentam níveis semelhantes de desempenho acadêmico. Em sistemas públicos caracterizados por elevada heterogeneidade estrutural, tais desigualdades tecnológicas tornam-se particularmente relevantes para o planejamento educacional e para a identificação de condições institucionais que sustentam o processo de ensino e aprendizagem (van de Werfhorst et al., 2022).

A avaliação dessas condições estruturais apresenta desafios analíticos adicionais, uma vez que indicadores de desempenho educacional, embora relevantes para o monitoramento de sistemas de ensino, tendem a mesclar realidades institucionais complexas em medidas agregadas únicas, podendo ocultar diferenças estruturais significativas entre unidades

educacionais comparáveis (Nardo et al., 2005). Situações dessa natureza configuram problemas decisórios caracterizados pela presença simultânea de várias dimensões de análise.

A aplicação de métodos de Apoio Multicritério à Decisão (MCDA) no campo educacional tem se expandido de forma significativa nos últimos anos, especialmente em estudos voltados à avaliação institucional, priorização de investimentos e apoio ao planejamento de políticas públicas educacionais. Essas abordagens permitem integrar múltiplas dimensões estruturais, tecnológicas e organizacionais em contextos decisórios caracterizados por elevada complexidade e múltiplos (Belton & Stewart, 2002; Santos et al., 2023).

No contexto brasileiro, estudos recentes demonstram a aplicabilidade de métodos multicritério na avaliação comparativa de instituições e programas educacionais, permitindo analisar simultaneamente indicadores acadêmicos, estruturais e socioeconômicos para apoio à tomada de decisão em sistemas educacionais públicos (Monteiro, Santos, et al., 2025; Monteiro, SANTOS, et al., 2025). Essas aplicações evidenciam o potencial do MCDA para apoiar processos de priorização e monitoramento educacional baseados em dados públicos.

Em âmbito internacional, pesquisas recentes também têm empregado abordagens multicritério para análise de desempenho educacional, sustentabilidade institucional e transformação digital no ensino, reforçando a adequação dessas metodologias para lidar com problemas educacionais multidimensionais (Liang & Bai, 2025; Wessels, 2025). Resultados convergentes indicam que modelos multicritério contribuem para aumentar a transparência analítica e apoiar decisões estratégicas em ambientes educacionais complexos.

4. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quantitativa e natureza comparativa, utilizando métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) para avaliação e ranqueamento de unidades escolares públicas com base em indicadores de infraestrutura tecnológica. O estudo busca analisar diferenças estruturais entre escolas municipais com níveis semelhantes de desempenho educacional, permitindo identificar variações nas condições tecnológicas de suporte ao processo de ensino e aprendizagem.

4.1 Delimitação do estudo e definição das alternativas

A unidade de análise corresponde a escolas municipais localizadas no município do Rio de Janeiro. As alternativas consideradas foram vinte (20) escolas selecionadas a partir do Índice

de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), apresentados na tabela 1, restringindo-se às unidades com melhor desempenho (entre 6,0 e 6,8), conforme dados consolidados do Censo Escolar 2024 (INEP, 2024).

Esse recorte foi adotado com o objetivo de homogeneizar o nível de desempenho educacional das alternativas analisadas, permitindo que a avaliação multicritério se concentre exclusivamente nas diferenças estruturais relacionadas à infraestrutura tecnológica. Dessa forma, o IDEB foi utilizado apenas como critério de seleção da amostra, não compondo o conjunto de critérios empregados no modelo de decisão.

Tabela 1 – Escolas selecionadas

Escolas Municipais	Ideb
0724004 EM RODRIGUES ALVES	6,8
0431001 EM ARY BARROSO	6,6
0716073 EM ROBERTO BURLE MARX	6,6
0724006 EM PROFESSOR ALBERT EINSTEIN	6,5
0101011 EM FELIX MIELLI VENERANDO	6,2
1120032 EM NELSON PRUDENCIO	6,2
0204018 EM ESTACIO DE SA	6,1
0204019 EM MINAS GERAIS	6,1
0833022 EM NICARAGUA	6,1
0918074 EM EMBAIXADOR ARAUJO CASTRO	6,1
0622018 EM BADEN POWELL	6,1
0227005 EM ANDRE URANI	6,1
1026026 EM DOUTOR SOCRATES	6,1
0204001 EM DEODORO	6
0204014 EM PRESIDENTE ARTHUR DA COSTA E SILVA	6
0313046 EM REPUBLICA DE EL SALVADOR	6
0313015 EM REPUBLICA DO PERU	6
0514021 EM NUN ALVARES PEREIRA	6
0724022 EM COMUNIDADE DE VARGEM GRANDE	6
0817018 EM LEONIDAS SOBRINHO PORTO	6

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Censo Escolar (2024)

4.2 Base de dados e critérios de avaliação

Os dados utilizados nesta pesquisa são secundários, de domínio público, obtidos a partir do Censo Escolar 2024, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Os critérios considerados no modelo representam dimensões relacionadas à infraestrutura tecnológica escolar, operacionalizadas por meio dos seguintes indicadores, conforme tabela 2, a qual também indicam a monotonicidade de cada critério.

Tabela 2 – Identificação e descrição dos critérios

Critério	Monotonicidade
IN_COMPUTER: Possui computadores na escola? Sim (1), Não (0)	Max
IN_DESKTOP_ALUNO: Disponibilidade de computador por aluno ? Sim (1), Não (0)	Max
IN_INTERNET: Possui conexão de internet ? Sim (1), Não (0)	Max
IN_INTERNET_ALUNOS: Disponibilidade de internet para alunos ? Sim (1), Não (0)	Max
QT_EQUIP_MULTIMIDIA: Quantidade de equipamentos multimídia disponíveis	Max
QT_DESKTOP_ALUNO: Quantidade de equipamentos desktop para alunos disponíveis	Max
QT_COMP_PORTATIL_ALUNO: Quantidade de equipamentos de computador portátil disponível para os alunos	Max
QT_COMP_PORTATIL_ALUNO: Quantidade de equipamentos de aparelhos de tv disponíveis	Max

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados do INEP (2025)

A partir desses indicadores foi construída a matriz de decisão contendo as alternativas (escolas) e os respectivos valores observados para cada critério, apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Matriz de decisão

Escolas Municipais	IN_COMPUTADOR	IN_DESKTOP_ALUNO	IN_INTERNET	IN_INTERNET_ALUNOS	QT_EQUIP_MULTIMIDIA	QT_DESKTOP_ALUNO	QT_COMP_PORTATIL_ALUNO	QT_EQUIP_TV
	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Max
0724004 EM RODRIGUES ALVES	1	1	1	1	8	5	2	1
0431001 EM ARY BARROSO	1	1	1	1	5	10	0	0
0716073 EM ROBERTO BURLE MARX	1	1	1	1	10	18	1	4
0724006 EM PROFESSOR ALBERT EINSTEIN	1	1	1	1	2	8	9	3
0101011 EM FELIX MIELLI VENERANDO	1	1	1	1	16	6	10	13
1120032 EM NELSON PRUDENCIO	1	1	1	1	13	6	5	1
0204018 EM ESTACIO DE SA	1	1	1	1	3	8	5	9
0204019 EM MINAS GERAIS	1	0	1	1	12	0	0	1
0833022 EM NICARAGUA	1	1	1	1	13	7	165	1
0918074 EM EMBAIXADOR ARAUJO CASTRO	1	1	1	1	4	2	5	2
0622018 EM BADEN POWELL	1	1	1	0	2	21	0	2
0227005 EM ANDRE URANI	1	1	1	1	6	5	80	0
1026026 EM DOUTOR SOCRATES	1	0	1	0	13	0	0	2
0204001 EM DEODORO	1	1	1	1	5	39	0	2
0204014 EM PRESIDENTE ARTHUR DA COSTA E SILVA	1	1	1	0	14	20	0	14
0313046 EM REPUBLICA DE EL SALVADOR	1	1	1	0	9	21	9	1
0313015 EM REPUBLICA DO PERU	1	1	1	1	15	16	196	3
0514021 EM NUN ALVARES PEREIRA	1	1	1	1	8	3	0	8
0724022 EM COMUNIDADE DE VARGEM GRANDE	1	1	1	1	8	18	0	1
0817018 EM LEONIDAS SOBRINHO PORTO	1	1	1	1	11	12	7	3

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Censo Escolar (2024)

4.3 Método AHP-Gaussiano

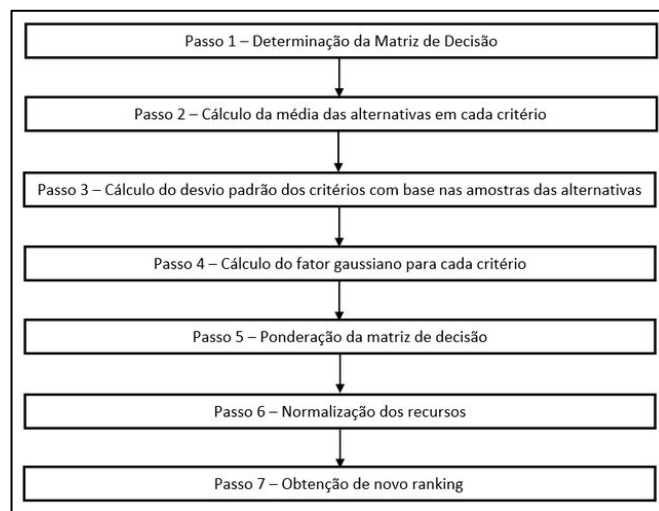
O método AHP-Gaussiano constitui uma adaptação do *Analytic Hierarchy Process* voltada à análise de problemas multicritério baseados predominantemente em dados quantitativos. Diferentemente da formulação clássica do AHP, que depende de comparações pareadas entre critérios e alternativas, a abordagem Gaussiana permite a estimativa dos pesos

diretamente a partir da matriz de decisão, reduzindo a influência de julgamentos subjetivos no processo decisório (Santos et al., 2021).

Nessa abordagem, os critérios são inicialmente ajustados de modo a apresentar a mesma direção de preferência, garantindo comparabilidade entre os indicadores analisados. Em seguida, aplica-se o fator gaussiano para mensurar a contribuição relativa de cada critério na diferenciação das alternativas, permitindo a obtenção dos pesos e a posterior agregação dos desempenhos observados.

A aplicação do AHP-Gaussiano baseia-se em um procedimento sequencial composto por etapas de normalização dos dados, cálculo dos fatores gaussianos e determinação das prioridades relativas das alternativas, resultando no ranqueamento final das unidades avaliadas. A Figura 3 apresenta o fluxo operacional adotado no processo de apoio à decisão.

Figura 3 - Etapas do método AHP Gaussiano



Fonte: Santos, Costa e Gomes (2021)

Os cálculos dos passos 2, 3 e 4, do método, são representados pelas seguintes equações:

Média Aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

Desvio Padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Fator Gaussiano

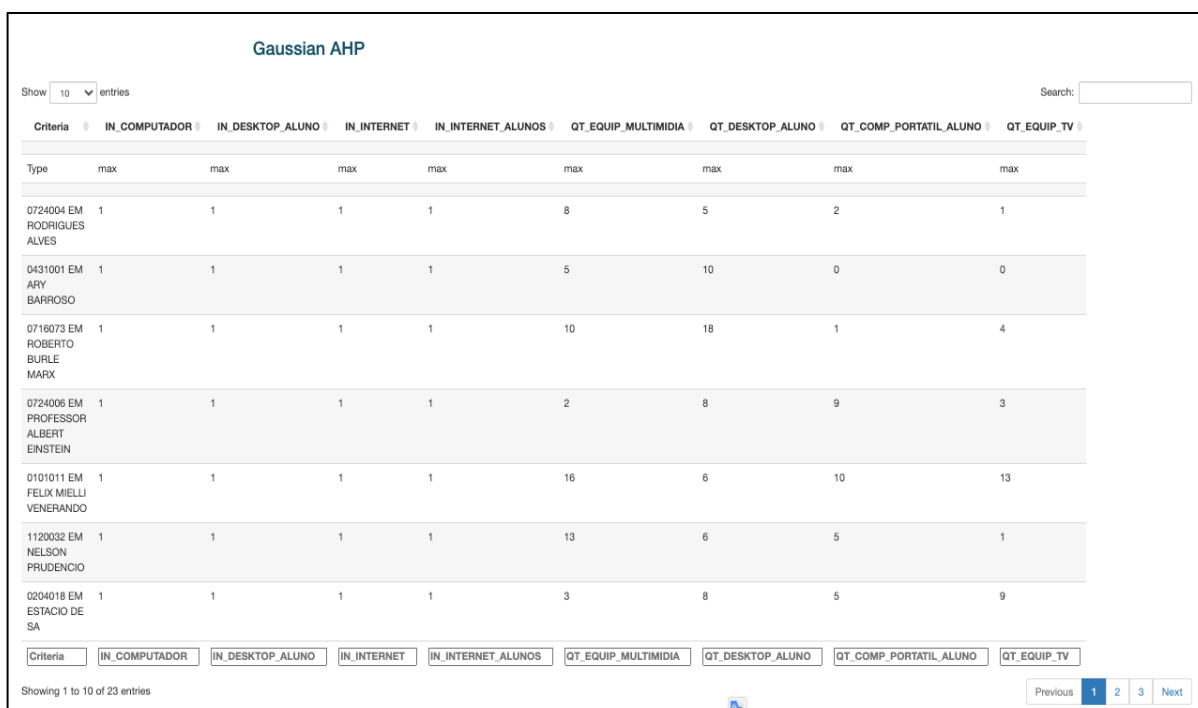
$$f_{gaussiano} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (3)$$

5. Resultados e Discussão

O modelo proposto foi aplicado com o objetivo de avaliar comparativamente as escolas municipais analisadas quanto às suas condições relativas de infraestrutura tecnológica. Para a operacionalização dos cálculos foi utilizada a plataforma computacional Gaussian AHP Software Web (Moreira et al., 2021), desenvolvida em ambiente Shiny na linguagem R.

A matriz de decisão foi inserida na ferramenta computacional (Figura 4) e com isso o ranking foi processado.

Figura 4 – Inserção dos dados na ferramenta computacional



The screenshot displays the Gaussian AHP Software Web interface. At the top, it says 'Gaussian AHP'. Below this, there's a 'Show' dropdown set to '10' and a 'Search' input field. A row of criteria is shown: IN_COMPUTADOR, IN_DESKTOP_ALUNO, IN_INTERNET, IN_INTERNET_ALUNOS, QT_EQUIP_MULTIMIDIA, QT_DESKTOP_ALUNO, QT_COMP_PORTATIL_ALUNO, and QT_EQUIP_TV. Each criterion has a 'max' value. The main table lists 8 schools with their respective scores for each criterion. The schools are: 0724004 EM RODRIGUES ALVES, 0431001 EM ARY BARROSO, 0716073 EM ROBERTO BURLE MARX, 0724006 EM PROFESSOR ALBERT EINSTEIN, 0101011 EM FELIX MIELLI VENERANDO, 1120032 EM NELSON PRUDENCIO, and 0204018 EM ESTACIO DE SA. The bottom of the interface shows 'Showing 1 to 10 of 23 entries' and navigation buttons: Previous, 1 (selected), 2, 3, Next.

Criteria	IN_COMPUTADOR	IN_DESKTOP_ALUNO	IN_INTERNET	IN_INTERNET_ALUNOS	QT_EQUIP_MULTIMIDIA	QT_DESKTOP_ALUNO	QT_COMP_PORTATIL_ALUNO	QT_EQUIP_TV
Type	max	max	max	max	max	max	max	max
0724004 EM RODRIGUES ALVES	1	1	1	1	8	5	2	1
0431001 EM ARY BARROSO	1	1	1	1	5	10	0	0
0716073 EM ROBERTO BURLE MARX	1	1	1	1	10	18	1	4
0724006 EM PROFESSOR ALBERT EINSTEIN	1	1	1	1	2	8	9	3
0101011 EM FELIX MIELLI VENERANDO	1	1	1	1	16	6	10	13
1120032 EM NELSON PRUDENCIO	1	1	1	1	13	6	5	1
0204018 EM ESTACIO DE SA	1	1	1	1	3	8	5	9

Fonte: Ferramenta Gaussian AHP Software Web (2026)

A aplicação do método AHP-Gaussiano permitiu estabelecer o ranqueamento das escolas municipais analisadas segundo suas condições relativas de infraestrutura tecnológica (Figura 5). Os resultados evidenciam que unidades pertencentes ao mesmo intervalo de desempenho educacional, previamente selecionadas com base no IDEB, apresentam diferenças significativas quanto à disponibilidade de recursos tecnológicos. As escolas mais bem posicionadas no ranking destacaram-se principalmente pela maior disponibilidade de equipamentos digitais por aluno, indicando maior capacidade de suporte às práticas pedagógicas mediadas por tecnologia. Esse resultado reforça que níveis semelhantes de desempenho educacional não necessariamente refletem condições estruturais equivalentes,

evidenciando a relevância da análise multicritério como instrumento complementar ao monitoramento educacional tradicional.

Figura 5 – Ranqueamento das escolas

Alternatives	Global Score	Position
0313015 EM REPUBLICA DO PERU	0.19613495	1º
0833022 EM NICARAGUA	0.15798988	2º
0227005 EM ANDRE URANI	0.08077611	3º
0101011 EM FELIX MIELLI VENERANDO	0.06691797	4º
0204014 EM PRESIDENTE ARTHUR DA COSTA E SILVA	0.06431199	5º
0204018 EM ESTACIO DE SA	0.04605341	6º
0204001 EM DEODORO	0.04340010	7º
0716073 EM ROBERTO BURLE MARX	0.03849332	8º
0514021 EM NUN ALVARES PEREIRA	0.03824010	9º
0817018 EM LEONIDAS SOBRINHO PORTO	0.03699377	10º
0313046 EM REPUBLICA DE EL SALVADOR	0.03216367	11º
0724006 EM PROFESSOR ALBERT EINSTEIN	0.03143816	12º
0724022 EM COMUNIDADE DE VARGEM GRANDE	0.02798092	13º
1120032 EM NELSON PRUDENCIO	0.02656115	14º
0622018 EM BADEN POWELL	0.02419135	15º
0918074 EM EMBAIXADOR ARAUJO CASTRO	0.02226807	16º
0724004 EM RODRIGUES ALVES	0.02093132	17º
0431001 EM ARY BARROSO	0.01823378	18º
0204019 EM MINAS GERAIS	0.01459974	19º
1026026 EM DOUTOR SOCRATES	0.01232022	20º
Alternatives	Global Score	Position

Showing 1 to 20 of 20 entries

Fonte: Ferramenta Gaussian AHP Software Web (2026)

Os resultados obtidos a partir da aplicação do AHP-Gaussiano evidenciam diferenças relevantes nas condições de infraestrutura tecnológica entre escolas que apresentam níveis semelhantes de desempenho educacional. Observa-se que critérios associados à disponibilidade quantitativa de equipamentos, especialmente computadores portáteis por aluno e dispositivos multimídia, exerceram maior influência no ranqueamento final das alternativas. Em contrapartida, critérios relacionados à simples existência de recursos tecnológicos apresentaram baixa capacidade discriminatória, indicando relativa homogeneidade entre as unidades analisadas quanto ao acesso básico à conectividade e equipamentos. Esses resultados sugerem que as desigualdades tecnológicas entre escolas municipais não estão associadas à presença dos recursos, mas à sua disponibilidade efetiva e capacidade de suporte ao processo de ensino-aprendizagem.

A análise dos pesos obtidos pelo AHP-Gaussiano (tabela 3) evidencia que os critérios associados à disponibilidade quantitativa de equipamentos tecnológicos exerceram maior influência na ordenação final das alternativas. Destaca-se o critério quantidade de computadores portáteis por aluno (QT_COMP_PORTATIL_ALUNO), que apresentou o maior peso relativo (0,4037), seguido pela quantidade de equipamentos de televisão (QT_EQUIP_TV) (0,2057) e

pela disponibilidade de computadores desktop para alunos (QT_DESKTOP_ALUNO) (0,1503). Critérios relacionados ao acesso dos alunos à internet e à disponibilidade de equipamentos multimídia apresentaram contribuições intermediárias. Por outro lado, os critérios referentes apenas à existência de computadores e conexão à internet apresentaram pesos nulos, indicando baixa capacidade discriminatória entre as escolas analisadas. Esse resultado sugere relativa homogeneidade quanto ao acesso básico à infraestrutura digital, enquanto as diferenças mais relevantes concentram-se na intensidade de recursos tecnológicos efetivamente disponíveis aos estudantes.

Tabela 3 – Ponderação dos critérios

Critério	Peso
IN_COMPUTER: Possui computadores na escola? Sim (1), Não (0)	0
IN_DESKTOP_ALUNO: Disponibilidade de computador por aluno ? Sim (1), Não (0)	0,060571431
IN_INTERNET: Possui conexão de internet ? Sim (1), Não (0)	0
IN_INTERNET_ALUNOS: Disponibilidade de internet para alunos ? Sim (1), Não (0)	0,090857147
QT_EQUIP_MULTIMIDIA: Quantidade de equipamentos multimídia disponíveis	0,088855788
QT_DESKTOP_ALUNO: Quantidade de equipamentos desktop para alunos disponíveis	0,150301795
QT_COMP_PORTATIL_ALUNO: Quantidade de equipamentos de computador portátil disponível para os alunos	0,403723743
QT_COMP_PORTATIL_ALUNO: Quantidade de equipamentos de aparelhos de tv disponíveis	0,205690097

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em Ferramenta Gaussian AHP Software Web (2026)

De forma geral, os resultados obtidos evidenciam que escolas municipais com níveis semelhantes de desempenho educacional podem apresentar diferenças substanciais quanto à disponibilidade efetiva de infraestrutura tecnológica. A análise multicritério demonstrou que a capacidade de suporte tecnológico está mais associada à quantidade de equipamentos disponíveis aos estudantes do que à simples existência de recursos digitais nas unidades escolares. Nesse sentido, o modelo AHP-Gaussiano possibilitou identificar desigualdades estruturais não capturadas por indicadores educacionais agregados, oferecendo uma perspectiva complementar para análise do contexto educacional e para o direcionamento de políticas públicas voltadas à redução de assimetrias tecnológicas no ambiente escolar.

6. Considerações Finais

O objetivo desta pesquisa, consiste em aplicar um modelo de apoio multicritério à decisão para avaliar comparativamente a infraestrutura tecnológica de escolas públicas municipais com níveis semelhantes de desempenho educacional, foi alcançado por meio da aplicação do método AHP-Gaussiano. A abordagem adotada permitiu identificar diferenças estruturais relevantes entre as unidades analisadas, evidenciando que escolas com desempenho equivalente podem apresentar condições tecnológicas substancialmente distintas.

Como contribuição científica, o estudo demonstra a aplicabilidade do AHP-Gaussiano na análise de infraestrutura educacional baseada em dados públicos, reforçando o potencial dos métodos multicritério como ferramentas de apoio à avaliação e ao planejamento educacional. Do ponto de vista social, os resultados oferecem subsídios objetivos para o direcionamento de investimentos públicos voltados à redução de desigualdades tecnológicas entre escolas, contribuindo para decisões mais transparentes e orientadas por evidências no setor educacional.

Como perspectiva futura, recomenda-se a incorporação de variáveis relacionadas ao uso pedagógico das tecnologias e à capacitação docente, permitindo ampliar a compreensão das condições institucionais que sustentam a integração efetiva das tecnologias no processo educacional.

REFERÊNCIAS

- Belton, V., & Stewart, T. J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis*. Springer US.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>
- Carvalho, F. S. de, Pilatti, L. A., de Carvalho, H. A., & de Lima, I. A. (2023). Information and Communication Technology in Brazilian Public Schools: A Sustainable Legacy of the Pandemic? *Sustainability*, 15(8), 6462. <https://doi.org/10.3390/su15086462>
- González Fernández, M. O., Romero-López, M. A., Sgreccia, N. F., & Latorre Medina, M. J. (2025). Marcos normativos para una IA ética y confiable en la educación superior: estado de la cuestión. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(2).
<https://doi.org/10.5944/ried.28.2.43511>
- INEP, I. N. de E. e P. E. A. T. (2024). *Censo Escolar da Educação Básica 2024: Resumo Técnico*. <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>
- Lei de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional (1996).
- Lei Nº 13.005, de 25 de Junho de 2014 (2014).

- Li, Y., Xu, J., & Dehghani, A. (2024). A Comprehensive Synthetic Dataset of Simulated RWH User Daily Activities and Preferences. *Computación y Sistemas*, 28(4). <https://doi.org/10.13053/cys-28-4-5298>
- Liang, E. S., & Bai, S. R. (2025). Generative AI and the future of connectivist learning in higher education. *JOURNAL OF ASIAN PUBLIC POLICY*, 18(2), 329–351. <https://doi.org/10.1080/17516234.2024.2386085>
- Monteiro, F. M. B., SANTOS, M. DOS, NASCIMENTO, A. R. DO, MONTEIRO, A. F. B., & LEITE, T. V. (2025, November 4). *Uma abordagem multicritério para a avaliação do desempenho escolar: aplicando o Método CoCoSo em escolas municipais do Rio de Janeiro*. https://doi.org/10.14488/ENEGEP2025_TN_ST_426_2089_50797
- Monteiro, F. M. B., Santos, T. de L. da R. dos, Rodrigues, L. E. de M., Santos, M., & Santos, A. B. (2025). *Avaliação da atratividade de cursos de graduação em universidades privadas brasileiras: uma análise a partir do método AHP Gaussiano e IA Generativa*. <https://doi.org/10.59254/sbpo-2025-212163>
- OECD. (2019). *OECD Skills Outlook 2019*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>
- Santos, M. dos, Gomes, C. F. S., Moreira, M. Â. L., & Costa, I. P. de A. (2023). *Ferramentas Computacionais de Apoio à Tomada de Decisão* (L. Freesz, Ed.; 1st ed.).
- UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* GEM Report UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- Wessels, B. (2025). Developing an AI framework for learning in higher education: a humanities perspective from English Literature. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00562-w>