



EVENTO
ON-LINE



ConBREpro

XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

MINERAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE GEORREFERENCIADA DA DISTRIBUIÇÃO DE PROFISSIONAIS NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE MARABÁ-PA

Romulo Santos Araujo

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade do Estado do Pará, Campus VIII

Caio de Sousa Pinto

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade do Estado do Pará, Campus VIII

Daniel Meireles de Amorim

Departamento de Engenharia de Produção – Universidade do Estado do Pará, Campus VIII

Resumo: A distribuição de profissionais nas escolas é crucial para a qualidade do ensino e o bem-estar dos alunos. Em Marabá-PA, conhecer essa distribuição ajuda a identificar desigualdades e orientar investimentos. Este estudo analisou a presença de profissionais nas escolas do núcleo urbano de Marabá-PA, com base nos dados do censo escolar de 2024. A base foi filtrada para considerar apenas a presença ou ausência desses profissionais e, em seguida, aplicada análise exploratória e georreferenciada no software Orange Data Mining, utilizando Geo Map e Box Plot. Observou-se que o Núcleo Cidade Nova possui o quadro mais completo, enquanto o Núcleo Velha Marabá e áreas periféricas apresentam maiores déficits, sobretudo de profissionais especializados. Esses resultados evidenciam desigualdade na distribuição de recursos humanos e reforçam a necessidade de políticas de alocação mais equitativas para garantir uma educação inclusiva e de qualidade.

Palavras-chave: Gestão de estoques; AHP; Métodos multicritério; Priorização de materiais; Indústria siderúrgica.

DATA MINING AND GEOREFERENCED ANALYSIS OF PROFESSIONAL DISTRIBUTION IN MUNICIPAL SCHOOLS IN MARABÁ-PA

Abstract: The distribution of professionals in schools is crucial for the quality of education and students' well-being. In Marabá-PA, understanding this distribution helps identify inequalities and guide investments. This study analyzed the presence of professionals in schools in the urban area of Marabá-PA, based on data from the 2024 school census. The dataset was filtered to consider only the presence or absence of these professionals and then subjected to exploratory and georeferenced analysis in the Orange Data Mining software, using Geo Map and Box Plot. It was observed that the Cidade Nova district has the most complete workforce, while the Velha Marabá district and peripheral areas show greater deficits, especially of specialized professionals. These results highlight inequality in the distribution of human resources and reinforce the need for more equitable allocation policies to ensure inclusive and quality education.

Keywords: Basic Education; Data Mining; School Management; Distribution of Professionals; Public Policies.

1. Introdução

A qualidade da educação básica depende não apenas da estrutura física das escolas, mas também da presença e diversidade de profissionais que atuam no ambiente escolar.

Professores, coordenadores pedagógicos, bibliotecários, nutricionistas, psicólogos e outros profissionais de apoio são essenciais para o processo de ensino-aprendizagem, pois promovem o desenvolvimento cognitivo, emocional e social dos estudantes e contribuem para um ambiente escolar mais inclusivo (UNESCO, 2017). A ausência ou escassez desses profissionais pode comprometer o rendimento escolar, aumentar a evasão e dificultar o atendimento às necessidades específicas de cada aluno, especialmente em contextos de vulnerabilidade social (BRASIL, 2014).

No município de Marabá-PA, caracterizado por sua diversidade geográfica e social, as escolas estão distribuídas entre diferentes núcleos urbanos e bairros periféricos, o que pode resultar em desigualdade na alocação de recursos humanos. Garantir que todas as unidades escolares contem com equipes completas é um desafio para os gestores públicos, uma vez que a falta de profissionais especializados impacta diretamente a equidade e a inclusão educacional.

O Censo Escolar, conduzido anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), é a principal fonte de dados sobre a educação básica no Brasil e reúne informações detalhadas sobre infraestrutura, matrículas, turmas e quadro de profissionais (BRASIL, 2025). Apesar da disponibilidade desses dados, muitas vezes eles não são analisados de forma a gerar diagnósticos regionais que auxiliem na tomada de decisão.

Nesse cenário, técnicas de mineração de dados e visualização georreferenciada se apresentam como ferramentas estratégicas para identificar padrões, desigualdades e tendências na distribuição de profissionais da educação, permitindo que gestores priorizem investimentos e implementem políticas de forma mais eficiente.

A literatura aponta que desigualdades territoriais na educação brasileira estão associadas não apenas a diferenças de financiamento, mas também à capacidade dos municípios em atrair e reter profissionais qualificados. Regiões periféricas ou de menor desenvolvimento socioeconômico apresentam maiores dificuldades na fixação de equipes multidisciplinares, o que amplia a disparidade no acesso a uma educação de qualidade (ALVES; SOARES, 2013). Isso significa que, mesmo quando há avanços em políticas nacionais de educação, a implementação local pode reproduzir ou até acentuar desigualdades já existentes.

Outro aspecto importante é a relação entre a presença de equipes completas e o desempenho escolar. Estudos demonstram que escolas que contam com psicólogos, assistentes sociais e bibliotecários apresentam maiores índices de permanência estudantil e melhoram seu desempenho em indicadores como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), uma vez que conseguem oferecer apoio pedagógico, socioemocional e cultural de maneira integrada (FERREIRA; GOMES, 2022). Dessa forma, a análise da distribuição desses profissionais não deve ser vista apenas como um dado administrativo, mas como uma variável determinante da qualidade educacional.

No contexto global, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Agenda 2030, estabelece como prioridade a promoção de uma educação inclusiva e equitativa (ODS 4), reforçando a necessidade de políticas que garantam não apenas acesso, mas também condições adequadas de permanência e aprendizagem para todos os estudantes (ONU, 2015). Assim, compreender como os recursos humanos estão distribuídos no território urbano de Marabá-PA se torna essencial para avaliar o alinhamento do município às metas internacionais e às políticas nacionais de educação.

Além disso, a aplicação de métodos de análise de dados, como a mineração e a clusterização hierárquica, torna-se relevante diante da complexidade das variáveis educacionais. Ferramentas como o software Orange Data Mining possibilitam a

identificação de padrões ocultos e a geração de evidências visuais que auxiliam gestores na formulação de estratégias de intervenção (DEMŠAR et al., 2013). Esse tipo de abordagem reforça a importância do uso da ciência de dados aplicada à gestão educacional, ampliando a capacidade de monitoramento e de resposta às desigualdades detectadas.

Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar a distribuição dos profissionais nas escolas do núcleo urbano de Marabá-PA, a partir de dados obtidos no Censo Escolar de 2024. Espera-se que esta análise contribua para o diagnóstico da realidade educacional do município, fornecendo subsídios para políticas de alocação de profissionais que visem reduzir desigualdades e fortalecer a rede municipal de ensino. Ao oferecer uma visão detalhada das disparidades existentes, a pesquisa pretende colaborar para a construção de uma educação mais inclusiva, equitativa e alinhada às metas nacionais e internacionais de qualidade educacional.

2. Referencial teórico

A presença de profissionais de apoio na educação básica é reconhecida como um elemento essencial para garantir um processo de ensino-aprendizagem inclusivo e de qualidade. Bibliotecários contribuem para o desenvolvimento de competências de leitura e pesquisa, favorecendo o aprendizado autônomo dos alunos (MENEZES; COSTA, 2020). Psicólogos e assistentes sociais são fundamentais para o acolhimento emocional, prevenção da evasão e enfrentamento de questões socioemocionais no ambiente escolar (GUZZO; MARINHO-ARAÚJO, 2011). Nutricionistas e responsáveis pela alimentação escolar asseguram uma nutrição adequada, impactando diretamente o desempenho cognitivo e a saúde dos estudantes (BRASIL, 2020). Já tradutores e intérpretes de Libras, revisores de braile e outros profissionais especializados são indispensáveis para a efetivação do direito à educação inclusiva, previsto na Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015). Dessa forma, a presença ou ausência desses profissionais está diretamente relacionada à equidade no acesso à educação e ao cumprimento das metas do Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014).

Para compreender a distribuição desses profissionais e identificar desigualdades, a análise de grandes conjuntos de dados (data mining ou mineração de dados) se apresenta como uma ferramenta estratégica. A mineração de dados consiste em um processo estruturado que combina métodos estatísticos, inteligência artificial e aprendizado de máquina para extrair padrões, correlações e informações úteis a partir de bases extensas e complexas (HAN; KAMBER; PEI, 2012).

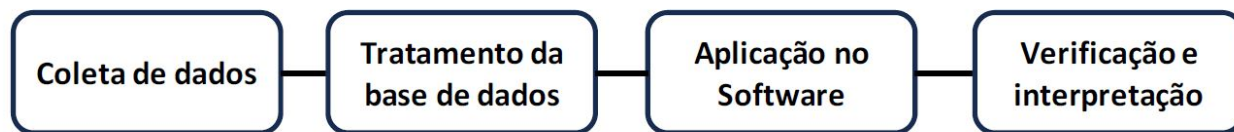
No presente estudo, utilizou-se a técnica de clusterização hierárquica, que é um método não supervisionado de agrupamento. Este método busca reunir elementos (neste caso, escolas) com características semelhantes em grupos, de forma que a similaridade dentro de cada grupo seja máxima e entre grupos seja mínima. O algoritmo hierárquico funciona a partir de uma matriz de distâncias que representa a dissimilaridade entre cada par de elementos. Inicialmente, cada escola é considerada um cluster independente. A cada iteração, os dois clusters mais semelhantes são unidos, formando um novo cluster. Esse processo continua até que todos os elementos estejam agrupados em uma única estrutura, que pode ser representada por um dendrograma (JAIN; DUBES, 1988).

No software Orange, esse procedimento é implementado de forma visual, permitindo escolher o número de grupos resultantes a partir do corte do dendrograma. Tal abordagem é útil para identificar padrões regionais e diferenças estruturais no quadro de profissionais, permitindo análises comparativas entre os grupos de escolas e subsidiando políticas de alocação mais direcionadas.

3. Metodologia

O presente estudo foi desenvolvido em quatro etapas principais:

Figura 1 – Fluxo de estudo



Fonte: Autores (2025)

3.1 Coleta de dados

Os dados foram obtidos a partir do censo escolar de 2024, (INEP,2024). A base continha informações das escolas municipais e estaduais, incluindo dados de infraestrutura, matrículas, turmas, modalidades de ensino, quadro de profissionais e equipamentos alocados.

3.2 Tratamento da base de dados

Para atender ao objetivo do estudo, foi realizado um filtro na base, de forma a manter exclusivamente as variáveis referentes à presença de profissionais nas escolas. Nessas variáveis, o valor 0 indicou ausência do profissional e o valor 1 indicou presença. Os profissionais analisados incluíam: administrativos, auxiliares de serviços gerais, bibliotecários, profissionais de saúde, coordenadores pedagógicos, fonoaudiólogos, nutricionistas, psicólogos, responsáveis pela alimentação escolar, pedagogos, secretários escolares, agentes de segurança, monitores, gestores, assistentes sociais, tradutores/intérpretes de Libras, técnicos agrícolas e revisores de braile.

3.3 Aplicação no software Orange

A base tratada foi importada para o software Orange Data Mining, ferramenta de código aberto voltada para análise de dados e aprendizado de máquina. Foram aplicadas duas análises principais:

Geo Map: permitiu georreferenciar as escolas no mapa da cidade, sinalizando as regiões de acordo com a completude do quadro de profissionais. A criação dos grupos se deu pelo algoritmo de aprendizado de máquina Agrupamento Hierárquico.

Box Plot: possibilitou a comparação entre grupos de escolas, evidenciando diferenças no quadro de pessoal. Essa análise permitiu identificar desigualdades entre regiões e compreender onde há maior déficit de profissionais.

4. Resultados

A análise georreferenciada evidenciou diferenças significativas na distribuição dos profissionais entre as regiões da cidade de Marabá-PA. Conforme ilustrado no Mapa 1:

Figura 2 – Ranking das alternativas no SuperDecisions

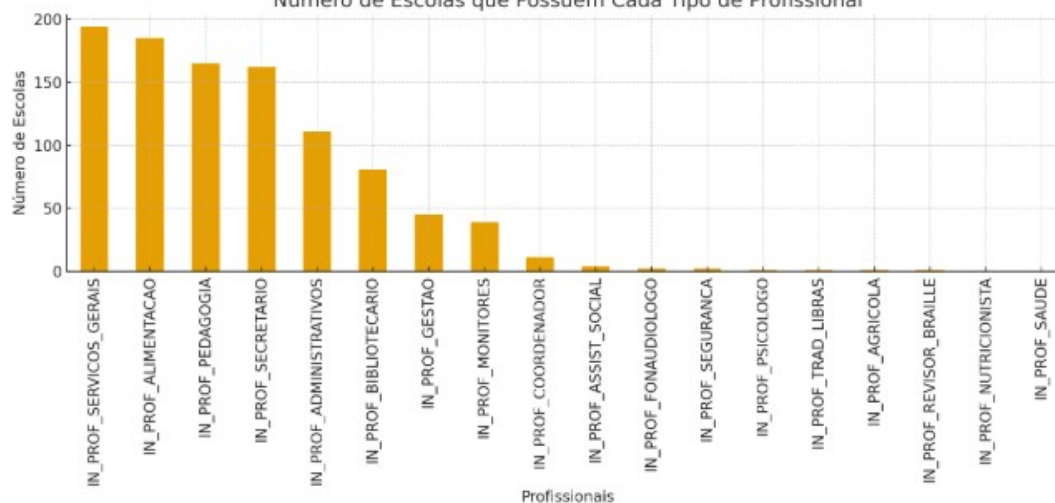


Fonte: Autores (2025)

A análise georreferenciada evidenciou desigualdades marcantes na distribuição de profissionais entre os núcleos urbanos de Marabá-PA. As escolas representadas em azul possuem a maior diversidade de profissionais, em vermelho estão aquelas com quantidade intermediária, e em amarelo, as que apresentam menor variedade de profissionais. O Núcleo Cidade Nova concentrou a maioria das escolas classificadas como “completas”, com presença quase universal de bibliotecários, psicólogos, coordenadores pedagógicos e auxiliares de serviços gerais. Em contraste, o Núcleo Velha Marabá e os bairros periféricos apresentaram déficits significativos, com ausência de profissionais especializados e carência de pessoal de apoio administrativo, o que pode comprometer o funcionamento cotidiano das escolas e sobrecarregar gestores e professores.

Figura 2 – Ranking das alternativas no SuperDecisions

Número de Escolas que Possuem Cada Tipo de Profissional



Fonte: Autores (2025)

O gráfico de barras (Figura 3) apresenta o número de escolas que possuem cada tipo de profissional. Observa-se que funções como auxiliares de serviços gerais, responsáveis pela alimentação escolar, pedagogos e secretários escolares são as mais amplamente

presentes, compondo a base do funcionamento administrativo e pedagógico das . Em contrapartida, profissionais como fonoaudiólogos, nutricionistas, psicólogos, revisores de braile e intérpretes de Libras são escassos, estando presentes em pouquíssimas ou nenhuma unidade. Essa distribuição confirma os achados de outros estudos que apontam o déficit de profissionais especializados como um dos principais desafios para a efetivação da educação inclusiva e do atendimento integral ao aluno (UNESCO, 2017; BRASIL, 2015).

Essa escassez tem impacto direto no cumprimento de políticas públicas, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (no caso dos nutricionistas) e a Lei Brasileira de Inclusão (no caso dos intérpretes de Libras e revisores de braile), comprometendo a equidade no acesso ao ensino. Além disso, a baixa presença de psicólogos pode dificultar o enfrentamento de questões socioemocionais e contribuir para aumento da evasão escolar em regiões mais vulneráveis (GUZZO; MARINHO-ARAÚJO, 2011).

O Box Plot possibilitou analisar a dispersão e variabilidade dos dados entre os grupos formados pela clusterização hierárquica. Observou-se que o Grupo C1 apresentou valores de mediana elevados e intervalos interquartílicos estreitos para a maioria dos profissionais, indicando homogeneidade e alta cobertura de recursos humanos. Já o Grupo C3 apresentou medianas próximas de zero e presença de outliers positivos, sugerindo que poucas escolas possuem profissionais especializados, mas a maioria não os tem. Essa heterogeneidade aponta para disparidades estruturais na rede municipal.

A presença de bibliotecários em 100% das escolas do Grupo C1, mas ausente no Grupo C3, reforça evidências de que o acesso a bibliotecas escolares é desigual no Brasil, com impacto direto na promoção da leitura e no desempenho acadêmico (MENEZES; COSTA, 2020). A carência de psicólogos e assistentes sociais em regiões periféricas também é preocupante, pois esses profissionais desempenham papel essencial na prevenção da evasão escolar e no suporte socioemocional (GUZZO; MARINHO-ARAÚJO, 2011). Da mesma forma, a ausência de nutricionistas e responsáveis pela alimentação escolar em algumas unidades compromete a implementação plena do Programa Nacional de Alimentação Escolar (BRASIL, 2020).

A análise ainda evidenciou que escolas com maior completude de quadro profissional tendem a se concentrar em áreas centrais, possivelmente associadas a maior infraestrutura e facilidade de contratação. Este padrão foi identificado em outros estudos que apontam a desigualdade territorial como um dos principais desafios para a garantia de equidade na educação básica (UNESCO, 2017).

Esses resultados indicam que a distribuição de profissionais não é aleatória, mas influenciada por fatores socioespaciais que favorecem áreas mais centrais em detrimento de regiões periféricas. A partir desse diagnóstico, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas direcionadas para a alocação estratégica de profissionais nas áreas de maior vulnerabilidade, garantindo o cumprimento das metas de equidade e inclusão do Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014).

A análise dos dados também sugere que a desigualdade na distribuição de profissionais pode estar relacionada à dificuldade de fixação desses trabalhadores em áreas periféricas, frequentemente marcadas por infraestrutura precária e menor atratividade profissional. Estudos realizados em outros municípios brasileiros demonstram que regiões centrais costumam concentrar melhores condições de trabalho, o que favorece a permanência de profissionais especializados, enquanto as áreas de vulnerabilidade social enfrentam maior rotatividade e lacunas no atendimento (SILVA; OLIVEIRA, 2021). Isso reforça a necessidade de incentivos e políticas públicas que priorizem a valorização profissional e garantam condições equitativas de atuação.

Outro ponto relevante é que a carência de profissionais especializados não afeta apenas a dinâmica escolar, mas também os indicadores educacionais em médio e longo prazo. Pesquisas indicam que escolas com equipes multidisciplinares completas tendem a apresentar menores taxas de evasão e melhores resultados em avaliações externas, como o IDEB, por proporcionarem suporte integral às demandas acadêmicas e socioemocionais dos estudantes (FERREIRA; GOMES, 2022). Dessa forma, a desigualdade observada em Marabá-PA não é apenas um reflexo da má distribuição de recursos humanos, mas um fator estruturante que pode comprometer a qualidade educacional e ampliar disparidades já existentes no desempenho escolar.

5. Conclusões

O presente estudo evidenciou que a distribuição de profissionais nas escolas do núcleo urbano de Marabá-PA é heterogênea, com forte concentração de equipes completas em regiões centrais, especialmente no Núcleo Cidade Nova, e déficit expressivo de pessoal em áreas periféricas e no Núcleo Velha Marabá. Profissionais essenciais, como bibliotecários, psicólogos, nutricionistas, tradutores de Libras e revisores de braile, encontram-se ausentes na maioria das escolas, o que compromete a efetivação de políticas de inclusão e o atendimento integral às necessidades dos alunos.

A análise utilizando mineração de dados e clusterização hierárquica mostrou-se eficaz para identificar padrões regionais e agrupar escolas de acordo com o grau de completude de seus quadros de pessoal. As visualizações em Geo Map e as comparações por meio de Box Plot possibilitaram uma leitura clara das desigualdades e trouxeram evidências objetivas para subsidiar decisões de gestores educacionais.

Esses achados reforçam a necessidade de políticas de alocação mais equitativas, priorizando as escolas com maior vulnerabilidade social e menor presença de profissionais especializados. Investimentos estratégicos em psicólogos, assistentes sociais, nutricionistas, fonoaudiólogos e intérpretes de Libras são particularmente relevantes para garantir a equidade educacional, reduzir a evasão escolar e promover um ambiente de aprendizagem inclusivo, conforme previsto no Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014) e na Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015).

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas explorem indicadores de desempenho escolar em conjunto com a distribuição de recursos humanos, de forma a investigar o impacto direto da presença de cada profissional sobre a aprendizagem dos alunos, permitindo ajustes mais precisos nas políticas públicas educacionais.

Além disso, os resultados obtidos reforçam a importância de associar a análise de dados quantitativos com a realidade vivenciada pelas comunidades escolares. A simples identificação da ausência de profissionais deve ser acompanhada de investigações qualitativas, capazes de compreender as dificuldades locais, como barreiras de infraestrutura, carência de recursos materiais e desafios socioeconômicos enfrentados por alunos e famílias. Essa integração metodológica pode ampliar a eficácia das políticas educacionais, tornando-as mais sensíveis ao contexto e às demandas específicas de cada território.

Outro aspecto relevante é que a desigualdade na distribuição de profissionais dialoga diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, em especial o ODS 4, que busca assegurar educação inclusiva, equitativa e de qualidade. A carência de equipes multidisciplinares em regiões periféricas compromete o alcance dessas metas internacionais e evidencia a necessidade de articulação entre políticas nacionais e compromissos globais (ONU, 2015). Portanto, a superação desse cenário exige não apenas investimentos financeiros, mas também planejamento estratégico integrado entre diferentes esferas governamentais.

Finalmente, este estudo contribui para ampliar o debate sobre equidade educacional ao oferecer um diagnóstico claro das desigualdades presentes em Marabá-PA. Espera-se que as evidências aqui apresentadas subsidiem a formulação de políticas públicas mais assertivas, baseadas em dados objetivos e direcionadas para a redução das disparidades regionais. Assim, reforça-se que a presença de profissionais qualificados em todas as escolas não deve ser vista apenas como meta administrativa, mas como um direito fundamental para a promoção da cidadania e para o fortalecimento da educação pública de qualidade no Brasil.

Referências

ALVES, M. T. G.; SOARES, J. F. Contexto escolar e indicadores educacionais: desafios para a avaliação da qualidade da educação básica no Brasil. **Educação e Pesquisa**, v. 39, n. 1, p. 177-194, 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Microdados do Censo Escolar da Educação Básica**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>. Acesso em: 25 set. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2014.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)**. Resolução nº 6, de 8 de maio de 2020. Dispõe sobre as diretrizes da alimentação escolar. Brasília: MEC/FNDE, 2020.

DEMŠAR, J. et al. Orange: **Data Mining Toolbox in Python**. Journal of Machine Learning Research, v. 14, p. 2349–2353, 2013.

FERREIRA, M. L.; GOMES, P. R. Equipes multidisciplinares e desempenho escolar: uma análise em escolas públicas brasileiras. **Cadernos de Pesquisa**, v. 52, p. 45-68, 2022.

GUZZO, R. S. L.; MARINHO-ARAÚJO, C. M. **Psicologia escolar: desafios e perspectivas na educação básica**. Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 27, n. 2, p. 125-133, 2011.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data Mining: Concepts and Techniques**. 3. ed. Waltham: Morgan Kaufmann, 2012.

JAIN, A. K.; DUBES, R. C. **Algorithms for Clustering Data**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. São Paulo: EPU, 2013.

MENEZES, A. C.; COSTA, F. C. **O papel do bibliotecário na formação do leitor na escola básica**. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, v. 25, n. 2, p. 201-218, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque: ONU, 2015.

SILVA, A. C.; OLIVEIRA, R. A. Desafios da fixação de profissionais da educação em áreas vulneráveis. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, e260024, 2021.

UNESCO. **Global Education Monitoring Report**: Accountability in education – meeting our commitments. Paris: UNESCO, 2017.