



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO**

LUIS GUSTAVO MENESES PEREIRA

**ANÁLISE ESPACIAL DA FREQUÊNCIA ESCOLAR POR FAIXA ETÁRIA NO
ESTADO DO PIAUÍ**

TERESINA

2025

LUIS GUSTAVO MENESES PEREIRA

ANÁLISE ESPACIAL DA FREQUÊNCIA ESCOLAR POR FAIXA ETÁRIA NO ESTADO
DO PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso como artigo científico
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Geoprocessamento do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí,
Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^a. Ma. Amanda Bezerra Matias.

TERESINA

2025

ANÁLISE ESPACIAL DA FREQUÊNCIA ESCOLAR POR FAIXA ETÁRIA NO ESTADO DO PIAUÍ

Luís Gustavo Meneses Pereira¹
Amanda Bezerra Matias²

RESUMO

Este estudo analisa os padrões espaciais da frequência escolar no estado do Piauí, com foco nas desigualdades territoriais por faixa etária. Foram utilizados dados do Censo Demográfico do IBGE (2022), processados em QGIS e analisados estatisticamente no GeoDa por meio do Índice de Moran Global e dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA). Os resultados mostraram que o Piauí apresentou taxa bruta de frequência escolar superior à média nacional (28,05% contra 26,46%), porém com forte heterogeneidade municipal. Os *hot spots* de alta frequência concentram-se no sul e centro-norte, enquanto os *cold spots* predominam no sudeste e leste. As desigualdades são mais acentuadas em faixas etárias críticas, como a primeira infância (0–5 anos) e a juventude (15–24 anos), com evasão elevada no ensino médio. A análise temporal (2010–2022) revelou que os padrões espaciais se tornaram menos intensos, mas persistem. Recomenda-se a adoção de políticas públicas territorializadas e intersetoriais para reduzir disparidades educacionais.

Palavras-chave: Moran; Piauí; sig; geoprocessamento; educação.

ABSTRACT

This study analyzes the spatial patterns of school attendance in the state of Piauí, focusing on territorial inequalities by age group. Data from the IBGE (2022) Demographic Census were used, processed in QGIS, and statistically analyzed in GeoDa using the Global Moran Index and Local Indicators of Spatial Association (LISA). The results show that Piauí had a gross school attendance rate higher than the national average (28.05% versus 26.46%), but with strong municipal heterogeneity. High attendance hot spots are concentrated in the south and north-central regions, while cold spots predominate in the southeast and east. Inequalities are most pronounced in critical age groups, such as early childhood (0–5 years) and youth (15–24 years), with high high school dropout rates. The temporal analysis (2010–2022) revealed that spatial patterns have become less intense but persist. The adoption of territorialized and intersectoral public policies is recommended to reduce educational disparities.

Keywords: Moran; Piauí; gis; geoprocessing; education.

Data de aprovação: 18/12/2025

¹ Graduando em Geoprocessamento. IFPI. lg178400@gmail.com

² Prof^a. Mr^a de Geoprocessamento. IFPI. amanda.matias@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A frequência escolar é um dos principais indicadores utilizados para avaliar o acesso à educação e o cumprimento do direito à escolarização, garantido pela Constituição Federal. O artigo 208, inciso I, assegura a educação básica obrigatória e gratuita para crianças e adolescentes dos 4 aos 17 anos, enquanto o inciso IV garante a educação infantil em creche e pré-escola até os 5 anos. O artigo 214 estabelece o Plano Nacional de Educação como instrumento para a erradicação do analfabetismo, universalização do atendimento escolar, melhoria da qualidade do ensino e promoção do desenvolvimento científico, tecnológico e humanístico do País (Brasil, 1988).

A frequência escolar é, ainda, um fator determinante para o desempenho acadêmico e um indicador essencial para a gestão educacional, utilizado para fins legislativos, pedagógicos e financeiros. Estudos demonstram que políticas públicas que atrelam benefícios à frequência mínima escolar, como o extinto Programa Bolsa Escola (BRASIL, 2001) e o atual Programa Bolsa Família (PBF) (Brasil, 2004), foram capazes de aumentar significativamente as taxas de frequência e combater a evasão escolar, especialmente entre as famílias em situação de vulnerabilidade socioeconômica (Santos et al., 2025). Essa vinculação entre benefícios sociais e frequência escolar visa romper o ciclo intergeracional da pobreza, garantindo às novas gerações maiores oportunidades por meio da educação (Campello; Neri, 2013).

Mais recentemente, foi ampliado esses programas sociais com a criação do Programa Pé-de-Meia, instituído pela Lei nº 14.818/2024, que estabelece uma política de poupança educacional voltada a estudantes do ensino médio da rede pública pertencentes a famílias de baixa renda. O programa condiciona o recebimento de incentivos financeiros à matrícula, à frequência escolar mínima e à conclusão de cada etapa do ensino médio, além da participação em avaliação nacional. Trata-se de uma estratégia de indução direta à permanência e à conclusão da educação básica, atuando de forma complementar às políticas de transferência de renda já existentes e reforçando o papel da frequência escolar como critério central de permanência educacional (Brasil, 2024).

Entretanto, em regiões marcadas por extrema vulnerabilidade, fatores como a gravidez na adolescência e a inserção precoce no mercado de trabalho persistem como desafios críticos à permanência escolar, exigindo abordagens mais amplas e intersetoriais (Sousa et al., 2018; Silva Filho; Araújo, 2017).

Neste contexto, a utilização de técnicas de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) oferece suporte importante à gestão pública, ao permitir a identificação de padrões territoriais e a definição de áreas prioritárias para intervenção. O SIG possibilita aperfeiçoar a atualização e a interpretação de dados, uma vez que a realidade educacional está sujeita a contínuas mudanças (Moura, 2014). A gestão escolar baseada em dados espaciais fornece aos gestores subsídios para decisões mais eficazes sobre onde e como alocar recursos para reduzir desigualdades regionais (Santos et al., 2025).

Este estudo tem como objetivo avaliar a autocorrelação espacial da frequência escolar nos municípios do estado do Piauí, utilizando dados do Censo Demográfico de 2022, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio da plataforma SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Como análise complementar, também foi considerada a taxa bruta de frequência escolar total referente ao Censo Demográfico de 2010, permitindo observar possíveis mudanças temporais na distribuição espacial da frequência escolar ao longo da última década.

2 METODOLOGIA

Assim a presente pesquisa investigou a distribuição espacial da taxa bruta de frequência escolar no Piauí, considerando as faixas etárias de 0 a 3 anos, 4 a 5 anos, 6 a 14 anos, 15 a 17 anos, 18 a 24 anos e 25 anos ou mais. Os dados foram processados e especializados no software QGIS, com elaboração de mapas temáticos por município, e analisados estatisticamente no GeoDa, por meio do Índice de Moran Global e dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA). Esses métodos possibilitaram identificar padrões de autocorrelação e agrupamentos espaciais significativos, delimitando regiões de maior e menor desempenho educacional, além de outliers que exigem investigação específica.

A taxa bruta de frequência escolar (TBFE) é definida como a razão entre o número de pessoas que frequentam escola, em determinado grupo populacional, e o número total de pessoas desse grupo, multiplicada por 100, expressando o percentual de escolarização daquele segmento populacional. Sua fórmula é dada pela seguinte equação:

$$TBFE = \left(\frac{\text{Número de pessoas do grupo que frequentam escola}}{\text{População residente total do grupo}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Para o tratamento e a espacialização inicial dos dados, foi utilizado o software QGIS, versão 3.36.3, por meio do qual foram elaborados mapas temáticos para cada uma das

variáveis. Os valores municipais foram classificados em intervalos determinados pela técnica de quebras naturais (Jenks), que busca minimizar a variabilidade dentro dos grupos e maximizar a variabilidade entre os grupos, resultando em uma divisão dos dados mais aderente às suas distribuições reais e evidenciando padrões e desigualdades mais claramente.

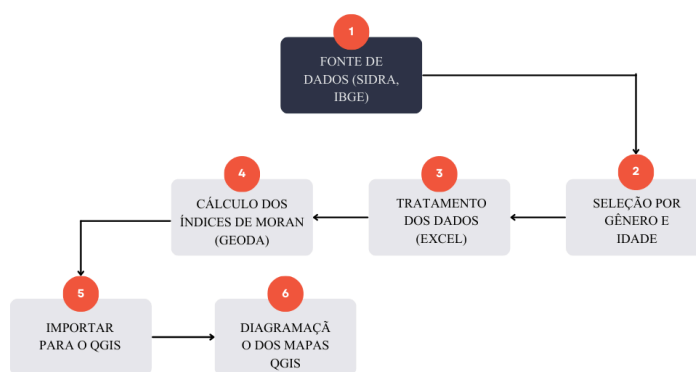
A análise estatística espacial foi conduzida no *software* GeoDa, GeoDa é um software livre e de código aberto para Análise Exploratória de Dados Espaciais (ESDA), criado para explorar e modelar padrões em dados geográficos, oferecendo ferramentas intuitivas para visualização, autocorrelação espacial (como o Índice de Moran) e regressão espacial, sendo amplamente utilizado por pesquisadores em diversas áreas, como economia, saúde e urbanismo, para obter novos insights sobre fenômenos localizados, como distribuição de doenças ou renda por região. empregando o Índice de Moran Global, para testar a hipótese de dependência espacial e verificar a presença de autocorrelação espacial nos dados. E para apontar agrupamentos locais (*clusters*) e *outliers* espacialmente significativos, foi aplicado o Indicadores Locais de Associação Espacial (*Local Indicators of Spatial Association - LISA*), também conhecidos como Moran Local. Este indicador é empregado para verificar se os valores da variável de interesse se distribuem de forma aleatória no território ou se exibem um padrão de agrupamento ou dispersão. Um valor positivo e estatisticamente significativo do Índice de Moran Global sugere que municípios com características similares tendem a se agrupar espacialmente, enquanto um valor próximo de zero indica ausência de autocorrelação espacial (Luzardo et al., 2017, p.2).

Para a construção da matriz de vizinhança espacial, foi adotado o critério da rainha (*queen contiguity*), que considera como vizinhos todos os municípios que compartilham pelo menos um vértice ou lado em comum. Esse critério é considerado mais adequado para áreas com unidades de tamanhos e formatos irregulares, como os municípios do Piauí, pois capta de forma mais completa as interações espaciais possíveis, não se limitando apenas ao contato por fronteiras lineares (como no critério da torre ou *rook*). Os métodos Rook e Queen definem as regras de vizinhança para o cálculo do Índice de Moran baseando-se na forma como as peças de xadrez se movem. No critério Rook, ou Torre, o programa só considera vizinhos os polígonos que compartilham uma fronteira física, ou seja, uma linha de divisa. Se duas cidades se tocarem apenas por um ponto ou quina, elas não são contadas como vizinhas. Por outro lado, o critério Queen, ou Rainha, é bem mais flexível e abrangente, pois considera vizinha qualquer área que toque a outra em qualquer lugar, seja por uma linha de fronteira ou apenas por um vértice. O método da rainha é particularmente importante para

capturar a estrutura de dependência espacial entre as observações, garantindo que a autocorrelação espacial seja devidamente identificada mesmo em casos de vizinhança mínima.

Todas as análises consideraram como unidade geográfica de estudo os municípios piauienses, com base na malha municipal oficial do IBGE para o ano de 2022. A inclusão dos dados de 2010 permitiu a comparação temporal da frequência escolar no estado, possibilitando constatar tendências ou persistências espaciais das desigualdades educacionais ao longo dos últimos dez anos.

Figura 1 - Fluxograma do processo dos dados



Fonte: Os autores (2025).

O fluxograma da Figura 1 apresenta a metodologia empregada para a análise espacial da frequência escolar por faixa etária no estado do Piauí. O processo inicia-se com a aquisição dos dados censitários junto à fonte oficial. Em seguida, procede-se à seleção e extração dos registros pertinentes ao estudo, com base nos critérios de gênero e faixa etária correspondente à população em idade escolar.

Os dados foram extraídos da tabela “Taxa bruta de frequência escolar, segundo os grupos de idade, o sexo e a cor ou raça, para os 224 municípios do Piauí. As variáveis analisadas foram:

- Taxa bruta de frequência escolar total.
- Taxa bruta de frequência escolar para homens.
- Taxa bruta de frequência escolar para mulheres.
- Taxas por grupos etários: 0 a 3 anos, 4 a 5 anos, 6 a 14 anos, 15 a 17 anos, 18 a 24 anos e 25 anos ou mais.

A terceira etapa consistiu no tratamento e organização dos dados no software Excel, visando à padronização e consistência do banco de dados. Com os dados devidamente

estruturados, a análise de autocorrelação espacial foi realizada por meio do cálculo do Índice de Moran Global e Local (LISA) no ambiente GeoDa, permitindo identificar a existência de clusters espaciais significativos de alta ou baixa frequência escolar.

Posteriormente, os dados georreferenciados e os resultados da análise foram importados para o software QGIS. Na fase final, executou-se a diagramação e a elaboração cartográfica no QGIS, gerando mapas temáticos que sintetizam visualmente os padrões espaciais identificados, conferindo robustez à interpretação dos resultados e às conclusões do estudo.

3 RESULTADOS

A análise da frequência escolar no estado do Piauí revelou padrões que diferem da média nacional em vários aspectos. No comparativo geral, o Piauí apresentou, em 2022, uma taxa bruta total de frequência escolar de 28,05%, superior à média brasileira de 26,46%, evidenciando um cenário de escolarização relativamente mais favorável. Essa vantagem é observada tanto entre os homens, com 28,18% no Piauí e 26,92% no Brasil, quanto entre as mulheres, com 27,93% frente a 26,02%, indicando equilíbrio de gênero no acesso à educação.

Ao detalhar as taxas por faixa etária e sexo, torna-se evidente que as desigualdades variam ao longo do ciclo educacional. Na primeira infância (0 a 3 anos), a frequência escolar ainda é baixa, embora ligeiramente mais elevada para as meninas. Já a partir dos 4 anos, com a obrigatoriedade da pré-escola, observa-se uma universalização expressiva, alcançando quase 95% no Piauí. No Ensino Fundamental (6 a 14 anos), o estado atinge cobertura próxima de 99%, superando ligeiramente a média nacional.

Esses elevados percentuais de frequência podem ser parcialmente atribuídos ao impacto dos programas sociais do governo, como o Programa Bolsa Família, que tem desempenhado um papel importante na redução do analfabetismo no Nordeste. As pesquisas de Silva e Paes (2019) evidenciam os efeitos positivos dessas políticas sobre indicadores básicos, como a educação, o acesso à água e ao saneamento.

No entanto, é crucial reconhecer suas limitações em contextos de extrema vulnerabilidade. Em situações de pobreza mais severa, o valor do benefício concedido pelos programas sociais se mostra insuficiente para compensar a renda que crianças e adolescentes geram por meio do trabalho, o que continua a pressionar pela sua não permanência na escola (Silva Filho; Araújo, 2017).

Embora a escola pública e democrática deve garantir um ambiente seguro, higiênico e confortável para que os alunos possam progredir em seus estudos, a realidade em diversas

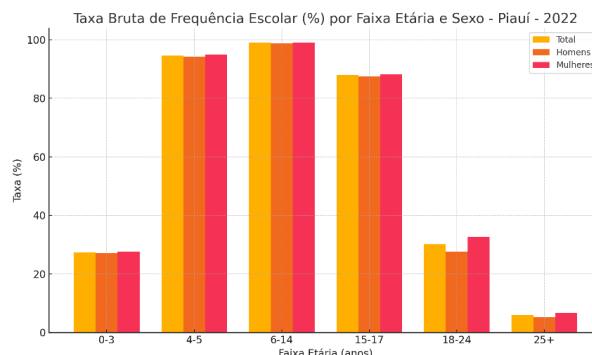
redes escolares brasileiras está longe desse ideal. Paradoxalmente, enquanto o sistema educacional impõe a assimilação de conteúdo curricular e exige alta performance em avaliações externas, muitas escolas falham em proporcionar o básico. Sublinha-se a existência de um paradoxo no sistema educacional brasileiro, que cobra o alto desempenho dos alunos em avaliações, mas não consegue assegurar condições mínimas de infraestrutura, como acesso à água potável, saneamento básico e coleta de lixo, impactando diretamente no aprendizado e no desenvolvimento integral dos estudantes (Souza; Silva, 2022).

Na faixa etária de 15 a 17 anos, a frequência escolar começa a declinar, embora o Piauí mantenha resultados superiores aos do país como um todo. Entre jovens de 18 a 24 anos, essa queda se intensifica, porém com uma maior presença feminina na escola. O declínio acentuado nas taxas de frequência a partir dos 15 anos identificado neste estudo vai além de uma questão de acesso, envolvendo também problemas de permanência e engajamento. A desmotivação e a percepção da escola como uma instituição alienante são apontadas como fatores críticos para o abandono, principalmente entre estudantes com histórico de reprovações sucessivas, que se sentem marginalizados pelo sistema de ensino tradicional (Mateus; Ribeiro, 2009). Essa constatação evidencia a necessidade de repensar não apenas políticas de assistência, mas também as metodologias e a estrutura curricular do ensino médio, tornando-as mais atrativas e significativas para a juventude.

Esse declínio progressivo está intimamente associado ao fenômeno da evasão escolar, que na Educação de Jovens e Adultos (EJA) assume contornos particulares. O abandono escolar nessa modalidade de ensino demanda uma atenção específica, uma vez que seus alunos, impossibilitados de estudar na idade regular, retomam os estudos já na fase adulta e precisam conciliar os estudos com o trabalho, enfrentando grandes desafios (Paraguassu, 2021). Essa realidade exige muita força de vontade dos estudantes, bem como compreensão e flexibilidade por parte dos professores e da instituição escolar.

Esses padrões são ilustrados na Figura 2, que apresenta a taxa bruta de frequência escolar por faixa etária e sexo para o estado do Piauí em 2022. O gráfico evidencia a universalização praticamente alcançada no Ensino Fundamental, a queda progressiva a partir do Ensino Médio e a vantagem feminina nas faixas mais avançadas de idade, apontando para uma maior permanência das mulheres nos níveis superiores de escolaridade

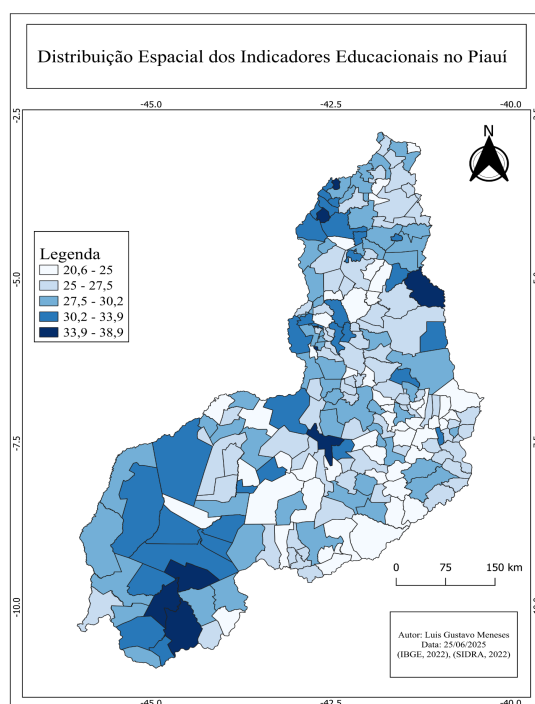
Figura 2 – Taxa Bruta de Frequência Escolar (%) por Faixa Etária e Sexo no Piauí.



Fonte: Os autores (2025).

Observando a dimensão espacial dos resultados da taxa bruta de frequência escolar total no Piauí (Figura 3) revela fortes desigualdades entre os municípios, com valores variando de 20,6% a 38,9%. Notam-se áreas de maior concentração de altas taxas no extremo sul e em porções do centro-norte, enquanto os menores valores estão espalhados por municípios do leste e centro-norte. Entre os municípios com taxas mais elevadas, destacam-se Redenção do Gurguéia, Parnaguá, Riacho Frio, São José do Peixe, Santo Antônio dos Milagres, Buriti dos Montes, Nossa Senhora dos Remédios e Joca Marques, todos pertencentes à classe superior da distribuição, acima de 34,3%.

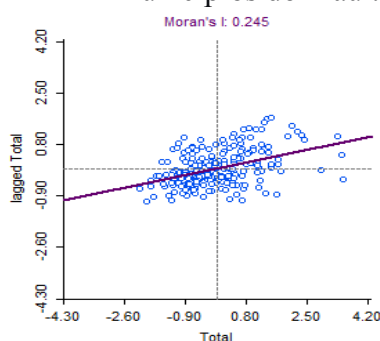
Figura 3 – Distribuição espacial da taxa bruta de frequência escolar total — Piauí — 2022.



Fonte: Os autores (2025).

A análise de autocorrelação espacial global confirma a não aleatoriedade desses padrões. O Índice de Moran Global para a taxa total foi de 0,245, indicando autocorrelação espacial positiva moderada, como mostra o Diagrama de Espalhamento de Moran (Figura 4). A significância estatística desse resultado foi avaliada por meio de um teste de permutação com 999 repetições, obtendo-se um pseudo-p = 0,001, o que permite rejeitar a hipótese nula de aleatoriedade na distribuição espacial das taxas.

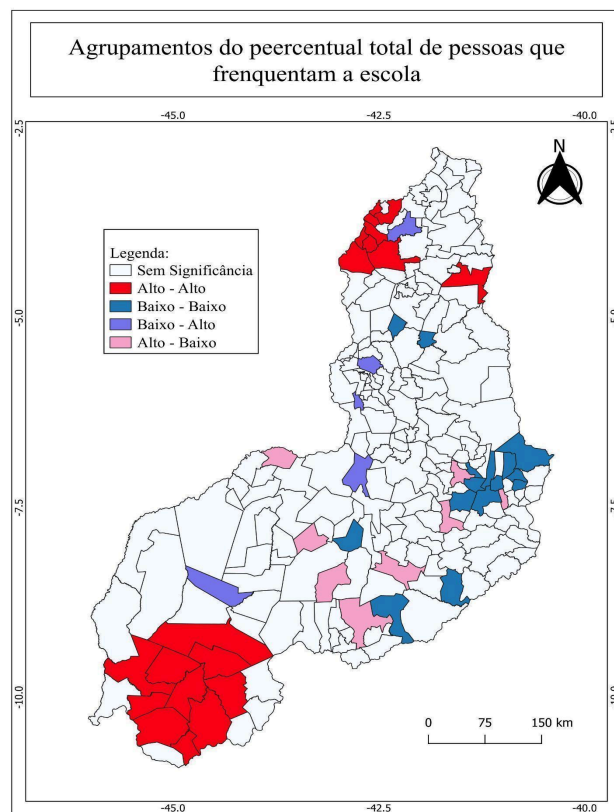
Figura 4 – Diagrama de dispersão de Moran para a taxa total de frequência escolar nos municípios do Piauí.



Fonte: Os autores (2025).

Em nível local, a aplicação dos Indicadores Locais de Associação Espacial (Figura 5) aprofundou a compreensão dos padrões de autocorrelação, identificando agrupamentos estatisticamente significativos e *outliers*. O mapa de clusters LISA evidencia a presença marcante de *hot spots* (*clusters Alto-Alto*), representados em vermelho, que sinalizam aglomerados de municípios com elevada taxa bruta de frequência escolar, localizados principalmente nas regiões sul e centro-norte do estado. Em contrapartida, são observados os *cold spots* (*clusters Baixo-Baixo*), indicados em rosa, que concentram municípios com taxas de frequência escolar consistentemente baixas, distribuídos predominantemente no sudeste e leste do Piauí. Além desses agrupamentos, foram detectados ainda 5 municípios classificados como *Low-high* e 8 como *High-Low*, considerados *outliers* espaciais por destoarem do padrão dos municípios adjacentes, sugerindo a necessidade de análises adicionais para elucidar os fatores contextuais que explicam essas discrepâncias locais.

Figura 5 – Agrupamentos Espaciais da População em Idade Escolar Matriculada



Fonte: Os autores (2025).

A persistência desses *cold spots* de baixa frequência escolar nas regiões sudeste e leste do estado, pode ser explicada por um ciclo de pobreza que compromete o acesso e a permanência dos jovens no sistema educacional. Nessas áreas, a população de baixa renda frequentemente se vê obrigada a ingressar precocemente no mercado de trabalho para complementar a renda familiar, ocupando postos de baixa qualificação e baixos salários, o que perpetua sua condição de pobreza e restringe as oportunidades futuras (Cacciamali; Tatei; Batista, 2010). Em contextos de extrema vulnerabilidade, o valor dos benefícios sociais,

muitas vezes, mostra-se insuficiente para substituir a renda proveniente do trabalho de crianças e adolescentes, fazendo com que a necessidade imediata de geração de renda se sobreponha ao valor percebido da educação a longo prazo (Mateus; Ribeiro, 2009).

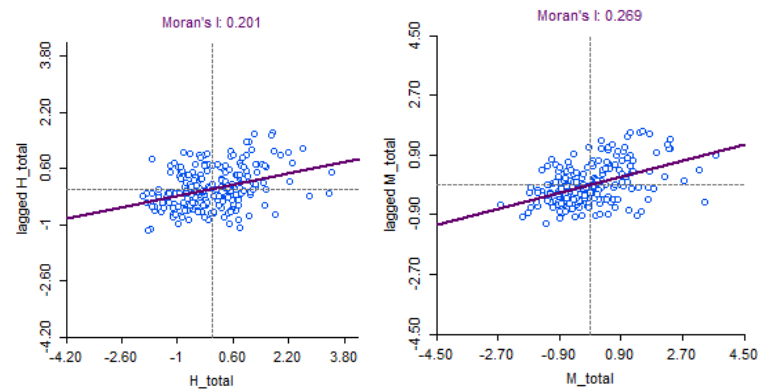
A pesquisa de Cacciamali, Tatei e Batista (2010) sobre o Programa Bolsa Família concluiu que, embora o programa seja eficiente em elevar a frequência escolar, ele não reduz a incidência do trabalho infantil e, em alguns casos, até mesmo aumenta. Isso ocorre porque o valor do benefício, por si só, é insuficiente para substituir completamente a renda proveniente do trabalho de crianças e adolescentes em famílias em situação de extrema vulnerabilidade. Este cenário confirma que, em contextos sociais precários, os jovens são frequentemente vistos como fonte de renda, fazendo com que a oportunidade de um trabalho imediato se sobreponha ao valor percebido da educação a longo prazo (Silva Filho; Araújo, 2017).

Dessa forma, a presença de *cold spots* nessas áreas, associada à predominância de municípios de baixa renda, sugere a necessidade de estudos mais detalhados nessas regiões, de modo a identificar as diferentes formas de pressão econômica exercidas sobre as famílias que comprometem o cumprimento da condicionalidade de frequência escolar. Embora essa condicionalidade represente um instrumento importante de estímulo à permanência na escola, ela, isoladamente, não é suficiente para romper o ciclo do trabalho infantil.

3.1. ANÁLISE ESPACIAL DA FREQUÊNCIA ESCOLAR POR SEXO E GRUPOS ETÁRIOS

A análise da frequência escolar por sexo revelou padrões espaciais distintos, embora relacionados ao padrão geral observado para a população total. Entre os homens, a distribuição espacial apresenta similaridade com a configuração geral (Figura 6), mas com intensidade ligeiramente menor. O Índice de Moran Global para os homens foi de 0,201, estatisticamente significativo ($pseudo-p = 0,001$), indicando autocorrelação espacial positiva moderada, como mostra o diagrama de dispersão de Moran Figura 6 (à esquerda).

Figura 6 – Diagramas de dispersão de Moran para a taxa bruta de frequência escolar entre homens (esquerda) e mulheres (direita) no Piauí.

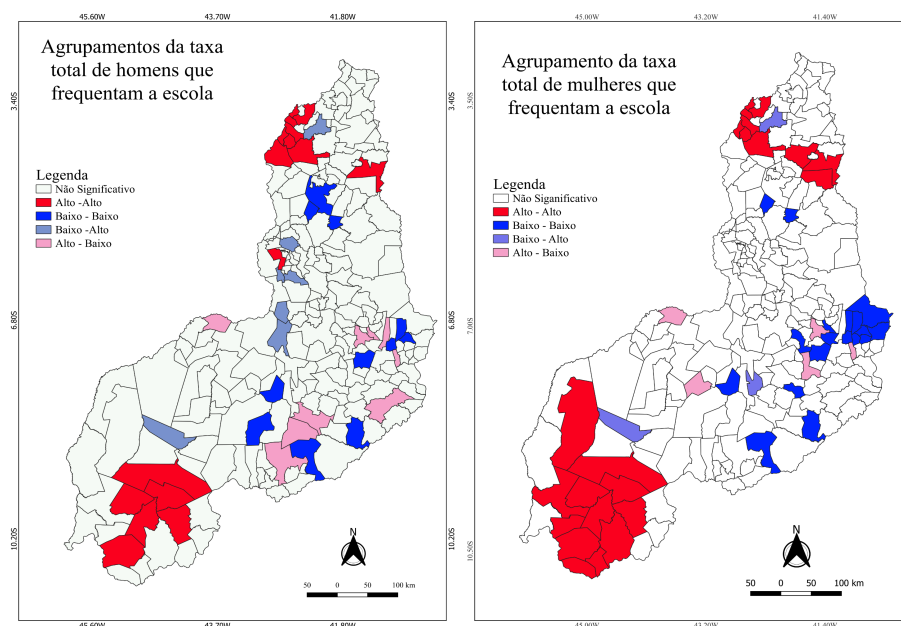


Fonte: Os autores (2025)

Para as mulheres, os padrões espaciais são ainda mais pronunciados. O Índice de Moran Global foi o mais elevado entre as três análises, com valor de 0,269 (*pseudo-p* = 0,001), indicando uma dependência espacial mais forte. O diagrama de dispersão de Moran para as mulheres, mostrado na Figura 6 (à direita), apresenta uma inclinação mais acentuada da linha de regressão, reforçando a maior intensidade dos agrupamentos positivos.

Os mapas de *clusters* LISA para homens e mulheres (Figura 7) detalham como os padrões de desigualdade educacional se expressam territorialmente no estado. Para os homens, os *hot spots* concentram-se nas regiões sul e centro-norte do Piauí, sugerindo a influência de contextos socioeconômicos mais favoráveis, maior infraestrutura escolar e possivelmente políticas locais mais efetivas nessas áreas. Já os *cold spots*, áreas com baixas taxas e vizinhos igualmente baixos, predominam nas regiões sudeste e leste, evidenciando bolsões persistentes de vulnerabilidade educacional.

Figura 7 - Clusters espaciais da taxa bruta de frequência escolar entre homens (esquerda) e mulheres (direita) no Piauí.



Fonte: Os autores (2025).

Entre as mulheres, o padrão regional é semelhante, mas com maior intensidade. As regiões sul e centro-norte novamente se destacam como polos positivos, com agrupamentos ainda mais robustos, reforçando a hipótese de que a permanência feminina na escola se beneficia mais das condições regionais favoráveis. Por outro lado, as regiões sudeste e leste mantêm-se como focos de baixa frequência escolar, indicando a necessidade de intervenções específicas nessas localidades para promover maior equidade.

A análise espacial por faixa etária revela como as desigualdades educacionais se manifestam ao longo do ciclo de vida escolar (Figura 8). Entre as crianças de 0 a 3 anos, observa-se um padrão de baixa frequência escolar, como esperado para essa etapa não obrigatória, mas ainda assim com evidência de *cold spots* no extremo sul e sudoeste, contrastando com *hot spots* localizados no centro-norte. O Índice de Moran Global para essa faixa foi de 0,157, indicando uma autocorrelação positiva fraca, porém significativa, na distribuição das taxas.

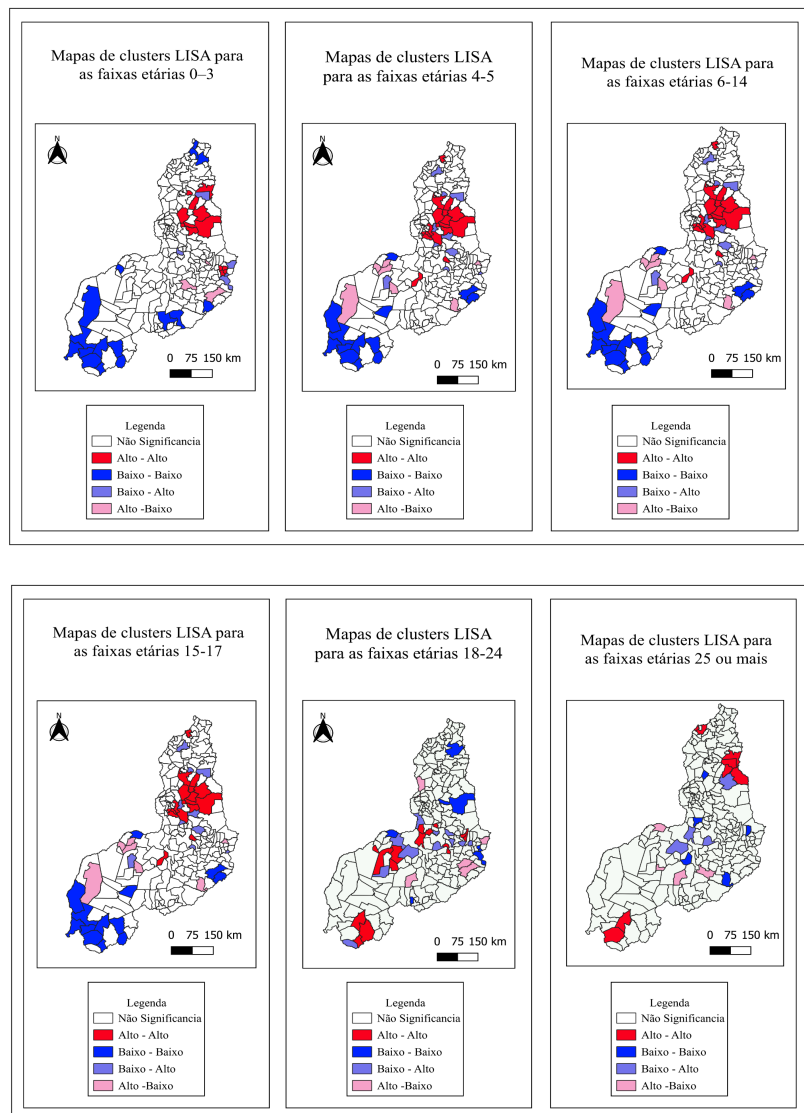
Na faixa de 4 a 5 anos, a frequência escolar se eleva, acompanhando a obrigatoriedade da pré-escola, com *hot spots* mais bem definidos no centro-norte e persistência de *cold spots* no Sudoeste. O Índice de Moran Global para essa faixa foi de 0,123, também indicando autocorrelação positiva fraca.

Para o ensino fundamental (6 a 14 anos), a frequência escolar alcança níveis de quase universalização no estado, com um Índice de Moran Global ainda mais baixo, de 0,045,

refletindo uma homogeneidade territorial maior. Mesmo assim, pequenos *cold spots* permanecem visíveis no Sudoeste, sinalizando vulnerabilidades residuais.

No ensino médio (15 a 17 anos), as desigualdades territoriais voltam a se intensificar, com um Índice de Moran Global de 0,222, evidenciando maior autocorrelação espacial. Os *hot spots* concentram-se no centro-norte e os *cold spots* no sul e sudeste, destacando áreas críticas de evasão escolar.

Figura 8 – Clusters espaciais para as faixas etárias 0–3, 4–5, 6–14, 15–17, 18–24 e 25 anos ou mais no Piauí



Fonte: Os autores (2025).

Entre os jovens de 18 a 24 anos, a frequência escolar cai, mas com um Índice de Moran Global de 0,113, ainda é possível identificar agrupamentos positivos nos centros urbanos, indicando maior acesso ao ensino superior nessas localidades.

Por fim, para a população com 25 anos ou mais, o Índice de Moran Global foi de 0,071, o mais baixo entre todas as faixas, o que já era esperado para essa população, que em geral já concluiu seus estudos formais. Os *hot spots* estão restritos aos grandes centros urbanos e municípios com presença de instituições de ensino superior e cursos de educação continuada, enquanto os *cold spots* dominam amplas áreas do interior.

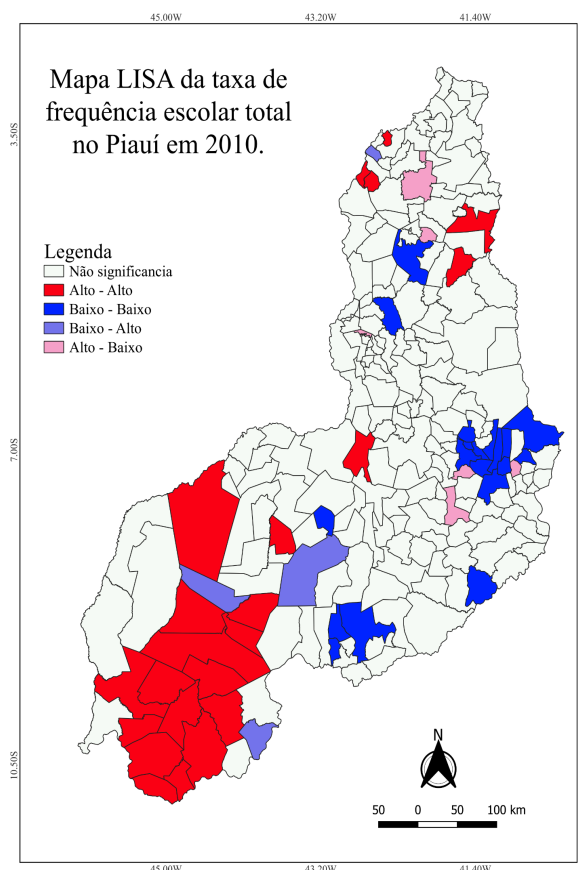
3.2 ANÁLISE COMPARATIVA DA FREQUÊNCIA ESCOLAR NO PIAUÍ: 2010–2023

Para complementar a análise, foi realizada uma comparação com os resultados do Censo Demográfico de 2010 e com dados da *Síntese de Indicadores Sociais* (IBGE) entre 2017 e 2023 (Figura 9 e Tabela 1). Em 2010, a taxa bruta total no Piauí era 28,9%, similar ao valor de 2022 (28,05%), mas com maior intensidade de autocorrelação espacial (Índice de Moran Global = 0,302). Isso indica que, ao longo da última década, embora a taxa média estadual tenha permanecido estável, os padrões espaciais de desigualdade perderam força, tornando-se mais difusos.

Na Figura 9, observa-se que a região sul manteve os agrupamentos com alta taxa de frequência escolar, enquanto a região centro-norte, em 2010, não apresentava agrupamentos significativos de valores elevados, como verificado em 2022. Esse resultado indica que, ao longo do período, a região centro-norte passou a apresentar maior similaridade de frequência escolar entre os municípios, evidenciando avanços na homogeneização dos indicadores educacionais nessa área.

Os dados da *Síntese de Indicadores Sociais* mostram pequenas variações anuais desde 2017, com avanço notável na faixa de 0 a 3 anos, que subiu de 26,3% (2017) para 36,9% (2023), refletindo maior cobertura da educação infantil. Nas demais faixas, os percentuais permaneceram elevados (próximos à universalização no ensino fundamental), mas a pandemia contribuiu para uma leve queda na frequência entre jovens de 15–24 anos.

Figura 9 – análise da taxa de frequência escolar total no Piauí em 2010.



Fonte: Os autores (2025).

Diante desse cenário, agravado pelos impactos da pandemia na frequência escolar, os resultados obtidos evidenciam a necessidade premente de políticas públicas que ultrapassem o âmbito da transferência de renda e adotem uma abordagem multidimensional e contextualizada para reverter o abandono e garantir a permanência. A experiência bem-sucedida do Programa de Intervenção para a Eliminação do Abandono Escolar (PIEF) demonstra que o combate eficaz à evasão requer intervenções que incluam acompanhamento psicológico, visitas domiciliares para engajamento familiar, articulação com autarquias locais e a seleção de educadores com perfil adequado para atuar nesse contexto específico (Mateus; Ribeiro, 2009). Portanto, para os *cold spots* identificados no Piauí, recomenda-se a implementação de uma força-tarefa local multidisciplinar, inspirada no modelo PIEF, capaz de atuar de forma integrada nas dimensões econômica, pedagógica, familiar e psicológica que permeiam o problema do abandono escolar.

A Tabela 1 revela um sistema educacional com conquistas e desafios marcantes. O ensino fundamental (6 a 14 anos) está praticamente universalizado, com taxas de frequência consistentemente próximas de 99,5%. No entanto, o estado sofre com uma evasão

significativa no ensino médio (15 a 17 anos), onde cerca de 10% dos jovens já estão fora da escola, e um acesso muito limitado ao ensino superior (18 a 24 anos), com apenas cerca de um terço dessa população estudando.

Tabela 1 – Taxas brutas de frequência escolar (%) no Piauí por faixa etária (2010, 2017–2022).

Ano	Total	0 a 3 anos	4 a 5 anos	6 a 14 anos	15 a 17 anos	18 a 24 anos	25 anos ou mais
2010	28,9	36,9	98,8	99,4	90,6	32,0	4,6
2017	31,1	26,3	97,6	99,5	90,8	35,2	5,1
2018	31,1	26,0	96,9	99,3	90,6	36,1	5,4
2019	30,5	29,4	98,0	99,5	90,3	36,4	5,2
2022	30,3	31,6	95,7	99,7	90,5	34,1	7,0

Fonte: IBGE (2010, 2022). Censo Demográfico. IBGE (2017–2022). Síntese de Indicadores Sociais.

Um dado positivo é a expansão no atendimento à educação infantil (0 a 3 anos), cuja taxa de frequência cresceu substancialmente, passando de 26,0% em 2018 para 31,6% em 2022. A taxa geral de frequência, que havia se mantido estável, sofreu uma queda em 2022.

4 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que, embora o Piauí apresente taxas de frequência escolar superiores à média do país, persistem marcantes desigualdades territoriais, com concentrações espaciais bem delimitadas de altas frequências nas regiões centro-norte e sul e baixas frequências no sudeste e leste estaduais. A avaliação por faixa etária revelou fragilidades especialmente no ensino médio, enquanto a comparação com anos anteriores aponta uma suave redução na intensidade da desigualdade espacial, porém sem avanços suficientes para superar as assimetrias regionais.

Recomenda-se, portanto, a adoção de políticas educacionais territorializadas, que considerem as particularidades socioeconômicas de cada região, aliadas ao uso de geotecnologias para o planejamento e monitoramento de ações públicas. Para reduzir as disparidades, é fundamental direcionar investimentos não apenas para infraestrutura escolar, mas também para programas de permanência e estímulo à conclusão da educação básica e técnica, especialmente nos territórios identificados como cold spots.

Nesse contexto, destaca-se o Programa Pé-de-Meia, instituído pela Lei nº 14.818/2024, como uma política recente com elevado potencial de impacto direto sobre a permanência e a conclusão do ensino médio. Ao associar incentivos financeiros à matrícula, frequência e aprovação escolar, o programa atua como mecanismo de mitigação da evasão em faixas etárias críticas, sobretudo nos municípios de maior vulnerabilidade socioeconômica. No entanto, os resultados desta pesquisa indicam que, para que seus efeitos sejam efetivos na redução dos cold spots identificados, o Pé-de-Meia deve ser articulado a políticas complementares de geração de renda, ampliação da jornada escolar, assistência social e mobilidade educacional.

Do ponto de vista metodológico, o uso de técnicas de Análise Espacial Exploratória em ambiente SIG demonstrou elevada capacidade de revelar padrões territoriais ocultos nas médias estaduais, permitindo uma leitura geográfica mais precisa das desigualdades educacionais. A aplicação do Índice de Moran Global e do LISA mostrou-se fundamental para a identificação de áreas prioritárias para intervenção.

Estudos futuros podem enriquecer essa análise ao integrar, por meio de modelos espaciais multivariados, variáveis como renda familiar, condições de saneamento, dinâmica econômica local e cobertura de programas sociais, aprofundando a compreensão sobre os fatores que influenciam a frequência escolar. Pesquisas longitudinais também serão valiosas para avaliar, de forma espacialmente explícita, os impactos do Programa Pé-de-Meia e de outras políticas públicas sobre a trajetória educacional de crianças e jovens piauienses ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.836, de 9 de janeiro de 2004. Institui o Programa Bolsa Família. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 12 jan. 2004. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.219, de 11 de abril de 2001. Institui o Programa Bolsa Escola Federal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 12 abr. 2001. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.818, de 16 de janeiro de 2024. Institui o Programa Pé-de-Meia, destinado a promover a permanência e a conclusão escolar de estudantes do ensino médio da rede pública. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 17 jan. 2024. Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. Decreto nº 11.901, de 26 de janeiro de 2024. Regulamenta a Lei nº 14.818, de 16 de janeiro de 2024, que institui o Programa Pé-de-Meia. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 29 jan. 2024. Acesso em: 8 set. 2025.

CAMPELLO, Tereza; NERI, Marcelo Côrtes (Org.). Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania. Brasília, DF: Ipea, 2013. Acesso em: 30 jun. 2025.

GEODA CENTER. GeoDa [software de computador]. Versão 1.20.0. Arizona State University, 2023. Disponível em: <https://geodacenter.asu.edu/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sidra: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2022: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Síntese de Indicadores Sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira 2017–2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2017–2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 jul. 2025.

SOUZA, Rodrigo Gustavo de; SILVA, José de Ribamar Sá. A oferta de água potável e o desempenho escolar nos anos iniciais do ensino fundamental em escolas rurais no Maranhão: uma análise a partir dos dados do INEP relativos ao ano de 2023. Campina Grande, 2023. Acesso em: 30 jun. 2025.

JENKS, G. F. The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, [S. l.], v. 7, p. 186–190, 1967. Acesso em: 14 jul. 2025.

LUZARDO, Antonio José Rocha; CASTAÑEDA FILHO, Rafael March; RUBIM, Igor Brum. Análise espacial exploratória com o emprego do índice de Moran. *GEOgraphia*, Niterói, v. 19, n. 40, p. 161-167, maio/ago. 2017. Acesso em: 14 jul. 2025.

MOURA, Dante Henrique. Educação Básica e Profissional no PNE (2014-2024): Avanços e contradições. *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 8, n. 15, p. 353-368, jul./dez. 2014. Acesso em: 30 jun. 2025.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System [software de computador]. Versão 3.36.3. Open Source Geospatial Foundation, 2024. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 30 jun. 2025.

SANTOS, Carolina Pinheiro dos et al. Gestão escolar baseada em dados: análise da frequência estudantil e modelos de otimização. Brasília, DF: MEC, 2025. Acesso em: 14 jul. 2025.

SILVA, Everlane Suane de Araújo da; PAES, Neir Antunes. Programa Bolsa Família e a redução da mortalidade infantil nos municípios do Semiárido brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 2, p. 623-630, 2019. Acesso em: 12 jul. 2025.

CACCIAMALI, Maria Cristina; TATEI, Fabio; BATISTA, Natalia Ferreira. Impactos do Programa Bolsa Família Federal sobre o Trabalho Infantil e a Frequência Escolar. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 269-301, maio/ago. 2010. Acesso em: 14 jul. 2025.

PARAGUASSU, Ingridy de Jesus. As possibilidades do ensino à distância para conciliar trabalho e ensino noturno em EJA e reduzir a evasão/abandono escolar. 2021. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Humanas, Campus III, Juazeiro, 2021. Acesso em: 10 set. 2025.

SILVA FILHO, Raimundo Barbosa; ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima. Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. *Educação Por Escrito*, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 35-48, jan./jun. 2017. Acesso em: 12 jul. 2025.

IPECE. Atlas da Pobreza e Desigualdade no Ceará. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, 2012. Acesso em: 10 set. 2025.

MATEUS, M. do N. E.; RIBEIRO, M. do C. Educação Contra a Exclusão - Trabalho Infantil e Abandono Escolar: Uma Realidade Entre Dois Mundos. In: CONGRESSO DA SPCE, 10., 2009, Bragança. Investigar, Avaliar, Descentralizar – Actas do X Congresso da SPCE (Comunicação nº 265). Bragança: SPCE e ESE/IPB, 2009. Acesso em: 14 jul. 2025.

SILVA FILHO, Raimundo Barbosa; ARAÚJO, Ronaldo Marcos de Lima. Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências. *Educação Por Escrito*, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 35-48, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/porescrito>. Acesso em: 10 set. 2025.

SOUSA, Carolina Rodrigues de Oliveira et al. Fatores preditores da evasão escolar entre adolescentes com experiência de gravidez. *Cadernos Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 160-169, 2018. DOI: 10.1590/1414-462X201800020461. Acesso em: 10 set. 2025.