

## Efeitos da condição alimentar sobre a distorção idade-série escolar no Brasil: uma análise com modelos de tratamento binários e multivalorados

Juliane da Silva Ciríaco<sup>1</sup>  | Sandro Pereira Silva<sup>2</sup>  | Otoniel Rodrigues dos Anjos Junior<sup>3</sup>  | Julyan Gleyvison Machado Gouveia Lins<sup>4</sup>  | Cinthia Barbosa Sousa<sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD/CAPES), com atuação na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Doutora em economia. E-mail: juliane.ciriaco@ipea.gov.br

<sup>2</sup> Técnico de Planejamento e Pesquisa no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e atua como Diretor do Departamento de Gestão de Fundos do Ministério do Trabalho e Emprego (DGF/MTE). Doutor em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento. E-mail: sandro.pereira@ipea.gov.br

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC), vinculado ao Departamento de Estudos Interdisciplinares (DEINTER), atuando no Bacharelado em Economia Ecológica e no Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Políticas Públicas (PPGAPP). Doutor em economia. E-mail: pbdosanjos@hotmail.com

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), com atuação também no Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE/UFBA). Doutor em economia. E-mail: julyanlinkk@hotmail.com

<sup>5</sup> Economista. Doutora em economia pelo Centro de Aperfeiçoamento de Economistas do Nordeste da Universidade Federal do Ceará (CAEN-UFC). E-mail: cinthiabarbosasousa@gmail.com

### RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar o impacto da condição de insegurança alimentar e nutricional (IAN) sobre a distorção idade-série escolar de estudantes brasileiros matriculados na rede de educação básica. Para isso, foram empregadas técnicas de pareamento e métodos de reponderação e, na sequência, adotou-se uma abordagem de tratamento multivalorado para mensurar, de forma diferenciada, os efeitos de distintos níveis de IAN sobre o atraso escolar. Os resultados mostram que a IAN severa apresenta impacto sobre alunos de ambos os sexos, em áreas tanto urbanas quanto rurais do país. Especificamente, os efeitos são mais pronunciados para estudantes do sexo feminino de áreas urbanas. Esses achados evidenciam a importância de políticas públicas sensíveis às desigualdades de gênero e de território, pois os efeitos da IAN sobre a educação variam conforme o contexto analisado, com um peso mais elevado na população socioeconomicamente vulnerável.

### PALAVRAS-CHAVE

Insegurança alimentar e nutricional, Educação básica, Distorção idade-série escolar

### Effects of food security status on age-grade distortion in Brazil: an analysis using binary and multivalued treatment models

### ABSTRACT

This study aims to analyze the impact of food and nutrition insecurity (FNI) on age-grade distortion among Brazilian students enrolled in basic education. To this end, matching techniques and reweighting methods were employed, followed by a multivalued treatment approach to estimate, in a differentiated manner, the effects of distinct levels of FNI on school delay. The results indicate that severe FNI affects students of both sexes in both urban and rural areas of the country. Specifically, the effects are more pronounced among female students in urban areas. These findings underscore the importance of public policies that are sensitive to gender and territorial inequalities, as the effects of FNI on education vary according to the context analyzed, with a greater burden on socioeconomically vulnerable populations.

### KEYWORDS

Food and nutrition insecurity, Basic education, Age-grade distortion

### CLASSIFICAÇÃO JEL

I14, I31, Q18, R22

## 1. Introdução

A condição de insegurança alimentar e nutricional (IAN) é caracterizada quando os indivíduos não possuem acesso contínuo e adequado a alimentos em quantidade e qualidade necessárias para sua sobrevivência. Além da insuficiência de renda, fatores estruturais, como a produção local limitada e a escassez de insumos essenciais (fertilizantes, força de trabalho, terras aráveis, entre outros) também podem impactar a oferta e o acesso a alimentos. Somam-se ainda fatores conjunturais, como quebras de safra causadas por eventos climáticos, conflitos armados e problemas na logística de transporte e distribuição, que podem agravar a situação.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a condição de IAN pode ser dividida em quatro categorias: moderada, grave, crônica e aguda. Não há impedimento para que os países possam adequar esses indicadores a cada realidade enfrentada, a fim de serem melhor identificadas suas condições nutricionais. Por exemplo, no Brasil, é utilizada como parâmetro a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (Ebia), a qual classifica os domicílios em quatro níveis: segurança alimentar, insegurança alimentar leve, insegurança alimentar moderada, insegurança alimentar grave.

As evidências oriundas de estudos nacionais abrangem várias facetas da (in)segurança alimentar. Essas pesquisas analisam a condição alimentar nos domicílios brasileiros Ciríaco et al. (2025); Costa et al. (2014) e sua relação com o Programa Bolsa Família Cotta e Machado (2013), além de fatores como composição domiciliar e pobreza Tavares e Lima (2021); Pedraza et al. (2013), domicílios chefiados por idosos Rosa et al. (2012), famílias de pré-escolares da zona rural Aires et al. (2012) e sua associação com aspectos socioeconômicos Salles-Costa et al. (2008) e sociodemográficos Mondini et al. (2011). O fenômeno também é analisado em famílias residentes em municípios do interior Vianna e Segall-Corrêa (2008), abrangendo diferentes áreas geográficas, como as regiões Nordeste Alves et al. (2025) e Sul Facchini et al. (2014), e a Amazônia Legal Guerra et al. (2013).

Em síntese, os achados expostos na literatura têm se mostrado elucidativos para vários cenários enfrentados no país, permitindo a propositura ou o ajustamento de políticas públicas voltadas às distintas dimensões que incidem sobre a condição de IAN na população. No entanto, ainda há muito a ser feito a partir de novos dados e com a diversificação do entendimento dessa temática em outras perspectivas.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar o impacto da IAN na distorção idade-série escolar de crianças, adolescentes e jovens brasileiros matriculados na rede de educação básica (ensinos fundamental e médio). Complementarmente, buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos: i) examinar as diferenças no efeito da IAN entre áreas urbanas e rurais, bem como entre meninos e meninas; ii) investigar como a condição de IAN varia conforme características individuais observáveis (idade, cor, sexo e categoria administrativa – pública ou privada) e domiciliares

(escolaridade do chefe de família, número de crianças e adultos no domicílio, renda domiciliar *per capita*, região e estrutura familiar, especialmente se chefiada por mulher); e iii) avaliar o impacto dos níveis de IAN – leve, moderada e grave – sobre a defasagem idade-série de estudantes matriculados na rede de educação básica.

A hipótese utilizada sugere que a IAN afeta a escolarização, comprometendo a trajetória escolar e resultando em elevação da defasagem (distorção idade-série) dos estudantes. Nesse caso, esperam-se efeitos mais pronunciados nos níveis de maior severidade de IAN, sobretudo por se acreditar que, à medida que a gravidade dessa condição aumenta, a discrepância entre a idade e a série escolar adequada tende a se agravar. Finalmente, supõe-se que uma nutrição deficiente prejudica a escolarização das crianças e dos jovens, não apenas em termos de aprendizado imediato, mas também por limitar o desenvolvimento cognitivo de longo prazo, afetando, assim, a capacidade de raciocínio e a assimilação de informações essenciais.

O exercício econométrico realizado buscou controlar diversas variáveis relevantes, incluindo idade, raça, categoria administrativa da escola (privada ou pública), escolaridade do chefe da família, número de crianças de até 10 anos no domicílio, quantidade de adultos com mais de 18 anos, quartis de renda domiciliar *per capita*, tipo de família (família monoparental ou não) e grande região do país (Sul, Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste) onde se localiza o lar. O intuito foi analisar o impacto dessa problemática de forma mais precisa, levando em consideração que o contexto socioeconômico e as características demográficas influenciam os resultados. Para isso, os dados empregados provêm do suplemento de Insegurança Alimentar da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2023, conduzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Ao considerar as distintas magnitudes do problema, bem como as diferenças de sexo e território, o estudo oferece subsídios para a elaboração de políticas educacionais mais sensíveis e eficazes, sobretudo em contextos marcados por maior vulnerabilidade social.

Além desta introdução, o texto está estruturado em outras quatro seções. A Seção 2 apresenta as referências bibliográficas empregadas na pesquisas. A Seção 3 discute a metodologia, com ênfase na modelagem econométrica, e descreve a origem e o tratamento dos dados utilizados, bem como a seleção das variáveis de controle. A Seção 4 expõe os principais resultados obtidos. Por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões associadas ao fenômeno da insegurança alimentar e nutricional (IAN) no Brasil, além de explicitar as limitações do estudo e indicar possibilidades para pesquisas futuras.

## 2. Referências bibliográficas

Os estudos sobre a condição de IAN indicam uma forte associação a contextos de vulnerabilidade socioeconômica Ciríaco et al. (2025); Pedraza et al. (2013), cujos principais fatores são: menor renda familiar Jesus et al. (2024); Hoffmann (2014); Pe-

draza et al. (2013); Guerra et al. (2013); Magrani et al. (2012); Reis (2012); Velásquez-Melendez et al. (2011) e baixa escolaridade do(a) chefe do domicílio Guerra et al. (2013); Aires et al. (2012).

Além disso, a literatura aponta para a influência de aspectos ligados à estrutura familiar. Há evidências de que a presença de maior número de moradores no lar Lopes et al. (2013); Magrani et al. (2012) e domicílios chefiados por mulheres Henig (2024); Rosa et al. (2012), estão associados a níveis mais elevados de IAN. Fatores relacionados ao mercado de trabalho também exercem influência, como a exposição ao desemprego e ao trabalho informal por parte do(a) chefe do domicílio Hoffmann (2014).

Aspectos raciais e territoriais ampliam as desigualdades observadas. Estudos mostram que a insegurança alimentar é mais prevalente entre chefes de domicílio pretos e pardos Guerra et al. (2013); Rosa et al. (2012); Kac et al. (2012b); Velásquez-Melendez et al. (2011) e entre indígenas Rosa et al. (2012); Kac et al. (2012b), especialmente em lares localizados em zonas rurais Fritz et al. (2014); Velásquez-Melendez et al. (2011) e nas regiões Norte Velásquez-Melendez et al. (2011); Kac et al. (2012a), e Nordeste Kac et al. (2012b) do Brasil.

Em linhas gerais, as evidências reforçam que a condição de IAN não é um fenômeno isolado no espaço, circunscrito a domicílios aleatórios, mas se concentra em determinado perfil social e espacial. Desse modo, seria mais intensa entre grupos específicos da sociedade, como indivíduos pobres de baixa escolaridade que convivem com maior número de pessoas no domicílio, especialmente residências com maior presença de crianças Ciríaco et al. (2025). Enfim, os impactos causados pela IAN podem estar associados a uma complexa teia de desigualdades sociais, econômicas, raciais e territoriais.

Nas últimas décadas, a comunidade científica tem investigado os impactos da má nutrição no bem-estar, buscando entender como a alimentação inadequada afeta diversas dimensões da vida, incluindo o desempenho escolar Jyoti et al. (2005); Kleinman et al. (2002). Existem estudos que reforçam, por exemplo, a existência de correlação entre IAN e prejuízos persistentes na trajetória educacional, impactando diretamente a aprendizagem dos estudantes Tavares e Lima (2021); Fraga e Varela (2012); Schelini (2006).

Nessa esfera, Grantham-McGregor e Ani (2001) analisaram os efeitos da deficiência de ferro na cognição e no comportamento infantil e, a partir de seus achados, apontam para uma correlação consistente entre anemia ferropriva e dificuldades cognitivas, motoras e comportamentais. Entretanto, embora estudos longitudinais indiquem que crianças anêmicas enfrentam desafios persistentes ao longo da vida escolar, fatores socioeconômicos dificultam a definição precisa de relações causais.

Outro estudo relevante foi elaborado por Jyoti et al. (2005), que acompanharam cerca de 21 mil crianças nos Estados Unidos desde a entrada no jardim de infância, em 1998, até o 3º ano do ensino fundamental, para verificar mudanças nos escores de

leitura e matemática, indicadores antropométricos (como peso e altura) e habilidades sociais. Os resultados mostraram que a insegurança alimentar está ligada a trajetórias de desenvolvimento mais desfavoráveis, mesmo quando são controladas variáveis contextuais. As associações variaram conforme o sexo, reforçando a importância de análises que considerem as especificidades de diferentes grupos.

Esses achados dialogam com o contexto brasileiro, para o qual Wroblevski et al. (2020) encontraram evidências de impacto negativo da IAN sobre o desempenho escolar, especialmente em relação à distorção idade-série. A pesquisa, realizada com dados da PNAD de 2013, revelou que a insegurança alimentar tem efeitos significativos sobre o desempenho escolar, variando entre 4% e 11%, o que pode comprometer o desempenho cognitivo dos indivíduos a longo prazo.

Em linha semelhante, Silva et al. (2024) analisaram o impacto do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), mais precisamente a inserção obrigatória da agricultura familiar no fornecimento de produtos alimentícios para as escolas (Lei no 11.947/2009), sobre as notas de estudantes em escolas públicas do ensino fundamental. Os autores utilizaram dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) para as disciplinas de português e matemática, nos anos de 2013 e 2019. Os resultados indicaram correlação significativa e positiva entre compras da agricultura familiar e desempenho dos alunos nos testes do Saeb para os municípios brasileiros, enfatizando a relevância de uma alimentação mais saudável para a manutenção de um melhor ambiente educacional nas escolas.

Souza et al. (2023) realizaram uma revisão integrativa da literatura sobre o perfil nutricional de crianças em idade escolar (5-10 anos), buscando entender como o estado nutricional pode influenciar o desenvolvimento escolar. A pesquisa revelou que, embora a maioria das crianças apresentasse um índice de massa corporal (IMC) adequado, houve aumento na prevalência de excesso de peso nos últimos anos. Os resultados sugerem que o estado nutricional tem impacto no desenvolvimento escolar, destacando a importância de políticas públicas e de programas educacionais que promovam a alimentação saudável de crianças e adolescentes.

### 3. Metodologia

Nesta seção, são apresentadas, sucintamente, as estratégias metodológicas adotadas para estimar o efeito da condição domiciliar de IAN sobre a distorção idade-série dos discentes da rede de educação básica em ambientes urbanos e rurais do Brasil. Primeiramente, discute-se a aplicação do *Propensity Score Matching* (PSM) e dos métodos de reponderação, utilizados para corrigir possíveis vieses de seleção e obter estimativas mais precisas dos efeitos causais. Em seguida, explora-se a abordagem de tratamento multivalorado, para averiguar o impacto dos diferentes níveis de intensidade de insegurança alimentar sobre o atraso escolar.

### 3.1 Efeito de tratamento binário

A estratégia empírica adotada para analisar o impacto da insegurança alimentar na distorção idade-série, nas áreas urbanas e rurais do Brasil, baseia-se no pareamento por escore de propensão, utilizando os algoritmos de vizinhos mais próximos: *Inverse Probability Weighting* (IPW) e *Inverse Probability Weighting with Regression Adjustment* (IPWRA).

A vantagem desses métodos em relação ao modelo tradicional de *Ordinary Least Squares* (OLS) é sua capacidade de controlar, de forma mais robusta, os vieses de seleção e confusão. Ao incorporarem as probabilidades de tratamento ou os escores de propensão, essas técnicas permitem uma estimação mais precisa dos efeitos causais, especialmente em contextos em que as variáveis de tratamento não são atribuídas de maneira aleatória, o que não é adequadamente tratado pelo OLS. Ou seja, esses métodos permitem construir um "grupo de controle" que se assemelha o máximo possível ao "grupo tratado", o que é fundamental em estudos observacionais, nos quais não há a possibilidade de uma divisão aleatória entre os grupos, como haveria em um experimento controlado.

Além disso, as técnicas adotadas levam em conta a suposição de seleção em características observáveis, tendo em vista que a IAN nos domicílios se reproduz por meio dos dados da amostra. Sendo assim, duas hipóteses centrais são requeridas para o cálculo do efeito de tratamento. A primeira delas é a ignorabilidade, que pressupõe que, ao condicionar aos fatores observáveis, a designação do tratamento – ou seja, a experiência de insegurança alimentar – é independente dos resultados potenciais. Isso significa que, dado o conjunto de características observáveis dos indivíduos, a presença ou a ausência de insegurança alimentar não está associada a fatores não observáveis que possam influenciar diretamente a distorção idade-série ( $DIS_i$ ). Formalmente, essa hipótese pode ser assim expressa:

$$\text{Hipótese 1 (Ignorabilidade): } DIS_i(0), DIS_i(1) \perp IA_i \mid X_i$$

Nessa hipótese,  $DIS_i(0)$  e  $DIS_i(1)$  representam os resultados potenciais da distorção idade-série para o indivíduo  $i$ , na ausência e na presença de insegurança alimentar no lar, respectivamente. O termo  $\perp$  simboliza independência estatística condicional. A variável  $IA_i$  diz respeito à situação de insegurança alimentar, que assume o valor 1 se o indivíduo está em um lar que possui insegurança alimentar e nutricional, e 0 caso contrário. Finalmente,  $X_i$  é o vetor de características observáveis (variáveis de controle), como renda *per capita*, escolaridade do chefe de família, cor, idade, localização, entre outras. Essa suposição permite estimar efeitos causais usando-se métodos observacionais, como o PSM, porque garante que, após o controle por  $X_i$ , as diferenças entre tratados e não tratados podem ser atribuídas ao tratamento (insegurança alimentar) e não a outros fatores.

A segunda hipótese diz respeito à validação do método, que é a sobreposição, na qual se garante que todos os indivíduos da amostra tenham probabilidade semelhante

de estar tanto no grupo tratado (lares com insegurança alimentar) quanto no grupo de controle (lares sem insegurança alimentar), dada a distribuição do vetor das covariáveis. Essa condição impede que determinadas características observáveis estejam exclusivamente associadas a um dos grupos, assegurando que exista uma base comum (ou zona de suporte) de comparação entre tratados e não tratados. Assim, a hipótese pode ser descrita da seguinte maneira:

$$\text{Hipótese 2 (Sobreposição): } 0 < \Pr(IA_i = 1 | X_i) < 1$$

No escore de propensão,  $p(X_i)$  representa a probabilidade de um indivíduo pertencer ao grupo tratado (isto é, viver em um domicílio com insegurança alimentar), condicionada ao vetor de características observáveis  $X_i$ . Finalmente, no método de reponderação por escore de propensão, os pesos da amostra são definidos de modo diferente para os dois grupos. Para os lares sem insegurança alimentar, o peso é calculado como  $\frac{p(x)}{1-p(x)}$  e para os lares com insegurança alimentar, o peso é 1.

O efeito do tratamento – *Average Treatment effect on the Treated* (ATT) – é capturado ao se comparar a média de lares que passaram pela exposição de insegurança alimentar com a média do contrafactual de que eles não passaram pela intervenção. A seguir, expõe-se o efeito médio do tratamento pelo método de reponderação, que será dado pela seguinte equação:

$$ATT = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N IA_i DIS_i(1) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (1 - IA_i) \frac{p(X_i)}{1 - p(X_i)} DIS_i(0)$$

Para atingir os objetivos da pesquisa, era fundamental garantir o balanceamento adequado entre os grupos de controle e tratamento. Esse procedimento é crucial para assegurar que os efeitos observados sobre a distorção idade-série (*DIS*) sejam, de fato, atribuídos à condição de insegurança alimentar e não a fatores externos ou diferenças iniciais entre os grupos. Quando os grupos estão devidamente balanceados, a análise contrafactual torna-se mais robusta e precisa, permitindo que os resultados reflitam com maior clareza o impacto da relação causal entre *IA* e *DIS*. Assim, como destacado por Gertler et al. (2011); Silva e Ciríaco (2022), o cumprimento integral da hipótese de balanceamento é essencial para assegurar a validade das conclusões e a consistência dos achados.

### 3.2 Efeito de tratamento multivalorado

A estratégia de avaliação do impacto causal em um contexto de tratamento multivalorado é uma extensão do método PSM. Conforme destacado por Carrets et al. (2022), a variável indicadora do tratamento,  $w_i$ , pode assumir  $G+1$  representados por  $\{0, 1, 2, \dots, G\}$ . Observe-se que  $w_i = 0$  representa o grupo de controle e, quando assume valores de 1 a  $G$  caracteriza os diferentes níveis de tratamento recebidos pelo grupo

de indivíduos tratados. Especificamente nesta pesquisa, a variável de tratamento assume os valores de 0 a 3, relacionados a diferentes níveis de IAN nos domicílios:  $w_i = 0$  indica lar seguro;  $w_i = 1$  refere-se a lar com insegurança leve;  $w_i = 2$  corresponde a lar com insegurança moderada; e  $w_i = 3$ , refere-se a lar com insegurança grave. A variável resultado  $DIS_i$ , por sua vez, é representada pela distorção idade-série, que quantifica o efeito da insegurança no desenvolvimento educacional dos escolares brasileiros.

A distorção idade-série é uma métrica de suma importância para se entender o impacto da IAN no desempenho escolar, pois alunos que enfrentam essa condição podem ter mais dificuldades no acompanhamento escolar, o que se reflete diretamente em sua trajetória educacional. Para calcular o resultado observado para cada indivíduo, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$DIS_i = \mathbf{1}[w_i = 0] DIS_{i0} + \mathbf{1}[w_i = 1] DIS_{i1} + \mathbf{1}[w_i = 2] DIS_{i2} + \mathbf{1}[w_i = 3] DIS_{i3}$$

Na fórmula, os termos  $DIS_{i0}$ ,  $DIS_{i1}$ ,  $DIS_{i2}$  e  $DIS_{i3}$  são os resultados potenciais de distorção idade-série para cada nível de IAN domiciliar, enquanto  $w_i$  é a variável que indica o nível de tratamento que o indivíduo recebeu de acordo com seu domicílio. A vantagem da implementação do método de tratamento multivalorado reside no fato de que ele possibilita uma análise mais detalhada dos efeitos causais, pois não se limita a comparar apenas dois grupos, mas se presta a identificar e mensurar os impactos causais de diferentes intensidades de insegurança alimentar.

A seguir, expõe-se a fórmula do efeito médio do tratamento (ATT) no contexto multivalorado, que é fundamental para quantificar os efeitos causais dos diferentes níveis de IAN nos lares:

$$\hat{\tau}^{ATT} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\hat{m}_h(x_i) - \hat{m}_g(x_i)]$$

Nessa fórmula,  $\hat{m}_h(x_i)$  representa a média dos resultados para o nível de tratamento  $h$  (qualquer valor de tratamento, com  $h = 1, \dots, G$ );  $\hat{m}_g(x_i)$  representa a média dos resultados para o nível de tratamento  $g$  (nível de controle ou qualquer outro nível de tratamento); e  $N$  corresponde ao número total de unidades amostrais.

Dado o exposto, cabe salientar que esta pesquisa emprega o método de ponderação pelo inverso da probabilidade (IPW), que permite calcular os escores de propensão por meio de um modelo *logit multinomial*, garantindo a correção para diferenças nas características observáveis Carrets et al. (2022). Sendo assim, a metodologia adotada assegura estimativas mais precisas dos impactos associados à intensificação da vulnerabilidade alimentar no contexto educacional.

### 3.3 Base de dados

A pesquisa foi realizada a partir de dados do suplemento de Insegurança Alimentar da PNAD Contínua de 2023, conduzida pelo IBGE. A amostra foi filtrada para incluir apenas indivíduos que estavam frequentando o ensino regular e que tinham no máximo 29 anos de idade. Esse limite etário foi adotado com base na definição de juventude estabelecida pelo Estatuto da Juventude (Lei no 12.852/2013). Após a remoção das observações com informações faltantes, a amostra final ficou composta por 78.392 observações.

Para avaliar o impacto da exposição à IAN sobre a distorção idade-série, a análise foi conduzida em duas etapas complementares. Na primeira, adotou-se o modelo PSM binário, no qual o tratamento foi definido como 1 para lares em situação de IAN e 0 para lares com segurança alimentar. Os escores de propensão foram estimados por meio de um modelo *logit*, em que a chance de um domicílio vivenciar insegurança alimentar foi modelada com base em um conjunto de variáveis socioeconômicas, demográficas e educacionais, conforme detalhado na Tabela 1. Com os escores obtidos, aplicaram-se três estratégias de estimação dos efeitos: emparelhamento por cinco vizinhos mais próximos – *nearest neighbor* – *NN(5)* –, ponderação pelo IPW e o estimador duplamente robusto (IPWRA). Este último combina ponderação e ajuste por regressão, oferecendo maior robustez e controle de viés às estimações dos efeitos médios da exposição à insegurança alimentar sobre a distorção idade-série.

Na segunda etapa, a análise foi ampliada para considerar a intensidade da IAN, com a adoção de um tratamento multivalorado. Os lares foram classificados em quatro níveis: 0 para segurança alimentar, 1 para IAN leve, 2 para IAN moderada e 3 para IAN grave. A estimativa dos pesos foi realizada por meio de um modelo *logit multinomial*, utilizando-se o mesmo conjunto de variáveis explicativas da etapa anterior. Em seguida, aplicou-se novamente a técnica de ponderação pelo inverso da chance de tratamento (IPW), o que permitiu comparar grupos com diferentes níveis de exposição ao risco alimentar em condições de maior equilíbrio amostral. Com isso, foi possível estimar os efeitos diferenciais da IAN, em seus múltiplos níveis de incidência, sobre a distorção idade-série, observando se há uma relação crescente entre sua maior severidade e o agravamento da distorção escolar.

## 4. Resultados

Esta seção apresenta os principais resultados empíricos do estudo, organizados em três etapas complementares. Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva da base de dados. Em seguida, examinaram-se os determinantes da condição alimentar dos domicílios, identificando os fatores associados à probabilidade de ocorrência da insegurança alimentar segundo características individuais, familiares e regionais. Finalmente, avaliaram-se os impactos da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série escolar, empregando diferentes estratégias econométricas, de modo a esti-

**Tabela 1.** Descrição das variáveis utilizadas na análise

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
<b>Resultado</b>	
Distorção idade-série	Variável binária igual a 1 se o aluno apresenta distorção idade-série (isto é, dois anos ou mais acima da idade recomendada para a série) e 0, caso contrário.
<b>Tratamento binário</b>	
Insegurança	Variável binária igual a 1 se o aluno reside em um domicílio com algum nível de insegurança alimentar e nutricional (IAN) — leve, moderada ou grave — e 0, caso contrário.
<b>Tratamento multivalorado</b>	
Intensidade da insegurança	0 – Segurança alimentar e nutricional (SAN); 1 – IAN leve; 2 – IAN moderada; 3 – IAN grave.
<b>Variáveis de controle</b>	
Idade	Idade do aluno aferida em anos completos.
Branco	Variável binária igual a 1 se o aluno se declara branco e 0, caso contrário.
Escola privada	Variável binária igual a 1 se o aluno frequenta escola privada e 0, caso contrário.
Escolaridade	Anos de estudo do responsável pelo domicílio (chefe da família).
Crianças	Número de crianças no domicílio com até 10 anos de idade.
Adultos	Número de adultos no domicílio com 18 anos ou mais.
Quartil de renda	Renda domiciliar <i>per capita</i> dividida em quartis: 0 – 1º quartil (categoria omitida, correspondente aos 25% mais pobres); 1 – 2º quartil; 2 – 3º quartil; 3 – 4º quartil.
Monoparental	Variável binária igual a 1 se o domicílio é monoparental, chefiado por mulher, e 0, caso contrário.
Região	0 – Sul; 1 – Norte; 2 – Nordeste; 3 – Sudeste; 4 – Centro-Oeste.

Fonte: Elaboração dos autores.

mar de forma robusta os efeitos da insegurança alimentar sobre o desempenho escolar dos estudantes.

#### 4.1 Análise descritiva da base de dados

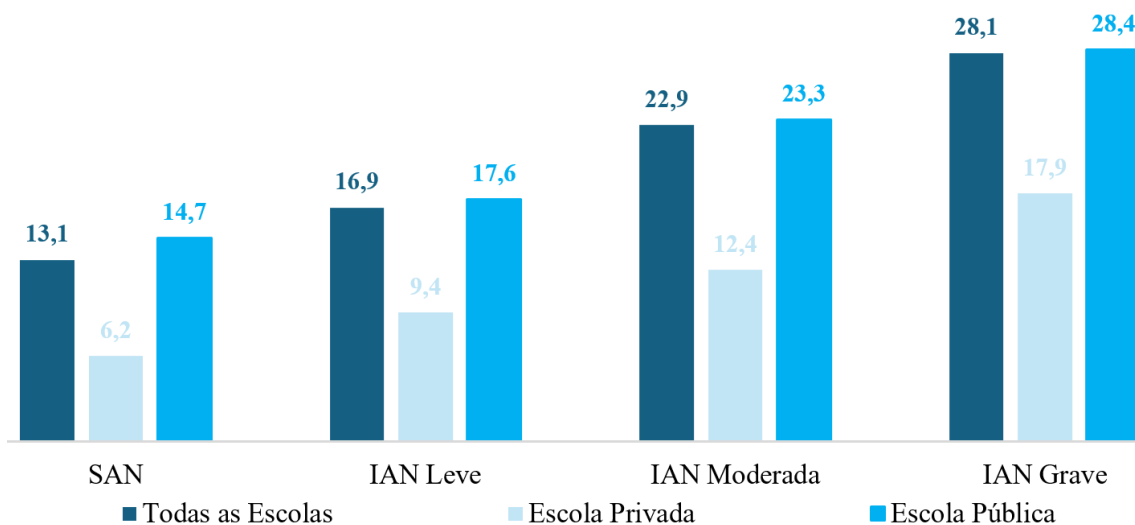
Para a compreensão inicial da distribuição das variáveis analisadas, foi elaborada uma estatística descritiva a partir da amostra filtrada que sintetiza informações centrais sobre: i) a distorção idade-série segundo a categoria administrativa da escola (pública ou privada); ii) a distorção idade-série nas grandes regiões do Brasil; e iii) a proporção de estudantes em situação de distorção idade-série nos ensinos fundamental e médio em cada série.

A análise da distorção idade-série entre escolas públicas e privadas, controlada pelos diferentes níveis de IAN (leve, moderada e grave), revela uma associação mais intensa com estudantes de escolas públicas (Figura 1). Observa-se, ainda, que o aumento da gravidade da IAN está relacionado à maior proporção de crianças e jovens em situação de distorção idade-série, independentemente do tipo de escola. Embora o fenômeno se apresente de forma mais acentuada nas escolas públicas, sua ocorrência em escolas privadas também merece atenção, uma vez que a IAN não se limita ao acesso quantitativo ao alimento, mas envolve também a qualidade nutricional dos alimentos consumidos. Dessa maneira, situações de desnutrição podem ocorrer mesmo quando há disponibilidade de alimentos, caso esses sejam nutricionalmente inadequados. Para melhor compreender essa problemática, observa-se que, entre os estudantes em situação de insegurança alimentar grave que frequentavam a escola pública, 28,4% estavam em atraso escolar. Esse percentual se reduz para 17,9% entre os que estudavam em escolas privadas, embora ainda represente um valor significativo.

Ainda que a relação entre insegurança alimentar e condições econômicas seja amplamente reconhecida, outros elementos também contribuem para o fenômeno, como: i) o nível de escolaridade dos responsáveis, que pode influenciar a seleção e a diversificação de alimentos oferecidos às crianças; ii) a disponibilidade de tempo dos responsáveis para adquirir, preparar e fornecer alimentos de melhor qualidade, especialmente em contextos de famílias monoparentais ou com maior número de dependentes; e iii) a qualidade dos alimentos disponíveis, a qual pode variar em função de características regionais, como a existência de redes de abastecimento e a estrutura dos mercados locais. Assim, a IAN resulta de uma rede complexa de fatores que extrapola a dimensão exclusivamente econômica, os quais serão aprofundados adiante.

De maneira geral, a distribuição da distorção idade-série entre os indivíduos classificados em diferentes níveis de insegurança alimentar e nutricional (IAN), segundo grandes regiões do Brasil (Figura 2), indica heterogeneidade regional. Entre os indivíduos em situação de IAN grave, as maiores proporções de distorção idade-série são observadas nas regiões Norte (35,7%), Sul (31,0%) e Nordeste (25,7%), enquanto Sudeste (21,5%) e Centro-Oeste (18,2%) apresentam percentuais relativamente mais

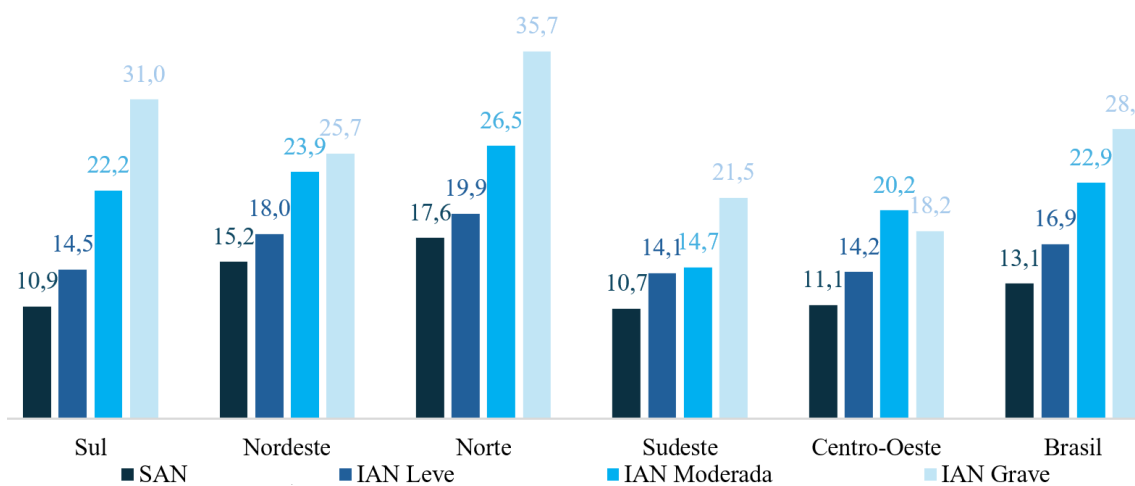
**Figura 1.** Distorção idade-série por categoria administrativa da escola – Brasil (em %)



Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores.

baixos. De forma semelhante, entre aqueles em IAN moderada, destacam-se novamente as regiões Norte (26,5%) e Nordeste (23,9%), com valores superiores aos observados nas demais regiões. Em contraste, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, a distorção idade-série permanece em níveis mais reduzidos mesmo entre os indivíduos em situações mais severas de insegurança alimentar.

**Figura 2.** Distorção idade-série por região – Brasil (em %)



Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores.

Por sua vez, a Tabela 2 indica que a proporção de distorção idade-série supera 10% em todas as séries analisadas, com exceção do 2º ano do ensino fundamental. Verifica-se, ainda, que a distorção apresenta tendência de crescimento conforme aumenta a idade dos estudantes, agravando-se no ensino médio, com índices de 21,80% na 1ª série e 18,34% na 3ª série. No ensino fundamental, os percentuais também são expressivos, alcançando aproximadamente 19% no 8º ano e cerca de 18% no 9º ano. As causas são múltiplas, destacando-se a reprovação escolar e o abandono como

fatores centrais. Esses fenômenos podem estar associados à entrada precoce de adolescentes no mercado de trabalho ou ao acúmulo de responsabilidades domésticas, contexto em que jovens assumem tarefas no lar para possibilitar que os adultos se dediquem a atividades remuneradas, com vistas ao sustento da família. Dessa maneira, considera-se que a renda ainda representa um fator de significativa desvantagem no acesso à educação básica Simões (2019).

**Tabela 2.** Desagregação das séries por idade e proporção de estudantes com distorção idade-série por série/ano – Brasil (2023)

<b>Idade esperada</b>	<b>Série/ano</b>	<b>Distorção idade-série</b>	<b>Estudantes com distorção (%)</b>
<b>Ensino Fundamental</b>			
6	1º ano	8 anos ou mais	10,61
7	2º ano	9 anos ou mais	9,70
8	3º ano	10 anos ou mais	10,72
9	4º ano	11 anos ou mais	11,31
10	5º ano	12 anos ou mais	14,14
11	6º ano	13 anos ou mais	17,82
12	7º ano	14 anos ou mais	17,75
13	8º ano	15 anos ou mais	18,99
14	9º ano	16 anos ou mais	18,40
<b>Ensino Médio</b>			
15	1ª série	17 anos ou mais	21,80
16	2ª série	18 anos ou mais	17,92
17	3ª série	19 anos ou mais	18,34

Fonte: Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023.

Elaboração: Autores.

A análise revela, portanto, que a distorção idade-série e a IAN são fenômenos disseminados e interligados de maneira preocupante no Brasil, em todas as etapas da educação básica, com tendência de agravamento com o avanço da idade escolar, especialmente na transição do ensino fundamental para o ensino médio. Enquanto no ensino fundamental a média da distorção é de aproximadamente 14,38%, no ensino médio, esse índice se eleva para 19,35%, revelando que os desafios acumulados ao longo da trajetória escolar se intensificam nas etapas finais da educação básica.

Finalmente, as análises até aqui sinalizam uma distribuição espacial desigual da IAN no território nacional, com algumas regiões enfrentando níveis mais elevados do problema, conforme já identificado em outros estudos Ciríaco et al. (2025); IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2024). Tais constatações ressaltam a complexidade das relações entre condições socioeconômicas, acesso a alimentos adequados e percurso escolar dos estudantes.

## 4.2 Determinantes da condição alimentar

A Tabela 3 expressa as estimativas do modelo *logit*, utilizado para calcular o escore de propensão, no intuito de serem verificados os efeitos de um conjunto de características observáveis sobre a probabilidade de exposição à IAN no domicílio. A análise

considera a possível heterogeneidade entre diferentes grupos de risco, associada à localidade e ao sexo dos indivíduos. Dessa forma, foram investigados separadamente os contextos urbano e rural, bem como as diferenças entre homens e mulheres quanto à incidência de IAN. Por fim, a variável dependente do modelo indica se o domicílio do indivíduo está ou não exposto à IAN, sendo esses efeitos controlados por variáveis explicativas (observáveis) previamente apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 3.** Determinantes da insegurança alimentar nos domicílios dos discentes – Brasil

	Urbano		Rural	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
Idade	0,007 (0,004)	0,003 (0,004)	0,011 (0,006)	0,004 (0,006)
Branco	-0,226*** (0,031)	-0,130*** (0,031)	-0,203*** (0,050)	-0,244*** (0,050)
Escolaridade	-0,039*** (0,003)	-0,040*** (0,003)	-0,048*** (0,004)	-0,041*** (0,005)
Crianças	0,066*** (0,016)	0,075*** (0,016)	0,088*** (0,021)	0,077*** (0,021)
Adultos	0,002 (0,016)	0,015 (0,016)	0,003 (0,024)	0,011 (0,025)
Quartil de renda 2	-0,686*** (0,032)	-0,655*** (0,033)	-0,540*** (0,049)	-0,639*** (0,051)
Quartil de renda 3	-1,162*** (0,043)	-1,199*** (0,044)	-1,408*** (0,095)	-1,472*** (0,098)
Quartil de renda 4	-2,124*** (0,064)	-2,156*** (0,068)	-1,825*** (0,184)	-2,103*** (0,210)
Monoparental	0,370*** (0,031)	0,368*** (0,032)	0,510*** (0,058)	0,336*** (0,058)
Escola privada	-0,278*** (0,046)	-0,377*** (0,047)	-0,524*** (0,173)	-0,234 (0,170)
Nordeste	0,546*** (0,048)	0,612*** (0,049)	1,204*** (0,092)	1,143*** (0,093)
Norte	0,579*** (0,052)	0,561*** (0,054)	1,229*** (0,098)	1,233*** (0,100)
Sudeste	0,301*** (0,048)	0,325*** (0,049)	0,584*** (0,102)	0,534*** (0,105)
Centro-Oeste	0,447*** (0,057)	0,422*** (0,059)	0,623*** (0,127)	0,670*** (0,110)
Constante	-0,070 (0,092)	-0,094 (0,093)	-0,867*** (0,142)	-0,711*** (0,146)

Fonte: Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores. Obs.: \*\*\* p-valor < 1%.

De modo geral, os parâmetros estimados apresentaram sinais e níveis de significância estatística compatíveis com os achados de estudos anteriores Jesus et al. (2024); Fritz et al. (2014); Hoffmann (2008). As exceções, contudo, foram as variáveis referentes à idade do entrevistado e ao número de adultos no domicílio, que não apresentaram efeito estatisticamente significativo no modelo.

Os resultados revelam que, independentemente da especificação adotada, estudantes autodeclarados brancos apresentam menor probabilidade de vivenciar situa-

ções de insegurança alimentar em comparação com os não brancos – um achado que está em consonância com a literatura especializada Guerra et al. (2013); Rosa et al. (2012); Kac et al. (2012b); Velásquez-Melendez et al. (2011). Ademais, a escolaridade do chefe de família apresenta influência negativa e estatisticamente significativa sobre a ocorrência de IAN entre estudantes, indicando que níveis mais elevados de instrução estão associados à menor probabilidade de o domicílio enfrentar essa condição. Tal resultado corrobora um conjunto consistente de evidências na literatura, que apontam a escolaridade como determinante fundamental da segurança alimentar em contextos de vulnerabilidade Guerra et al. (2013); Aires et al. (2012); Kac et al. (2012a); Rosa et al. (2012); Fávaro et al. (2007).

Os dados também evidenciam que domicílios monoparentais chefiados por mulheres apresentam níveis mais elevados de vulnerabilidade à insegurança alimentar, como proposto por Rosa et al. (2012), sobretudo em contextos rurais. Esse cenário reforça a compreensão de que famílias com apenas um adulto responsável enfrentam maiores obstáculos no acesso regular e qualitativo a alimentos. Portanto, os resultados estão em consonância com os achados de Fritz et al. (2014), os quais apontam que mulheres responsáveis pelo domicílio em áreas rurais estão mais propensas a vivenciar situações de maior risco alimentar, reflexo das desigualdades de gênero e das dificuldades socioeconômicas estruturais que marcam o meio rural brasileiro.

No contexto da composição familiar, a presença de crianças no domicílio está associada ao aumento na probabilidade de o aluno vivenciar situações de insegurança alimentar. Diversos estudos também confirmam essa relação, destacando que a convivência com um maior número de filhos Kac et al. (2012a,b); Fávaro et al. (2007) contribui para esse cenário. O impacto torna-se ainda mais evidente entre mulheres e moradores de áreas rurais, o que sugere que a responsabilidade pelo cuidado infantil, somada a possíveis restrições econômicas, pode acentuar a vulnerabilidade dessas famílias Ciríaco et al. (2025).

A análise do nível de renda revela uma relação inversa entre renda familiar e insegurança alimentar. Essa tendência é evidenciada pelos coeficientes negativos observados nos quartis de renda e amplamente discutida na literatura, que associa a insegurança alimentar às famílias pertencentes às classes econômicas menos favorecidas. Em síntese, os níveis mais elevados de IAN concentram-se nos estratos de menor renda, confirmando seu caráter estrutural como um problema social diretamente vinculado à insuficiência de recursos financeiros Hoffmann (2014); Pedraza et al. (2013); Guerra et al. (2013); Lopes et al. (2013); Magrani et al. (2012); Reis (2012); Hoffmann (2008).

Os dados indicam também que estudantes de escolas privadas apresentam menor probabilidade de vivenciarem a condição de insegurança alimentar. Essa associação é estatisticamente significativa para crianças do sexo masculino, tanto nas zonas urbanas quanto nas zonas rurais. No entanto, entre as crianças do sexo feminino, o efeito significativo é observado apenas em áreas urbanas, o que sugere uma possível

interação entre gênero, localização e tipo de instituição de ensino no enfrentamento da insegurança alimentar.

No que diz respeito à localização geográfica, os dados demonstram que, em comparação com a região Sul – adotada como categoria de referência –, as demais regiões apresentam maior propensão à IAN, com efeitos mais acentuados nas regiões Norte e Nordeste, o que corrobora os achados de outros estudos Ciríaco et al. (2025); Kac et al. (2012a,b); Velásquez-Melendez et al. (2011). No Nordeste, por exemplo, a probabilidade de IAN em áreas urbanas é aproximadamente 73% maior entre os homens e 84% maior entre as mulheres, enquanto nas zonas rurais esse risco é mais de três vezes superior, independentemente do gênero, em relação aos moradores da zona rural do Sul. Na região Norte, os dados indicam aumento de mais de 75% na probabilidade de IAN em áreas urbanas e de 234% nas áreas rurais, tanto para homens quanto para mulheres.

A partir do modelo estimado, constata-se a existência de relação entre a IAN com indivíduos não brancos, oriundos de família cujo chefe possui baixa escolaridade, com maior número de crianças no lar, menor renda familiar *per capita*, estudantes de escola pública e moradores de domicílios situados nas regiões Norte e Nordeste, sobretudo na zona rural. O passo seguinte consistiu em identificar o impacto da severidade na condição de insegurança alimentar sobre a distorção idade-série dos alunos matriculados na rede de educação básica no Brasil.

### 4.3 Impactos da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série escolar

A partir dos resultados do modelo *logit*, foi possível realizar inicialmente um teste para identificar o método de pareamento mais apropriado entre os grupos tratados (lares na condição de IAN) e os de controle (lares na condição de SAN). Adotou-se a abordagem metodológica proposta por Araújo e Silveira Neto (2018), na qual diferentes estratégias de pareamento são testadas com o objetivo de avaliar a qualidade da correspondência entre os grupos.

O método dos cinco vizinhos mais próximos apresentou o desempenho mais consistente na redução dos vieses e no balanceamento das covariáveis, sendo, portanto, o escolhido. A Tabela 4 mostra que esse procedimento de pareamento gerou melhora expressiva na comparabilidade entre os grupos, reduzindo quase integralmente as diferenças observáveis e permitindo avançar para a estimação dos efeitos da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série. Em todos os recortes analisados, observa-se queda expressiva do Pseudo  $R^2$ , redução quase total do LR  $\chi^2$  e perda da significância estatística, indicando que as diferenças iniciais entre tratamento e controle foram praticamente eliminadas. De forma consistente, os indicadores de viés médio e viés mediano, que antes ultrapassavam 20% em todos os grupos, convergiram para valores próximos de 1% após o pareamento. Esses resultados confirmam que o procedimento adotado gerou pares comparáveis e assegurou um conjunto de

controle adequado, possibilitando estimar os efeitos da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série com maior precisão.

**Tabela 4.** Teste de qualidade de pareamento

	<b>Pseudo <math>R^2</math></b>	<b>LR <math>\chi^2</math></b>	<b><math>P &gt; \chi^2</math></b>	<b>Viés médio</b>	<b>Viés mediano</b>
<b>Homem urbano</b>					
Não pareado	0,138	5087,54	0,000	24,7	24,9
Pareado	0,001	20,45	0,117	1,3	1,1
<b>Mulher urbano</b>					
Não pareado	0,141	4993,63	0,000	25,3	26,8
Pareado	0,001	14,12	0,441	1,2	0,8
<b>Homem rural</b>					
Não pareado	0,116	1883,34	0,000	23,1	23,2
Pareado	0,001	11,65	0,634	1,4	1,7
<b>Mulher rural</b>					
Não pareado	0,115	1747,28	0,000	22,8	23,8
Pareado	0,000	5,29	0,981	0,9	0,9

Fonte: Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores.

Após a definição do método de pareamento, a Tabela 5 apresenta as médias das variáveis observáveis para os indivíduos dos grupos de tratamento e controle, além dos resultados do teste de diferença de médias (teste t). De modo geral, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os indivíduos expostos ou não à IAN após o pareamento, o que indica que o balanceamento das covariáveis foi satisfatório. Tal condição é indispensável para a validade da análise contrafactual, assegurando que os efeitos estimados não estejam contaminados por diferenças preexistentes entre os grupos. Esse resultado reforça a eficácia do método na minimização do viés de seleção e na construção de um cenário mais adequado à análise contrafactual. A redução das diferenças estatisticamente significativas entre as covariáveis sugere que os efeitos estimados após o pareamento são mais representativos do impacto da variável de tratamento, uma vez que a influência de fatores observáveis foi mitigada. Ainda assim, é importante destacar que o método não elimina a possibilidade de viés decorrente de variáveis não observadas, aspecto que deve ser considerado na interpretação dos resultados.

**Tabela 5.** Teste de balanceamento das covariáveis antes e depois do pareamento – Brasil

Variável	Urbano											
	Feminino						Masculino					
	Não pareado			Pareado			Não pareado			Pareado		
	Trat.	Ctrl.	Dif.	Trat.	Ctrl.	Dif.	Trat.	Ctrl.	Dif.	Trat.	Ctrl.	Dif.
Idade	12,22	12,23	-0,01	12,22	12,24	-0,02	12,26	12,25	0,01	12,26	12,29	-0,03
Branco	0,28	0,43	-0,15*	0,28	0,27	0,01	0,26	0,43	-0,17*	0,26	0,25	0,01
Escolaridade	8,99	11,03	-2,04*	8,99	9,10	-0,11	8,95	10,95	-2,00*	8,95	9,03	-0,08
Criança	1,08	0,85	0,23*	1,08	1,05	0,03	1,04	0,83	0,20*	1,04	1,00	0,04
Quartil 2	0,30	0,29	0,01	0,30	0,30	0,00	0,30	0,29	0,01	0,30	0,31	-0,01
Quartil 3	0,12	0,24	-0,12*	0,12	0,11	0,01	0,12	0,23	-0,11*	0,12	0,12	0,00
Quartil 4	0,03	0,24	-0,21*	0,03	0,03	0,00	0,04	0,25	-0,21*	0,04	0,04	0,00
Monoparental	0,37	0,23	0,14*	0,37	0,37	0,00	0,36	0,22	0,14*	0,36	0,36	0,00
Escola privada	0,09	0,25	-0,16*	0,09	0,09	0,00	0,09	0,23	-0,15*	0,09	0,08	0,01
Região 1	0,39	0,25	0,14*	0,39	0,40	-0,01	0,39	0,25	0,13*	0,39	0,39	0,00
Região 2	0,19	0,14	0,05*	0,19	0,19	0,00	0,20	0,14	0,06*	0,20	0,19	0,01
Região 3	0,23	0,29	-0,07*	0,23	0,22	0,01	0,23	0,29	-0,07*	0,23	0,23	0,00
Região 4	0,10	0,12	-0,03*	0,10	0,10	0,00	0,10	0,12	-0,02*	0,10	0,10	0,00
	Rural											
Idade	12,15	12,15	0,00	12,15	12,12	0,03	12,37	12,23	0,14*	12,37	12,30	0,07
Branco	0,20	0,35	-0,15*	0,20	0,20	0,00	0,19	0,34	-0,15*	0,19	0,18	0,01
Escolaridade	6,24	7,63	-1,39*	6,24	6,22	0,02	6,04	7,57	-1,53*	6,04	6,07	-0,03
Criança	1,24	1,00	0,24*	1,24	1,22	0,02	1,17	0,97	0,20*	1,17	1,15	0,02
Quartil 2	0,19	0,30	-0,11*	0,19	0,19	0,00	0,20	0,30	-0,10*	0,20	0,20	0,00
Quartil 3	0,03	0,14	-0,11*	0,03	0,03	0,00	0,03	0,14	-0,11*	0,03	0,03	0,00
Quartil 4	0,01	0,06	-0,06*	0,01	0,01	0,00	0,01	0,07	-0,06*	0,01	0,01	0,00
Monoparental	0,20	0,13	0,07*	0,20	0,20	0,00	0,19	0,11	0,08*	0,19	0,19	0,00
Escola privada	0,01	0,03	-0,02*	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	-0,02*	0,01	0,01	0,00
Nordeste	0,61	0,43	0,18*	0,61	0,61	0,00	0,61	0,42	0,19*	0,61	0,62	-0,01
Norte	0,23	0,16	0,07*	0,23	0,23	0,00	0,24	0,17	0,07*	0,24	0,23	0,01
Sudeste	0,09	0,17	-0,09*	0,09	0,09	0,00	0,09	0,17	-0,08*	0,09	0,09	0,00
Centro-Oeste	0,04	0,07	-0,04*	0,04	0,04	0,00	0,03	0,07	-0,04*	0,03	0,03	0,00

Fonte: Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores. Obs.: \* p-valor < 1%.

Após a análise preliminar, iniciou-se a investigação econométrica do impacto da IAN sobre a distorção idade-série escolar no Brasil. Para isso, foi estimado o efeito (ATT) com o propósito de identificar essa relação. Na sequência, com o intuito de aprofundar a compreensão dos efeitos heterogêneos, empregou-se o método de tratamento múltiplo, o que possibilitou uma avaliação mais precisa.

A Tabela 6 apresenta as estimativas dos efeitos estratificadas por sexo e por área de residência (urbana e rural). Esta análise visou avaliar se a exposição a situações de insegurança alimentar está estatisticamente associada ao atraso escolar, considerando-se potenciais heterogeneidades nos efeitos em função do gênero e da localização geográfica. Para tanto, foram empregados três métodos econométricos complementares: i) o modelo tradicional de OLS; ii) o PSM com emparelhamento pelos cinco vizinhos mais próximos – NN (5); e iii) dois estimadores baseados em reponderação – IPW e IPWRA.

No modelo OLS, que não controla diretamente o viés de seleção, os resultados sugerem uma associação estatisticamente significativa entre a insegurança alimentar no domicílio e o aumento da probabilidade de ocorrência de distorção idade-série. As estimativas apontam incrementos de 7,5 pontos percentuais (p.p.) para os jovens do sexo masculino em áreas urbanas e 5,2 p.p. para o sexo feminino; além disso, 7,7 p.p. para jovens meninos em áreas rurais e 4,2 p.p. para jovens meninas, também de áreas rurais – todos estatisticamente significativos ao nível de 1%. Esses achados indicam que a IAN exerce um impacto adverso substancial sobre o desempenho escolar, com efeitos particularmente mais pronunciados entre os meninos e em contextos rurais.

Ao se aplicar o método de emparelhamento por PSM, que compara indivíduos com características observáveis semelhantes, os efeitos da IAN sobre a distorção idade-série permanecem estatisticamente significativos, embora substancialmente atenuados. As estimativas ajustadas indicam aumento de 3,1 p.p. para meninos em áreas urbanas, 2,3 p.p. para meninas urbanas, 3,8 p.p. para meninos rurais e 1,8 p.p. para meninas rurais. Essa redução em relação aos resultados obtidos pelo modelo OLS sugere que uma parcela relevante do impacto inicialmente observado pode ser atribuída a diferenças preexistentes entre os grupos. Assim, o controle do viés de seleção revela-se fundamental para a obtenção de estimativas mais robustas e realistas dos efeitos da insegurança alimentar sobre o desempenho educacional.

Por sua vez, os modelos baseados em reponderação IPW e IPWRA apresentaram resultados bastante similares entre si e indicaram uma redução ainda mais acentuada nos efeitos da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série. As estimativas apontam impactos de 3,2 p.p. para meninos em áreas urbanas, pouco mais de 1,9 p.p. para meninas em áreas urbanas e 2,8 p.p. para meninos em áreas rurais. Nas áreas rurais, entretanto, o efeito foi estatisticamente significativo apenas para os meninos. Esses resultados reforçam a relevância de métodos que controlam de forma mais rigorosa o viés de seleção e sugerem que os efeitos adversos da IAN sobre o desempenho escolar são mais pronunciados em subgrupos específicos, notadamente

entre os meninos, sobretudo em contextos rurais.

Em linhas gerais, esses resultados ratificam o impacto significativo da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série, conforme já identificado por Wroblevski et al. (2020). No entanto, ao aprofundar a análise e desagregar os efeitos por gênero e localização geográfica, este estudo revela nuances importantes: os efeitos adversos são mais intensos entre meninos e em áreas rurais, destacando desigualdades regionais e de gênero que influenciam o desempenho escolar.

**Tabela 6.** Efeito da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série escolar, segundo a situação do domicílio e o sexo – Brasil

Método	Urbano		Rural	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
OLS	0,075*	0,052*	0,077*	0,042*
NN (5)	0,031*	0,023*	0,038*	0,018*
IPW	0,032*	0,019*	0,028*	0,008
IPWRA	0,032*	0,019*	0,029*	0,008

Fonte: Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores. Obs.: \*  $p$ -valor < 1%.

Em seguida, averigua-se, na Tabela 7, de forma mais detalhada, o impacto dos diferentes níveis de IAN sobre a distorção idade-série escolar, permitindo avaliar se há um padrão crescente de associação conforme aumenta o nível de severidade. A comparação tem como grupo de referência os indivíduos em situação de segurança alimentar e nutricional (SAN) e utiliza tanto o modelo tradicional (OLS) quanto abordagens de tratamento múltiplo, com o objetivo de examinar a robustez dos achados. No modelo OLS, observa-se que mesmo níveis leves de IAN já exercem efeitos estatisticamente significativos sobre o atraso escolar: 4,7 p.p. para meninos urbanos e 3,2 p.p. para meninas urbanas. Entre estudantes da zona rural, os efeitos são ligeiramente menores; 3,7 p.p. para meninos, sendo que, para as meninas, o valor sequer foi significativo.

Além do mais, a IAN moderada está associada ao aumento de 12,4 p.p. na distorção escolar para meninos urbanos e de 8,3 p.p. para meninas urbanas. Nas áreas rurais, os impactos são de 10,4 p.p. para meninos e de 4,9 p.p. para meninas. No cenário mais extremo, a insegurança alimentar severa apresenta os maiores efeitos, com um aumento de 14,9 p.p. para meninos urbanos e de 10,9 p.p. para meninas urbanas. Na zona rural, os valores são ainda mais elevados, alcançando 18,6 p.p. para meninos e 13,4 p.p. para meninas. Todos os coeficientes estimados são estatisticamente significativos, reforçando a magnitude do impacto da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série nos contextos urbanos e rurais do Brasil.

Finalmente, à medida que a gravidade da IAN aumenta, os efeitos estimados tornam-se progressivamente mais expressivos, sugerindo uma relação dose-resposta entre a severidade da exposição e o comprometimento do desempenho escolar. Ao se considerar o modelo de ponderação IPW, observa-se uma redução considerável nos efeitos estimados em comparação com o método OLS. A IAN leve apresenta efeitos reduzidos

no modelo IPW, sendo estatisticamente relevante apenas para a distorção idade-série de meninos residentes em áreas urbanas. Por sua vez, a IAN moderada impacta de forma significativa a distorção idade-série escolar tanto de meninos quanto de meninas em zonas urbanas, com aumentos de 6,6 p.p. e de 3,2 p.p., respectivamente.

No que se refere à IAN severa, os dados indicam associação com a distorção idade-série tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais do país. Os efeitos estimados são mais pronunciados entre as meninas, independentemente do local de residência. Especificamente, observa-se que a distorção entre meninas residentes em áreas urbanas apresenta um acréscimo de 6,9 p.p., valor superior ao observado entre aquelas que vivem em zonas rurais (6,2 p.p.). Ainda que em menor magnitude, também há impactos relevantes sobre os meninos, especialmente nas áreas rurais (5,9 p.p.), em comparação com os que vivem em áreas urbanas (5,5 p.p.).

**Tabela 7.** O efeito do nível da insegurança alimentar sobre a distorção idade-série escolar – Brasil

OLS	Urbano		Rural	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
IAN <sub>Leve</sub> vs. SAN	0,047*	0,032*	0,037*	0,014
IAN <sub>Moderada</sub> vs. SAN	0,124*	0,083*	0,104*	0,049*
IAN <sub>Severa</sub> vs. SAN	0,149*	0,109*	0,186*	0,134*
Tratamento multivalorado				
IAN <sub>Leve</sub> vs. SAN	0,016*	0,005	0,007	-0,005
IAN <sub>Moderada</sub> vs. SAN	0,066*	0,032*	0,016	-0,003
IAN <sub>Severa</sub> vs. SAN	0,055*	0,069*	0,059*	0,062*

Fonte: Dados da amostra da PNAD Contínua de 2023. Elaboração: Autores. Obs.: \*  $p$ -valor < 1%.

Os resultados reforçam, portanto, a relevância de políticas públicas direcionadas à segurança alimentar das famílias, especialmente em contextos de maior vulnerabilidade, dado que a restrição no acesso a uma alimentação adequada pode comprometer substancialmente o percurso educacional dos estudantes. Entre os programas governamentais mais diretamente associados a essa questão está o PNAE, cujas alterações normativas recentes, em especial a exigência de compras de produtos da agricultura familiar, têm proporcionado avanços relevantes na qualidade nutricional das refeições servidas diariamente a milhões de estudantes, com efeitos inclusive sobre seu desempenho escolar Silva (2023); Silva et al. (2024); Valadares (2022).

## 5. Conclusão

Esta pesquisa teve como objetivo investigar o impacto da condição alimentar sobre a distorção idade-série dos estudantes brasileiros. O conjunto de dados utilizado oferece informações atualizadas sobre o tema, além de ter abrangência nacional, o que possibilitou a realização de uma análise representativa de todo o território brasileiro.

A principal inovação do estudo reside na ampliação da compreensão desses impactos ao considerar, por meio de modelos de tratamento binário e multivalorado, não apenas a presença da IAN, mas também sua intensidade – distinguindo entre os níveis leve, moderado e grave. Adicionalmente, a análise oferece uma abordagem desagregada que permite examinar as diferenças de impacto entre jovens dos sexos masculino e feminino, bem como entre áreas urbanas e rurais – dimensões frequentemente negligenciadas em estudos sobre o tema.

Os resultados alcançados indicam associação significativa entre condição alimentar inadequada e características sociodemográficas específicas: indivíduos não brancos, provenientes de famílias cujo chefe possui baixa escolaridade, com maior número de crianças no domicílio, menor renda familiar *per capita*, estudantes de escolas públicas e residentes nas regiões Norte e Nordeste, especialmente em áreas rurais.

Especificamente, a condição de IAN leve apresenta efeitos reduzidos, sendo estatisticamente relevante apenas para explicar a distorção idade-série de jovens do sexo masculino residentes em áreas urbanas. A IAN moderada impacta de maneira significativa jovens de ambos os sexos das zonas urbanas, com aumentos de 6,6 p.p. e de 3,2 p.p. para masculino e feminino, respectivamente. Por seu turno, a IAN severa revela impacto sobre a distorção idade-série tanto em áreas urbanas quanto rurais, com efeitos mais pronunciados para o sexo feminino, independentemente do local de residência.

Em função da heterogeneidade dos efeitos observados, é fundamental que as ações voltadas à mitigação da IAN no país levem em conta as diferenças por grupos populacionais e regiões. Ignorar tais particularidades pode comprometer a efetividade das políticas públicas, limitando seus efeitos sobre o desempenho escolar das crianças e dos adolescentes.

Portanto, os resultados empíricos confirmam a hipótese inicial, ao evidenciarem que a IAN compromete as condições de aprendizagem e acentua a discrepância entre a idade e a série escolar na educação básica. Os achados fornecem evidências consistentes de que a nutrição deficiente agrava esse descompasso, reforçando, conseqüentemente, a importância de políticas públicas voltadas à segurança alimentar e nutricional como instrumento de promoção da trajetória educacional adequada, entre as quais; o PNAE.

Todavia, reconhece-se que, diante da complexidade dos fatores envolvidos, este esforço de pesquisa não esgota a discussão sobre o tema. Ao contrário, deve-se enfatizar

a importância de novas investigações que possam aprofundar a compreensão dos mecanismos subjacentes aos impactos da condição alimentar dos domicílios sobre as trajetórias educacionais dos indivíduos.

## Referências

- Aires, J. d. S. et al. (2012). (in) segurança alimentar em famílias de pré-escolares de uma zona rural do ceará. *Acta Paulista de Enfermagem*, 25(1):102–108.
- Alves, C. L. et al. (2025). Determinantes da insegurança alimentar em contextos urbanos: o estado do ceará em perspectiva. *Revista Desenvolvimento em Debate*, 13(1):27–49.
- Araújo, A. F. d. e Silveira Neto, R. d. M. (2018). A qualidade do ambiente urbano afeta o desempenho escolar? uma análise do caso das favelas da cidade do recife. *Revista Econômica do Nordeste*, 49:161–181.
- Carrets, F. D., Teixeira, G. d. S., e Balbinotto Neto, G. (2022). O programa estratégia saúde da família e indicadores de percepção dos serviços de saúde no brasil: uma análise para população com 50 anos ou +. In: *Anais do XXV Encontro de Economia da Região Sul*, Página 1–19, Porto Alegre. Anpec.
- Ciríaco, J. d. S. et al. (2025). Insegurança alimentar e nutricional no brasil: análise de fatores determinantes em domicílios urbanos e rurais em 2023. Texto para Discussão 3121, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Rio de Janeiro.
- Costa, L. V. et al. (2014). Fatores associados à segurança alimentar nos domicílios brasileiros em 2009. *Economia e Sociedade*, 23(2):373–394.
- Cotta, R. M. M. e Machado, J. C. (2013). Programa bolsa família e segurança alimentar e nutricional no brasil: revisão crítica da literatura. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 33(1):54–60.
- Facchini, L. A. et al. (2014). Insegurança alimentar no nordeste e sul do brasil: magnitude, fatores associados e padrões de renda per capita para redução das iniquidades. *Cadernos de Saúde Pública*, 30(1):161–174.
- Fávaro, T. et al. (2007). Segurança alimentar em famílias indígenas teréna, mato grosso do sul, brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(4):785–793.
- Fraga, J. A. A. e Varela, D. S. d. S. (2012). A relação entre a desnutrição e o desenvolvimento infantil. *Revista da Associação Brasileira de Nutrição*, 4(5):59–62.
- Fritz, K. B. B., Waquil, P. D., e Fritz Filho, L. F. (2014). A insegurança alimentar no rural do rio grande do sul: análise da privação de uma capacitação básica. *Desenvolvimento em Questão*, 12(26):41–78.

- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., e Vermeersch, C. M. J. (2011). *Impact Evaluation in Practice*. World Bank, Washington.
- Grantham-McGregor, S. e Ani, C. (2001). A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *Journal of Nutrition*, 131:649–666.
- Guerra, L. D. d. S. et al. (2013). Insegurança alimentar em domicílios da amazônia legal brasileira: prevalência e fatores associados. *Cadernos de Saúde Pública*, 29(2):335–348.
- Henig, E. V. (2024). Quem tem fome no brasil? análise da insegurança alimentar a partir de raça e gênero. *Revista de Políticas Públicas*, 28(2):891–905.
- Hoffmann, R. (2008). Determinantes da insegurança alimentar no brasil: análise dos dados da pnad de 2004. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 15(1):49–61.
- Hoffmann, R. (2014). Brasil, 2013: mais segurança alimentar. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 21(2):422–436.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2024). *Agenda 2030: ODS 2 – fome zero e agricultura sustentável*. Number 2 In: Cadernos ODS. Ipea, Brasília.
- Jesus, J. G. d., Hoffmann, R., e Miranda, S. H. G. d. (2024). Insegurança alimentar, pobreza e distribuição de renda no brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(4):1–22.
- Jyoti, D. F., Frongillo, E. A., e Jones, S. J. (2005). Food insecurity affects school children’s academic performance, weight gain, and social skills. *The Journal of Nutrition*, 135(12):2831–2839.
- Kac, G. et al. (2012a). Household food insecurity is not associated with bmi for age or weight for height among brazilian children aged 0–60 months. *PLOS ONE*, 7(9):1–7.
- Kac, G. et al. (2012b). Severe food insecurity is associated with obesity among brazilian adolescent females. *Public Health Nutrition*, 15(10):1854–1860.
- Kleinman, R. E. et al. (2002). Diet, breakfast and academic performance in children. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 46:24–30.
- Lopes, T. S. et al. (2013). Family food insecurity and nutritional risk in adolescents from a low-income area of rio de janeiro, brazil. *Journal of Biosocial Science*, 45(5):661–674.
- Magrani, L. H. d. A. et al. (2012). Insegurança alimentar e estado nutricional das famílias que recebem benefícios sociais na unidade de saúde da família vila felipe-petrópolis-rj. *Revista de APS*, 15(1):29–35.
- Mondini, L. et al. (2011). Insegurança alimentar e fatores sociodemográficos associados nas áreas urbana e rural do brasil. *Informações Econômicas*, 41(2):52–60.

- Pedraza, D. F., Queiroz, D. d., e Menezes, T. N. d. (2013). Segurança alimentar em famílias com crianças matriculadas em creches públicas do estado da paraíba, brasil. *Revista de Nutrição*, 26(5):517–527.
- Reis, M. (2012). Food insecurity and the relationship between household income and children's health and nutrition in brazil. *Health Economics*, 21(4):405–427.
- Rosa, T. E. d. C. et al. (2012). Segurança alimentar em domicílios chefiados por idosos, brasil. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 15(1):69–77.
- Salles-Costa, R. et al. (2008). Associação entre fatores socioeconômicos e insegurança alimentar: estudo de base populacional na região metropolitana do rio de janeiro, brasil. *Revista de Nutrição*, 21:99–109.
- Schelini, P. W. (2006). Teoria das inteligências fluida e cristalizada: início e evolução. *Estudos de Psicologia*, 11(3):323–332.
- Silva, S. P., Ciríaco, J. d. S., e Zen, E. L. (2024). Efeitos da inserção de produtos da agricultura familiar na alimentação escolar sobre o desempenho de alunos da rede pública no brasil. Texto para Discussão 3039, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Rio de Janeiro.
- Silva, S. P. e Ciríaco, J. d. S. (2022). Análise do efeito do pronaf sobre a renda de agricultores familiares no meio rural nordestino. Texto para Discussão 2827, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Brasília.
- Silva, S. P. e a. (2023). Produtos da agricultura familiar na alimentação escolar e sua contribuição para a segurança alimentar e nutricional no brasil. Texto para Discussão 2934, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Brasília.
- Simões, A. A. (2019). Acesso à educação básica e sua universalização: missão ainda a ser cumprida. *Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais*, 2:17–72.
- Souza, A. F. d. et al. (2023). Perfil nutricional de crianças em fase escolar: um estudo de revisão. *Revista Contemporânea*, 3(12):29089–29105.
- Tavares, L. H. d. S. e Lima, A. C. d. C. (2021). Segurança alimentar, composição domiciliar e pobreza no brasil: um estudo a partir dos microdados da pnad para o período 2004-2013. *Planejamento e Políticas Públicas*, (58):101–143.
- Valadares, A. A. e a. (2022). Da regra aos fatos: condicionantes da aquisição de produtos da agricultura familiar para a alimentação escolar em municípios brasileiros. Texto para Discussão 2728, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Brasília.
- Velásquez-Melendez, G. et al. (2011). Mild but not light or severe food insecurity is associated with obesity among brazilian women. *Journal of Nutrition*, 141(5):898–902.

Vianna, R. P. d. T. e Segall-Corrêa, A. M. (2008). Insegurança alimentar das famílias residentes em municípios do interior do estado da Paraíba, Brasil. *Revista de Nutrição*, 21:111–122.

Wroblevski, B., Nascimento, N. G. d., e Cunha, M. S. d. (2020). Impacto da (in)segurança alimentar no desempenho escolar dos estudantes brasileiros. *Revista Brasileira de Economia de Empresas*, 20(2):59–77.

 Este artigo está licenciado com uma *CC BY 4.0 license*.