



29º Prêmio Tesouro
de Finanças Públicas 2024

Revista **Cadernos de Finanças Públicas**

2025

Edição Especial



TESOURO NACIONAL

Sinergia entre a atuação de nutricionistas e compras da agricultura familiar: impactos do PNAE sobre desempenho escolar e estado nutricional infantil

Caroline da Costa Nascimento de Deus

Universidade Federal Viçosa - UFV

Maria Micheliana da Costa Silva

Universidade Federal Viçosa - UFV

RESUMO

Este artigo avalia os impactos da sinergia entre atuação de nutricionistas e compras da agricultura familiar, no PNAE, sobre as notas do SAEB 2019 e o estado nutricional infantil. Considerando o tratamento contínuo, utilizou-se a abordagem *Local Average Treatment Effect*, além da Função Dose-Resposta (FDR). O impacto às compras da agricultura familiar foi maior em escolas com nutricionistas, comparadas àquelas sem esse profissional, e teve impacto de 2,23 pontos em matemática e 1,34 em português. Para obesidade grave e apenas obesidade, a sinergia impacta na sua redução em 0,29 e 0,53 pontos percentuais, respectivamente. Assim, o custo para aumentar 1 ponto nas proficiências de matemática e português é R\$45,00 e R\$74,00, de forma respectiva. Enquanto para reduzir 1 ponto percentual de obesidade e obesidade grave é R\$344,00 e R\$188,00. Finalmente, a FDR mostra que o nível ótimo de compras da agricultura familiar é 50%, evidenciando que o percentual mínimo, 30%, exigido na Lei não é o ideal.

Palavras-chave: SAEB; estado nutricional; PNAE.

JEL: I20, I29, C26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. A RELAÇÃO ENTRE ALIMENTAÇÃO E DESEMPENHO ESCOLAR.....	9
3. METODOLOGIA	10
3.1. <i>Estratégia de Identificação</i>	10
3.2. <i>Função Dose-Resposta e Efeito Marginal do Tratamento</i>	14
3.3. <i>Bases de Dados e Variáveis</i>	16
4. RESULTADOS	18
5. ANÁLISE DE EFEITOS HETEROGÊNEOS.....	23
6. ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE.....	29
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
APÊNDICE.....	38

1. INTRODUÇÃO

O acúmulo de capital humano, por meio do aprendizado, é um dos pilares do desenvolvimento econômico. Apesar disso, a realidade da qualidade da educação no Brasil é alarmante. O desempenho médio dos estudantes brasileiros no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes 2022 (PISA) ficou praticamente estagnado, em comparação a 2018. Desde 2009, a evolução em matemática, leitura e ciências é ínfima e não significativa. Ademais, os estudantes no topo da distribuição da proficiência em matemática pioraram na última avaliação (Brasil, 2023).

Um dos principais indicadores relacionados à variação na qualidade da educação é o estado socioeconômico dos estudantes, que envolve sua (in)segurança alimentar. Essa relação acontece, pois o desenvolvimento cognitivo infantil tem influência direta da qualidade nutricional recebida, sendo a insegurança alimentar e malnutrição apontadas como fatores que contribuem para dificuldades de aprendizagem e absenteísmo escolar (Alaimo; Olson; Frongillo, 2001; Winicki; Jemison, 2003; JMT et al., 2011; Bernal et al., 2014; Naik; Itagi; Patil, 2015).

Uma vez que a escola se constitui em um dos ambientes mais frequentados pelas crianças e, conseqüentemente, é parte do processo de acesso e promotora de hábitos alimentares, intervenções nesse âmbito devem ser estimuladas (Papoutsis; Drichoutis; Naygra Jr., 2013; Azeredo et al., 2016). Isso torna crianças em idade escolar excelente população-alvo para intervenções nutricionais. Programas de alimentação escolar são uma parte significativa disso. Sendo um dos canais de influência na nutrição infantil, as refeições escolares são uma forma essencial para os resultados escolares (Sorhaindo; Feinstein, 2006).

Experiências internacionais mostram como políticas de alimentação escolar têm papel fundamental no processo de aprendizagem estudantil, destacando-se os programas *Feed Me Better*, no Reino Unido, *School Breakfast Program*, nos Estados Unidos e *Mid Day Meal Scheme*, na Índia, com efeitos positivos e significativos nas notas e frequência escolar, além da promoção de hábitos alimentares mais saudáveis (Belot; James, 2011; Imberman; Kugler, 2014; Frisvold, 2015; Anderson et al., 2018; Cohen et al., 2021; Kaur, 2021).

No Brasil, a alimentação escolar é um benefício do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Criado efetivamente em 1955, o PNAE é um dos mais antigos programas sociais brasileiros na área de alimentação e nutrição. É considerado internacionalmente como um dos maiores e mais amplamente cobertos programas no que se refere à universalização do cuidado com a alimentação saudável e segura para os estudantes. Gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), o Governo Federal repassa, de forma com-

plementar, aos estados ou municípios (distritos escolares) responsáveis e às escolas federais os valores financeiros mensais da alimentação escolar para cobrir os dias letivos, de acordo com o número de alunos matriculados (FNDE, 2024). Apesar de mais de meio século de sua criação, algumas mudanças ocorreram ao longo do tempo, com destaque ao ano de 2009, em que se ratificou a atuação de nutricionistas como responsáveis técnicos do PNAE, além da aquisição de alimentos provenientes da agricultura familiar (AF), em um percentual mínimo obrigatório de 30% do orçamento do PNAE (Brasil, 2009).

Tais medidas foram implementadas como forma de se oferecer uma alimentação mais saudável. Produtos da AF são saudáveis porque oferecem alimentos mais frescos ou minimamente processados. A parceria entre a agricultura familiar e o PNAE busca diminuir consideravelmente a aquisição de alimentos processados e ultraprocessados para a alimentação escolar e melhorar o conteúdo nutricional das refeições na escola, com frutas, vegetais e produtos frescos oferecidos para atender às necessidades nutricionais das crianças em idade escolar. Além disso, estimula-se o consumo de alimentos de produção regional, o que favorece os hábitos e cultura alimentar local, além da sustentabilidade e diversificação (Teo, 2017; Noll *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2021).

De acordo com a Lei 11.947/2009, o processo de compra pode ocorrer com a dispensa do procedimento licitatório pelo município por meio de chamada pública, desde que os preços sejam compatíveis com os praticados no mercado local e projetos de venda. Os projetos de venda podem ser apresentados por vendedores individuais, grupos formais ou informais. A Lei exige que as propriedades familiares dos próprios municípios sejam priorizadas na chamada pública. Para que o agricultor individual e os grupos participem do processo, eles precisam ter uma Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP). A DAP é um documento que identifica os agricultores familiares e lhes concede acesso a programas e políticas públicas. Cada DAP tem um limite de vendas de até R\$ 20.000,00 (vinte mil) por agência compradora por ano (Brasil, 2020).

No caso da atuação dos nutricionistas, estes são responsáveis pela formulação dos cardápios e supervisionam diversas etapas da produção da alimentação escolar. Além disso, possuem como obrigação participar de processos licitatórios e compras diretas da agricultura familiar, além de promover a articulação com os agricultores familiares (Brasil, 2009; CFN, 2010).

Em levantamento realizado por Machado *et al.* (2018), evidencia-se frequências elevadas de aquisição de produtos da AF em municípios com alta participação de nutricionistas como responsáveis pela alimentação escolar, indicando a importância desses profissionais para a incorporação de gêneros alimentícios provenientes de tais produtores. No entanto, em estudo des-

crítico sobre a relação conjunta entre os programas, Gallicchio *et al.* (2021) mostram algumas dificuldades no processo de aquisição de alimentos, não favorecendo a diversidade alimentar na elaboração dos cardápios, o que pode levar a um baixo percentual. De um modo geral, os autores identificaram como entrave ao funcionamento dos programas o número insuficiente de nutricionistas, sendo que nem todos acessam ao mapeamento agrícola local, além da baixa participação no processo de compras. Porrua *et al.* (2020) também destacam problemas em conciliar a formulação de cardápios com o que se produz na região, atribuindo à baixa articulação entre os profissionais de nutrição com agricultores e entidades de apoio à AF. Todos esses pontos elencados explicam a não adesão à parceria com a AF, mesmo com nutricionistas disponíveis.

Diante do objetivo do PNAE de promover melhoria no desempenho escolar, via nutrição adequada dos estudantes, alguns estudos nacionais buscaram entender a relação entre alimentação escolar e notas obtidas pelos estudantes em exames de proficiência. Especificamente às aquisições de alimentos da AF, pode-se citar o estudo de Gomes *et al.* (2021) que avaliam, para a região Nordeste, o efeito do atendimento ao percentual mínimo de aquisição de alimentos via AF sobre o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica e taxas de aprovação, reprovação, abandono e distorção idade-série. Para tanto, os autores recorreram a um tratamento binário, mostrando que municípios cumpridores da obrigatoriedade de 30% tiveram resultados superiores àqueles que não alcançaram tal percentual. Explorando uma descontinuidade em torno do valor especificado na lei, Ramos *et al.* (2021) também verificaram a importância de cumprir o mínimo estabelecido e as notas obtidas em exames de proficiência padronizados. Silva, Ciríaco e Zen (2024), em uma análise de decomposição das notas, mostraram como o PNAE, por meio da participação na AF, tem influência positiva sobre os resultados escolares. No entanto, grande parte das diferenças de notas é devida a fatores estruturais, podendo estar associado com uma menor incidência de problemas nutricionais, além da adoção de alimentos mais nutritivos, algo que não é observado pelos pesquisadores. Quanto à participação dos nutricionistas como responsáveis técnicos pela alimentação ofertada pela escola, pode-se citar De Deus e Da Costa Silva (2023), em que se verificou a importância da participação desse profissional para as notas, em diferentes contextos.

Contudo, tais estudos não avaliam a possível sinergia entre a participação de nutricionistas e a aquisição de alimentos da AF, no PNAE, sobre o aprendizado de crianças brasileiras. Ao não explorar a importância conjunta dos programas, as evidências podem estar incorrendo em viés de omissão, além de não identificar como tais programas podem estar agindo em conjunto, além de separadamente. Assim, o presente artigo busca avaliar como o percentual de compras

da AF no município, interagido com a existência de um profissional de nutrição nas escolas, contribui para as notas obtidas por escolares, por meio de testes de proficiência. Com essa análise mais refinada, é possível sinalizar o quanto municípios que não implementam um dos programas podem estar sendo menos efetivos em entregar resultados favoráveis.

Um dos tratamentos avaliados, percentual de aquisição de alimentos da AF, dado seu intervalo de variação apresentar-se em termos percentuais, favorece a uma análise de efeitos dosagem e análise de efeito marginal de tratamento, ao invés de especificar apenas um indicador de atendimento à Lei ou se implementa a política. Isso porque, municípios que repassam menos de 30% dos recursos à compra de produtos da AF também são beneficiários da política, mas os efeitos podem ser diferentes ao longo da distribuição de percentuais. Além disso, para controlar possíveis endogeneidades, pode-se recorrer ao uso de variáveis instrumentais, relacionadas à participação dos agricultores no PNAE e em outros programas, aplicando-se a abordagem *Local Average Treatment Effect* (LATE). Estratégia semelhante foi aplicada em De Deus e Da Costa Silva (2023) para o caso de escolas com nutricionistas, em que se encontrou um efeito positivo para a participação desses profissionais, porém sem considerar o efeito das aquisições da AF. Em escolas que contam com esse profissional, o percentual poderá ser diferente. Sobre tal relação sinérgica com a existência de nutricionista nas escolas, tal fator é mensurado de forma binária, sendo sua possível endogeneidade controlada por meio de instrumentos que representam o mercado de trabalho de nutricionistas.

Outra contribuição desta pesquisa é analisar os efeitos de tais programas sobre o estado nutricional infantil, tendo em vista que esse é um importante canal de transmissão de efeito. Com isso, busca-se verificar a influência não só para o desempenho, como para a saúde infantil. Na literatura observada, não há registros de evidências de como tais programas também influenciam resultados de formação de hábitos alimentares e de saúde.

É possível que os efeitos sobre o desempenho escolar e estado nutricional sejam diferentes quanto ao contexto em que a escola está inserida, com isso o estudo também tece uma análise sobre áreas rurais, Semiárido, alunos em situação socioeconômica mais vulneráveis, municípios que cumprem a exigência mínima de 30% de produtos da AF, com cobertura do Programa Bolsa Família (PBF) maior do que 25% e menos de 4 nutricionistas. Além destas, examina a interação dos eixos do PNAE com outras políticas, como o PBF, o Programa Saúde da Família (PSF) e Saúde na Escola (PSE).

Com base nas estimativas do impacto da sinergia entre AF nutricionistas, foi possível analisar o custo efetividade destes dois eixos do PNAE conjuntamente. Cada real investido

por aluno tem efetividade em matemática e português, respectivamente, 0,45 e 0,74. Enquanto para obesidade grave e apenas obesidade é 3,44 e 1,88 pontos percentuais, de forma respectiva. Esse custo-efetividade é baixo, tendo em vista que o montante investido por aluno do ensino fundamental por dia letivo é R\$0,50. Considerando que o repasse é feito para 200 dias letivos no ano, o montante total é R\$100,00/aluno. Desse modo, o custo para aumentar 1 ponto nas proficiências de matemática e português é R\$45,00 e R\$74,00, de forma respectiva. Enquanto para reduzir 1 ponto percentual de obesidade e obesidade grave é R\$344,00 e R\$188,00.

O estudo traz sugestões úteis para o desenho da política. Primeiro, nos termos da exigência mínima de 30% da compra da AF e contratar um nutricionista para elaborar os cardápios alimentares da escola. Os resultados indicam que o percentual ótimo de aquisição de alimentos da agricultura familiar, para o aumento do desempenho estudantil, é entre 50 e 60%. Essa evidência traz implicações relevantes para a alteração da diretriz do programa. Para tanto, percebe-se que, para executá-la, é necessário o estreitamento dos laços entre os programas destinados a esse público, para que os agricultores familiares, principalmente os menos capitalizados, tenham acesso ao mercado do PNAE e haja aumento da oferta.

Segundo, as evidências também contribuem para elucidar as mudanças que o Projeto de Lei 3.292 de 2020 pode submeter à Lei nº 11.947/09. Não seria eficiente retornar os mecanismos de promoção da alimentação saudável com a aprovação do projeto de lei, que defende que pelo menos 40% do consumo de leite seja na forma líquida. Imputar essa rigidez ao cardápio escolar desconsidera a autonomia dos profissionais de nutrição como tecnicamente responsáveis e pode dificultar seu trabalho, a implementação do programa e a diversidade alimentar regional. O projeto de lei também estabelece a retirada da prioridade de compra de alimentos de comunidades indígenas e assentamentos agrários, o que compromete o caráter econômico distributivo do programa, a inclusão dos produtores economicamente mais vulneráveis, como os agricultores do grupo B do Pronaf, predominante na região Nordeste, e o desenvolvimento econômico local.

Por fim, como os alimentos oferecidos pela AF podem ser considerados saudáveis, este artigo também confirma a viabilidade de aumentar o desempenho dos alunos e melhorar seu estado nutricional por meio desse tipo de alimentação. Além disso, as evidências também servem de base para que os gestores municipais motivem e se esforcem para aumentar o percentual gasto com alimentos da AF, assim como para contratação dos profissionais de nutrição, para que os alunos de seu município alcancem maiores resultados educacionais e melhor estado nutricional. E, principalmente, deve haver atenção ao funcionamento conjunto dos eixos do PNAE, tendo

em vista que seu impacto é maior do que de forma isolada.

Para tanto, a pesquisa está dividida em cinco seções, além dessa introdução. A próxima seção apresenta o embasamento teórico e o mecanismo de transmissão de efeito dos programas avaliados sobre o aprendizado. Segue-se com a metodologia da pesquisa, com a base de dados, variáveis e estratégia de identificação. A quarta seção expõe as evidências e discussão e, encerrando o estudo, tem-se as principais considerações da pesquisa.

2. A RELAÇÃO ENTRE ALIMENTAÇÃO E DESEMPENHO ESCOLAR

A qualidade da alimentação escolar depende da gestão escolar e municipal, sendo sua influência modelada por meio da especificação de uma função de produção escolar, que relaciona insumos: características familiares e da escola, com os resultados alcançados pelos estudantes (Hanushek, 1979; 2010; 2020):

$$A_i = f(B_i, P_i, S_i, I_i) \quad (1)$$

em que, para o i -ésimo estudante, A_i é o seu desempenho escolar; B_i é um vetor de características familiares; P_i é um vetor com características de turmas; S_i é um vetor com insumos escolares; I_i são habilidades inatas (não observáveis).

A alimentação escolar faz parte do espaço social ou políticas públicas de apoio da escola sendo, portanto, elemento de S_i . Tal elemento pode atuar em diferentes canais de transmissão para o desempenho escolar e pode atuar em diferentes canais de transmissão para o desempenho escolar. Um deles é a redução do estigma em torno da alimentação escolar gratuita, devido ao fato de seu acesso ser universal, tornando a renda familiar menos relevante e aumentando a participação nas refeições, o que proporciona um meio mais inclusivo de aprendizagem (Leos-Urbel et al., 2013). Estudos mostram que a insegurança alimentar está associada à deterioração de habilidades não intelectuais, como comportamentos que geram externalidades. Portanto, como a alimentação escolar opera para reduzir a insegurança alimentar, as distrações em sala de aula podem ser reduzidas melhorando o comportamento em sala de aula e, assim, aumentando efetivamente o tempo de ensino, transbordando os efeitos colaterais para aqueles alunos que não têm consumo nutricional modificado (Alaimo et al., 2001; Lazear, 2001). O fornecimento de alimentação escolar gratuita e universal aumenta os recursos disponíveis das famílias para outros bens de consumo que, por sua vez, podem gerar benefícios para as crianças e seu desem-

penho na escola (Cireno; Silva; Proença, 2013; Camargo; Pazello, 2014).

Desde 2009, com a implementação da Lei 11.947, houve mudanças significativas no programa, como a inclusão de escolas privadas no público elegível, a solicitação de nutricionistas como responsáveis técnicos pelas refeições e a obrigatoriedade de aquisição de no mínimo 30% dos recursos em alimentos da agricultura familiar ou do empreendedor familiar rural local (Brasil, 2009). As duas últimas mudanças foram um passo significativo para uma alimentação escolar mais saudável. No caso dos nutricionistas, o acompanhamento de um profissional na gestão de alimentos permite controlar o que será fornecido, além de ser um elo importante para favorecer as aquisições de produtos dos agricultores locais. Estes, por sua vez, podem gerar uma oferta constante de alimentos frescos, orgânicos e considerados saudáveis, como frutas e hortaliças (Machado *et al.*, 2018).

Como mecanismos da oferta de alimentação no âmbito escolar sobre o desempenho estudantil, tem-se a motivação para frequentar a escola (Pontili; Kassouf, 2007), principalmente por crianças em vulnerabilidade socioeconômica. Além disso, a melhora nutricional contribui para reduzir a incidência de doenças, reduzindo o absenteísmo. Uma maior frequência escolar promove, de forma indireta, o maior desempenho, que por sua vez é afetado diretamente pela melhora nutricional, por permitir melhor concentração. Podendo ser considerado insumo da função de produção escolar, o estado nutricional dos estudantes, o qual é resultado da formação de hábitos de consumo, uma nutrição adequada se relaciona com o esforço e aprendizado dos alunos (Popkin; Lim-Yabanez, 1982; Cohen et al., 2021). Portanto, é de se esperar que ações governamentais que influenciam hábitos alimentares mais saudáveis podem ser importantes fatores a serem considerados na análise da qualidade escolar, destacando-se a necessidade de inclusão de insumos relacionados à alimentação e nutrição, não somente em uma perspectiva de curto, mas também de longo prazo, como mecanismo de formação de hábitos alimentares.

3. METODOLOGIA

3.1 Estratégia de Identificação

As normas do PNAE estabelecem critérios, aos quais os gestores precisam se adequar. A quantidade ofertada dos produtos da Agricultura Familiar (AF), por exemplo, que precisam se encaixar nos critérios de qualidade do programa, pode ser um fator limitante para o município alcançar o percentual mínimo exigido. Desse modo, o percentual de aquisição da AF entre

municípios é bastante variado. Por exemplo, 34,7% dos municípios não atingiram o mínimo de 30%, dos quais 10,3 não adquiriram produtos da AF, enquanto 8,3% compraram 100%. Isso faz com que o benefício seja oferecido em doses diferentes, tornando o efeito heterogêneo. Contornar isso, especificando apenas um indicador de atendimento à Lei ou se implementa a política, não favorece a análise, pois municípios que comprem menos de 30% de produtos da AF também são beneficiários da política, mas os efeitos das doses podem ser diferentes ao longo da distribuição.

Portanto, dada a variação percentual das compras da AF, a sua interação com a participação de nutricionistas nas escolas terá um caráter contínuo nesta análise. Adotar o tratamento contínuo permite avaliar o efeito dosagem dos diferentes níveis de aquisição dos produtos da AF com a atuação de nutricionistas. A dose, nesse caso, captura a intensidade do valor da compra de alimentos da AF em escolas com nutricionistas e o efeito que esta variação causa no desempenho escolar e no estado nutricional infantil. Assim, usando a intensidade do tratamento, aumenta-se a precisão dos resultados do que apenas depender do tratamento binário. Diferentemente deste último, que dá valor zero para o grupo controle e 1 para o grupo tratado, a abordagem de tratamento contínuo empregada aqui dá ao grupo de controle uma dose zero e ao grupo tratado uma dose entre zero e 100 (Cerulli, 2015), a depender do valor adquirido em alimentos da AF e sua interação com a presença de nutricionistas nas escolas. Desse modo, no presente estudo, o grupo de controle é composto por alunos das escolas com PNAE, em que os municípios adquirem 0% dos produtos da AF e não contam com profissionais de nutrição. Enquanto o grupo de tratados é formado por estudantes das escolas com PNAE, em que os municípios compram mais do que 0% e têm atuação de nutricionistas.

Além da heterogeneidade do efeito dosagem das compras da AF, a contratação de um profissional de nutrição para elaborar os cardápios alimentares das escolas, apesar de obrigatória por lei, esbarra na decisão e execução de gestores das entidades responsáveis e, assim, torna o processo não aleatório. Por esses motivos, o percurso da presente análise se deu por um caminho exógeno aos tratamentos e resultados potenciais com a adoção de variáveis instrumentais (VI) na abordagem do LATE, que permite estimar corretamente o efeito causal na presença de efeitos heterogêneos e possíveis endogeneidades. Recorreu-se a variáveis relacionadas à participação dos agricultores no PNAE e que representam o mercado de trabalho de nutricionistas, assim como em De Deus e Da Costa Silva (2023). Com mais de um instrumento, o LATE será uma média ponderada dos estimadores de VI usando os instrumentos separadamente.

Os instrumentos utilizados para estimar a relação do tratamento com o desempenho es-

colar foram a quantidade de nutricionistas por município, o salário médio municipal dessa categoria fora da educação básica e o número de Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) por município. Já para estimar a relação do tratamento com o estado nutricional foram utilizados o salário médio municipal dessa categoria fora da educação básica e o número de DAP por município. Escolheu-se não utilizar a quantidade de nutricionistas por município nessa especificação, devido à possível influência direta dos nutricionistas fora do PNAE no estado nutricional infantil. Para serem válidos, os instrumentos precisam atender às condições de independência, alocação aleatória, exclusão e monotonicidade. Acredita-se que os instrumentos atendem a essas condições tanto para a relação com desempenho escolar, quanto para o estado nutricional.

Pode-se supor que os instrumentos sejam tão bons como se fossem alocados aleatoriamente, uma vez que eles são independentes do desempenho escolar, do estado nutricional e da interação entre compras da AF e atuação de nutricionistas no PNAE. Isso significa que uma variação nas VI não depende de uma variação nos tratamentos. Ou ainda o produtor não depende do desempenho escolar para adquirir a DAP, da mesma forma que o número de nutricionistas por município e os seus salários fora da educação básica não são consequência dele. Similarmente, para que o produtor consiga DAP, ele não depende do estado nutricional infantil, assim como os salários de nutricionistas fora da educação básica não são definidos pelo estado nutricional de estudantes.

Embora os tratamentos não afetem a variação dos instrumentos, estes últimos são relevantes para explicar a variação nos tratamentos, o que torna possível a existência do primeiro estágio. Por exemplo, os municípios com agricultores portadores de DAP são mais prováveis de participar nos processos de venda do PNAE, dado que este documento é necessário para sua participação na política. Já as escolas situadas em municípios com número favorável de nutricionistas são mais prováveis de contarem com a atuação de tal profissional. Por outro lado, quanto maior a oferta salarial em outras atividades, menos provável a contratação deles nas escolas, uma vez que se espera que os agentes sejam racionais e busquem os maiores salários. Assim, uma vez que a influência está controlada por características socioeconômicas, a correlação entre esta intervenção e o salário ofertado é negativa.

Além de independentes, relevantes e alocados aleatoriamente nesta relação de interesse, os instrumentos atendem à restrição de exclusão da equação estrutural. Quando incluídas as características econômicas e demográficas municipais, outros canais que poderiam desviar o efeito causal são controlados e, assim, os instrumentos só afetam os resultados por meio dos tratamentos: $Y_i(z, t, x) = Y_i(z^*, t, x) \quad \forall t, x, z, z^*$. Isso quer dizer que, no contexto do vetor de característi-

cas, X_i , os resultados potenciais não dependem da realização dos instrumentos (Pinto; Menezes Filho, 2017).

Ademais, ao contrário da abordagem clássica, em que os efeitos de tratamento são homogêneos, o LATE pode determinar o efeito médio do tratamento de uma subpopulação específica, quando o efeito do tratamento é heterogêneo, o que se acredita que aconteça nesta estimação (Imbens; Angrist, 1994). Nesse caso, os instrumentos vão atuar nas direções certas. Isso significa que, quando o número de estabelecimentos com DAP for favorável à contratação no projeto de venda, então os municípios vão adquirir alimentos da AF. Mas, quando o número de DAP não for favorável ao demandado na chamada pública, então as entidades executoras vão acabar não comprando. Semelhantemente ocorre para a contratação de nutricionistas. Se o número de nutricionistas no município for favorável à sua participação nas escolas e os salários fora da educação básica forem menos atrativos, então será mais provável a contratação de nutricionistas nas escolas. Desse modo, tem-se o efeito nos *compliers*. Ainda segundo Imbens e Angrist (1994), o LATE identifica o efeito médio, assumindo que são poucos os não cumpridores. Portanto as entidades executoras que não vão adquirir produtos da agricultura familiar, conforme os instrumentos não sejam favoráveis, são um número pequeno que não afetará o verdadeiro efeito médio. Assim, por monotonicidade: $T_{z_i}(t) > T_{z_i}(0)$.

Apesar do LATE estimar o efeito do tratamento localmente para a parcela de cumpridores da relação entre instrumentos e intervenção, ao utilizar o instrumento de quantidade de DAP por município, é razoável supor que foi possível extrapolar o impacto para outras populações elegíveis, dando validade externa à análise. Isso acontece, pois a DAP é o documento necessário para o produtor acessar às chamadas de vendas do PNAE. Assim, se o instrumento funciona para o contexto analisado, estudantes de rede pública, também terá validade no contexto de outras populações elegíveis, como as escolas filantrópicas e comunitárias.

Atendidas as condições, estimou-se, primeiramente, o LATE por Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E). A equação estrutural para desempenho escolar é dada a seguir:

$$y_{iem} = \alpha + \lambda X_{iem} + \beta_1 PNAE_Nutri_e + \beta_2 PNAE_AF_m + \tau PNAE_Nutri_e * PNAE_AF_m \quad (2)$$

em que y_{iem} representa a nota nos testes de proficiência do SAEB do aluno i , na escola e , no município m no ano de 2019; α é a constante; X_{iem} é um vetor de covariadas e λ seu coeficiente; $PNAE_Nutri_e$ é uma dummy que indica atuação de nutricionista no PNAE; $PNAE_AF_m$ é o percentual de compras da AF para o PNAE, onde β_1 e β_2 são seus respectivos efeitos;

$PNAE_Nutri_e * PNAE_AF_m$ é a interação dos tratamentos, e τ é o efeito de interesse. Por fim, ε_{iem} é o termo de erro aleatório.

A equação estrutural do estado nutricional, que também foi estimada por MQ2E, é representada por:

$$EN_m = \delta + \gamma X_m + \rho_1 PNAE_Nutri_m + \rho_2 PNAE_AF_m + \mu PNAE_Nutri_m * PNAE_AF_m \quad (3)$$

em que EN_m é o percentual de crianças e adolescentes no município m de acordo com estado nutricional (eutrofia, obesidade e obesidade grave), em 2019. δ é o intercepto e v_m é o termo de erro aleatório. As demais variáveis são definidas como na equação anterior.

Por fim, dado o caráter contínuo do tratamento, foram estimados a FDR e o EMT, seguindo a abordagem de Cerulli (2015), pois nela considera-se que o importante não é somente a adoção do tratamento ou não, mas o nível de adoção e a heterogeneidade do impacto. Sendo assim, dividiu-se a metodologia em mais duas subseções. A primeira percorre a metodologia empregada na FDR e no EMT. E a segunda aborda as bases de dados e variáveis.

3.2 Função Dose-Resposta e Efeito Marginal do Tratamento

A diferença na intensidade de adoção de um tratamento pode interferir na heterogeneidade do impacto. Isso pode ocorrer nas relações de interesse, pois a resposta da proficiência estudantil ou do estado nutricional pode ser diferente para cada percentual de alimentos consumido e presença de nutricionista. A Função Dose-Resposta (FDR) permite avaliar essa heterogeneidade do impacto em cada nível de adoção. Segundo Cerulli (2015), a FDR é igual ao efeito médio do tratamento (ATE), dado um nível t do tratamento, $ATE(t)$, em que t representa a variável de tratamento contínuo. Nesse caso, t é o percentual adquirido de alimentos da agricultura familiar por município, na interação com atuação de nutricionista.

Em síntese, a FDR é a esperança condicional das variações das proficiências dos alunos e do estado nutricional, dadas as variáveis explicativas. A derivada da FDR é, portanto, o efeito marginal do tratamento (EMT), que mostra como os efeitos da interação da política mudam as variáveis de resultado, à medida que o percentual do tratamento aumenta. A abordagem permite a existência de endogeneidade na intervenção política, sem causar prejuízos à estimação do efeito causal, ao implementar o método de estimação VI (Cerulli, 2015).

De acordo com Cerulli (2015), sejam dois diferentes e exclusivos resultados potenciais:

y_{1i} e y_{0i} , indicando o resultado do indivíduo ou município i , quando recebe o tratamento, w_i , e quando não recebe, w_0 . Nota-se que, nesse caso, a variável w é binária. Define-se $x_i = (x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, \dots, x_{Mi})$ o vetor de M características observáveis, em que $i=1, \dots, N$. Seja N o total de alunos ou de municípios (no caso da amostra de estado nutricional), N_1 é a parcela tratada, e N_0 a parcela não tratada. As equações para os dois resultados potenciais são expressas como:

$$\{w = 1: y_1 = \mu_1 + g_1(x) + h(t) + e_1 \quad w = 0: y_0 = \mu_0 + g_0(x) + e_0 \quad (4)$$

Assumem-se duas funções respostas, $g_1(x_i)$ e $g_0(x_i)$, associadas ao vetor de variáveis x_i , respectivamente quando os indivíduos são tratados ou não; μ_1 e μ_0 são escalares; e_1 e e_0 são duas variáveis aleatórias, com média zero e variância constante. O tratamento t está dentro do intervalo $[0, 100]$ e $h(t)$ é a função derivada de t . A partir de (4), pode-se definir o efeito do tratamento.

Ajustando a expressão em abordagem de regressão e aplicando o método VI para restaurar a consistência dos estimadores na presença de endogeneidade, Cerulli (2015) expressa o modelo da seguinte forma:

$$y_i = \mu_0 + x_i \delta_0 + w_i ATE + w_i (x_i - \bar{X}) \delta + w_i T_{1i} + b w_i T_{2i} + c w_i T_{3i} + \eta_i \quad (5.1)$$

$$w_i^* = x_{w,i} \beta_w + \epsilon_{w,i} \quad (5.2)$$

$$t_i = x_{t,i} \beta_t + \epsilon_{t,i} \quad (5.3)$$

No qual $T_{1i} = t_i - E(t_i)$, $T_{2i} = t_i^2 - E(t_i^2)$ e $T_{3i} = t_i^3 - E(t_i^3)$; w_i^* é a variável latente; t_i é observável somente quando $w_i = 1$ (e $t_i = t_i'$); $x_{w,i}$ e $x_{t,i}$ são dois conjuntos de regressores exógenos que explicam o tratamento, enquanto $\epsilon_{w,i}$, $\epsilon_{t,i}$ e η_i são termos de erro livremente correlacionados entre si, com média incondicional igual a zero. A equação (5.2) é a equação de seleção, que define a regressão explicando o indicador de tratamento w_i^* com o vetor de covariadas, $x_{w,i}$, usadas como critério para definir os grupos de tratado e controle. A equação (5.3) é a equação do nível do tratamento, que define como o nível de interação é decidido, considerando apenas indivíduos elegíveis ao tratamento. E o vetor $x_{t,i}$ são as covariadas exógenas que determinam o nível do tratamento.

Percebe-se que w_i , T_{1i} , T_{2i} e T_{3i} são variáveis endógenas, sendo as três últimas funções do nível do tratamento, t . Sendo assim, as estimações têm duas variáveis endógenas: w_i^* , a variável do tratamento na forma binária; e t_i' , a variável em sua forma contínua. Desse modo, são

necessárias ao menos duas variáveis instrumentais, que sejam correlacionadas diretamente com w_i^* e t_i' , mas não com as variáveis de resultado, para satisfazer a restrição de exclusão, e não correlacionadas com os termos de erro, assegurando a exogeneidade.

As equações (5.2) e (5.3) foram estimadas pelo Modelo de Heckman em duas etapas. A primeira etapa consiste em estimar w_i em x_{wi} , por meio de um *probit*, somente com N_i observações. Na segunda etapa, por meio de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), estimou-se t_i' em x_{ti} com todas as N observações e usando a razão de Mills obtida na primeira etapa. Dessa forma, obtêm-se as estimativas de w_i e t_i . Com as equações (5.2) e (5.3) calculadas, estimou-se a equação (5.1). Para isso, aplicou-se o MQ2E e obteve-se estimadores consistentes. Por fim, a FDR foi estimada por MQO.

3.3 Bases de Dados e Variáveis

A amostra recortada para a análise de desempenho escolar é de alunos em escolas da rede pública. O motivo é porque ela contém maior número de observações do que as escolas privadas elegíveis. Imbens e Angrist (1994) afirmam que o uso de amostras pequenas no LATE pode causar perda de eficiência. Além disso, deixar as observações de alunos das escolas privadas na amostra traria confusão ao efeito, pois eles possuem características individuais e familiares distintas dos alunos de escolas públicas, apresentando desempenho escolar mais alto do que esses últimos.

A variável que capta o desempenho escolar é as notas nos testes de português e matemática dos alunos do 5º ano da rede pública. Sendo assim, a variável dependente está em nível de aluno. As notas são calculadas e padronizadas em escalas de proficiência nos exames do SAEB 2019, elaborados pelo INEP. Elas variam entre zero e 375 e são aplicadas nos anos ímpares para as escolas públicas e privadas cadastradas no Censo Escolar.

As demais variáveis dependentes, estado nutricional, são de crianças, entre 7 e 10 anos, e adolescentes na amostra do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN). Essa amostra compreende principalmente o público infantil de famílias beneficiárias do Programa Bolsa Família (PBF) agrupadas em municípios. A medida do estado nutricional empregada pelo SISVAN que melhor se adequa à análise é o Índice de Massa Corporal (IMC) para idade e gênero. O IMC relaciona o peso e a altura do indivíduo, com base na sua faixa etária e sexo. Desse modo, a criança ou adolescente pode ser considerado no estado de eutrofia, quando seu IMC é adequado; obesidade, quando está entre os percentis 97 e 99,9; e obesidade grave, quando está

acima do percentil 99,9 (Brasil, 2011). O Quadro 1 descreve as variáveis.

Quadro 1 – Descrições das variáveis utilizadas e suas fontes para o ano de 2019.

Variável	Descrição	Fonte
Proficiência_MT	Nota no teste de matemática.	SAEB
Proficiência_LP	Nota no teste de português.	SAEB
Eutrofia	% de crianças e adolescentes com IMC adequado.	SISVAN
Obesidade	% de crianças e adolescentes obesas.	SISVAN
Obesidade Grave	% de crianças e adolescentes gravemente obesas.	SISVAN
PNAE	1 = oferece alimentação escolar; 0 = c.c. ¹	Censo Escolar
PNAE_AF	% dos recursos destinados à agricultura familiar.	FNDE
PNAE_Nutri	1 = tem nutricionista na escola; 0 = c.c.	Censo Escolar
PNAE_AF_Nutri	Interação entre % de compras da agricultura familiar e nutricionistas.	
Instrumento 1	Total de nutricionista por município.	RAIS
Instrumento 2	Salário médio de nutricionistas fora da educação.	RAIS
Instrumento 3	Estabelecimentos com DAP no município.	Censo Agropecuário
Município		
Região	Região geográfica do município.	SAEB
Local escola	1 = zona urbana; 0 = caso contrário.	SAEB
Capital	1 = município é uma capital; 0 = c.c.	IBGE
População	População municipal.	IBGE
PIB	Produto Interno Bruto corrente.	IBGE
VAG	Valor adicionado da agropecuária por município.	IBGE
Agro	1 = Setor agropecuário é forte; 0 = c.c.	IBGE
Escola		
Tamanho turma	Número de alunos por turma.	
Educ. Alimentar	1 = escola oferece educação alimentar; 0 = c.c.	
ICGE	Índice de Complexidade de Gestão Escolar.	Censo Escolar
Dependência Adm.	1 = Federal; 2 = Estadual; 3 = Municipal.	
Professores		
Escolaridade	Proporção de professores com Ensino Superior.	
Adequação	% de professores com formação adequada ao cargo.	INEP
Aluno		
INSE	Indicador Socioeconômico	SAEB

Fonte: Elaboração própria a partir das fontes citadas acima.

Nota: ¹ caso contrário.

A variável percentual de recursos destinados à AF é construída pelo FNDE, referente ao ano 2019 (FNDE, 2024). Foi feito o recorte se a escola recebe recursos do PNAE, recolhida do Censo Escolar de 2019 (INEP, 2019), a fim de que os tratados fossem somente as escolas participantes do programa. Devido ao caráter complementar do PNAE, alguns municípios indicaram ter gastado mais de 100% com a agricultura familiar. Porém, como o interesse deste estudo é analisar somente o efeito do programa, aqueles que designaram mais de 100% passaram a obter o valor igual a 100. Já a variável da participação de nutricionistas do PNAE foi recolhida do Censo Escolar 2019, em que aparece a partir de 2019. Optou-se por não utilizar dados de

2021, devido à pandemia da Covid-19, quando os alunos tiveram aulas remotas e não foram expostos ao programa como no período presencial. Assim como no caso das compras da AF, foi feito recorte se a escola com nutricionista recebe recursos do PNAE, para manter somente os beneficiários. Feita a interação entre os tratamentos, os estudantes dos municípios que apresentam valores positivos foram designados ao grupo de tratados, enquanto o grupo de controle são aqueles com valor igual a zero.

O instrumento de quantidade de DAP por município faz parte do Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano que são encontrados os dados mais recentes (IBGE, 2019). O uso desse instrumento em um período anterior ao dos outros dados não traz prejuízo à análise, pelo contrário, considerar a defasagem temporal da safra dos agricultores em análises de períodos correntes pode ser vantajoso. Os demais instrumentos, total de nutricionistas por município e salário médio municipal destes profissionais fora da educação básica, foram encontradas na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Como em De Deus e Da Costa Silva (2023), a partir da CBO (Classificação Brasileira de Ocupações), selecionou-se apenas profissionais da área e, pelo CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas), excluiu-se aqueles que estão no setor educacional, especificamente atuando na educação básica. Após tais filtros, calculou-se a média salarial ofertada no município. Logo, a estimação é em dados de seção cruzada.

Tendo em vista que as variáveis de resultado são informações de crianças e adolescentes e sabendo da relação que o desempenho escolar e o estado nutricional têm com o perfil socioeconômico e cultural do educando (INEP, 2015), incluiu-se o Indicador de Nível Socioeconômico (INSE) dos estudantes da educação básica no Brasil. Desse modo, controlou-se a influência do *background* familiar sobre as proficiências, assim como sobre o estado nutricional. Além disso, sabendo que a renda do município pode afetar as variáveis dependentes e de tratamento, também foram adicionados o Produto Interno Bruto (PIB) municipal, o Valor Adicionado da Agropecuária e o indicador de que o setor agropecuário é o mais forte no município. Além dessas, outras variáveis foram inseridas, como descrito no Quadro 1.

4. RESULTADOS

A interação entre a atuação dos nutricionistas e as compras da AF no âmbito do PNAE é uma estratégia para melhorar o estado nutricional dos estudantes e seu desempenho escolar, por meio de alimentos mais saudáveis da AF, se comparados a outras fontes, como industrializados,

e a elaboração do cardápio alimentar direcionado pelo nutricionista. À vista disso, nesta seção, foram estimados os impactos dessa sinergia nas notas do SAEB para português e matemática dos alunos do 5º ano do ensino fundamental da rede pública e no estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil.

Antes de analisar os efeitos encontrados, deve-se avaliar a validade e força dos instrumentos. Observa-se que os resultados dos testes presentes na Tabela 1 foram todos favoráveis às VI. Para as especificações 1 e 2, não foi rejeitada a hipótese de sobreidentificação, demonstrando que os instrumentos são exógenos à equação de desempenho. Para as especificações 3 a 5, do estado nutricional, a subidentificação dos modelos foi rejeitada e comprova que a matriz é identificada e, portanto, o instrumento é relevante ao nível de significância estatística de 5%. Ademais, o teste de Stock-Wright, em inferência robusta, rejeitou a hipótese de os instrumentos serem fracos. Desse modo, os instrumentos estão influenciando os tratamentos na direção e intensidade adequadas.

Na Tabela 1, a partir do coeficiente de interação entre os programas, mostra-se que, em escolas com nutricionistas, o retorno das compras da AF é 0,68 ponto maior, em português, e 1,35 pontos maior, em matemática. Isso indica que o impacto em matemática é maior do que apenas se a escola contar com o profissional de nutrição ou apenas receber produtos da AF. O impacto total é de 2,23 pontos ($0,88+1,35$) para o aumento de 1 ponto percentual das compras da AF em escolas com nutricionista, enquanto para português esse impacto é 1,34 pontos ($0,66+0,68$). O efeito isolado da presença de nutricionista para o desempenho escolar pode demonstrar que somente a atuação desse profissional é nula, em comparação à implementação conjunta com o AF, implicando que a atuação do profissional sozinho é menos efetiva e que a compra de alimentos de qualidade se faz necessária para complementar seu trabalho. Essa evidência confirma os apontamentos de Gallicchio *et al.* (2021) e Porrua *et al.* (2020) sobre as dificuldades enfrentadas pelos programas devido à insuficiência de nutricionistas. Muitos profissionais não têm acesso ao mapeamento agrícola local, o que resulta em baixa participação no processo de compras e dificuldades em alinhar a formulação dos cardápios com a produção regional. Esses problemas são atribuídos à falta de coordenação entre os nutricionistas, os agricultores e as entidades que apoiam a AF.

Em relação ao estado nutricional, percebe-se pela Tabela 1 que a interação não é estatisticamente significativa para afetar o percentual de crianças e adolescentes com IMC adequado para idade (eutrofia). Isso pode ter sido limitado pelo tamanho da amostra. No entanto, pode-se captar efeitos isolados dos programas, que estão associados à redução dos casos de eutrofia.

Já para obesidade grave e apenas obesidade, os dois eixos do PNAE conjuntamente impactam significativamente na redução do percentual de ambas. O impacto total do aumento de 1 ponto percentual das compras de alimentos via AF, considerando a atuação dos nutricionistas, é uma redução de 0,29 (0,35-0,59) e 0,53 (0,65-1,18) pontos percentuais, respectivamente, embora isoladas não são efetivas para reduzir os casos de obesidade. Não obstante, deve se levar em consideração o efeito dinâmico que não foi capturado e que está presente em medidas antropométricas. Isso porque, a associação positiva entre as variáveis de estado nutricional e os programas do PNAE, via relação contemporânea, podem estar captando uma tentativa de reverter os casos de obesidade, aumentando o alcance da participação de nutricionistas. Uma explicação é que o aumento do percentual ocorreu porque os casos de obesidade são altos. Comparada ao efeito isolado dos dois eixos do programa, a sinergia se mostra mais efetiva e direcionada a atingir os objetivos do programa.

As Figuras 1 e 2 ilustram a FDR e o EMT para desempenhos e estados nutricionais. Observa-se que o intervalo de 20 a 30% não é estatisticamente significativo para as duas notas, pois a distribuição corta o zero nesse ponto. Apesar desse ponto, o intervalo de confiança nas outras doses foi significativo. Ambas as proficiências apresentam rendimentos marginais decrescentes, isto é, conforme aumenta-se a dosagem do tratamento, o impacto vai ficando cada vez menor, mas não significa que seja negativo. Isso pode ser observado pelo comportamento da curva de EMT, que se desenhou côncava. Com isso, percebe-se que o ponto ótimo de dosagem está no intervalo entre 50 e 60% das compras da AF, dada participação do nutricionista. Nota-se que, neste intervalo a resposta da dosagem é entre 50 pontos em matemática e cerca de 200 pontos em português.

Tabela 1 – Efeitos da sinergia entre compras da AF e atuação de nutricionistas no PNAE para crianças e adolescentes no Brasil, 2019.

Variáveis	(1) Matemática	(2) Português	(3) Eutrofia	(4) Obesidade	(5) Obesidade Grave
PNAE_Nutricionista	-17,14 (12,06)	-8,13 (8,50)	-80,30* (43,54)	55,54* (29,61)	28,28* (15,85)
PNAE_AF	0,88*** (0,09)	0,66*** (0,06)	-0,67 (0,56)	0,65* (0,38)	0,35* (0,21)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	1,35*** (0,41)	0,68** (0,29)	1,39 (0,97)	-1,18* (0,66)	-0,59* (0,35)
Constante	144,60*** (13,73)	122,05*** (9,40)	107,69*** (23,24)	-21,94 (15,86)	-13,38 (8,64)
Observações	1.528.296	1.528.296	10.784	10.784	10.784
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estatística χ^2	9.855	16.580	715	217	188
Testes					
Sobreidentificação	0,33	1,9			
Subidentificação	51***	52***	4,34**	4,34**	4,34**
Força das VIs	486***	318***	71***	71***	71***

Fonte: Resultados da pesquisa.

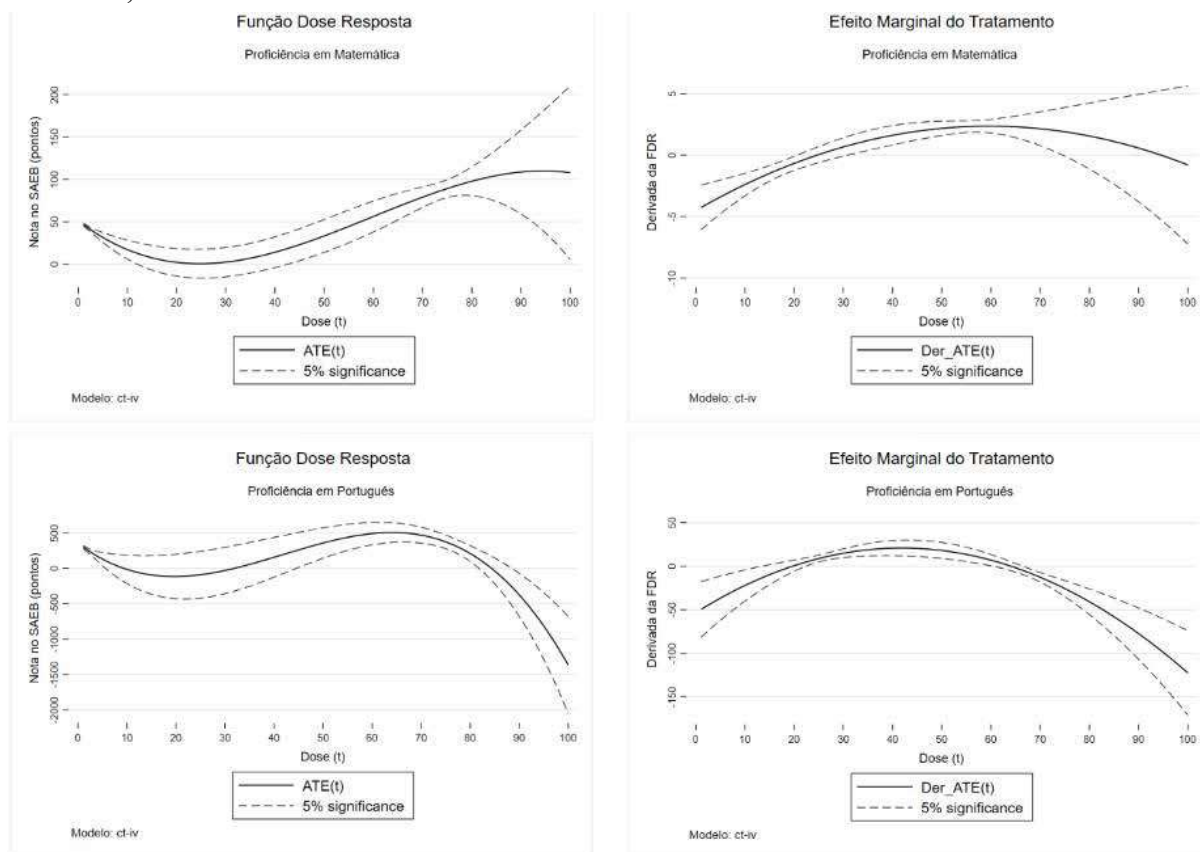
Nota: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Erros-padrão para português e matemática foram clusterizados por escola. Teste de Sobreidentificação mostra a estatística J de Hansen. Teste de Identificação mostra a estatística LM de Kleibergen-Paap. Teste de Força dos instrumentos é uma inferência robusta com base na estatística LM de Stock-Wright. Controles modelos 1 e 2: indicadora de área urbana; indicadora de capital; efeitos fixos de estado; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; ICGE; indicadora de dependência administrativa da escola; proporção de professores com ensino superior; percentual de professores com formação adequada ao cargo; total de alunos por turma; indicadora de educação alimentar na escola. Controles modelos 3 a 5: indicadora de área urbana; indicadora de capital; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; percentual de escolas com educação alimentar, percentual de pessoas com água tratada em casa.

Com relação ao estado nutricional, embora o intervalo do EMT não tenha sido significativo para a obesidade grave, a resposta aos 30% iniciais demonstra uma redução do percentual de obesidade grave. Comportamento parecido é observado no intervalo de confiança para eutrofia, embora a dosagem de 30% aumente o percentual de crianças e adolescentes com estado nutricional adequado. Por outro lado, a FDR da obesidade se manteve estatisticamente significativa em toda a distribuição. Seus rendimentos se mostraram decrescentes, mas sempre na direção de reduzir o percentual de obesidade infantil.

A partir dessas análises, os gráficos revelam a heterogeneidade do impacto do tratamento, principalmente em relação ao estado nutricional. Avaliando a adoção de 30%, nível de aquisição exigido pelo PNAE, parece uma medida adequada. Entretanto, a análise da FDR e do EMT

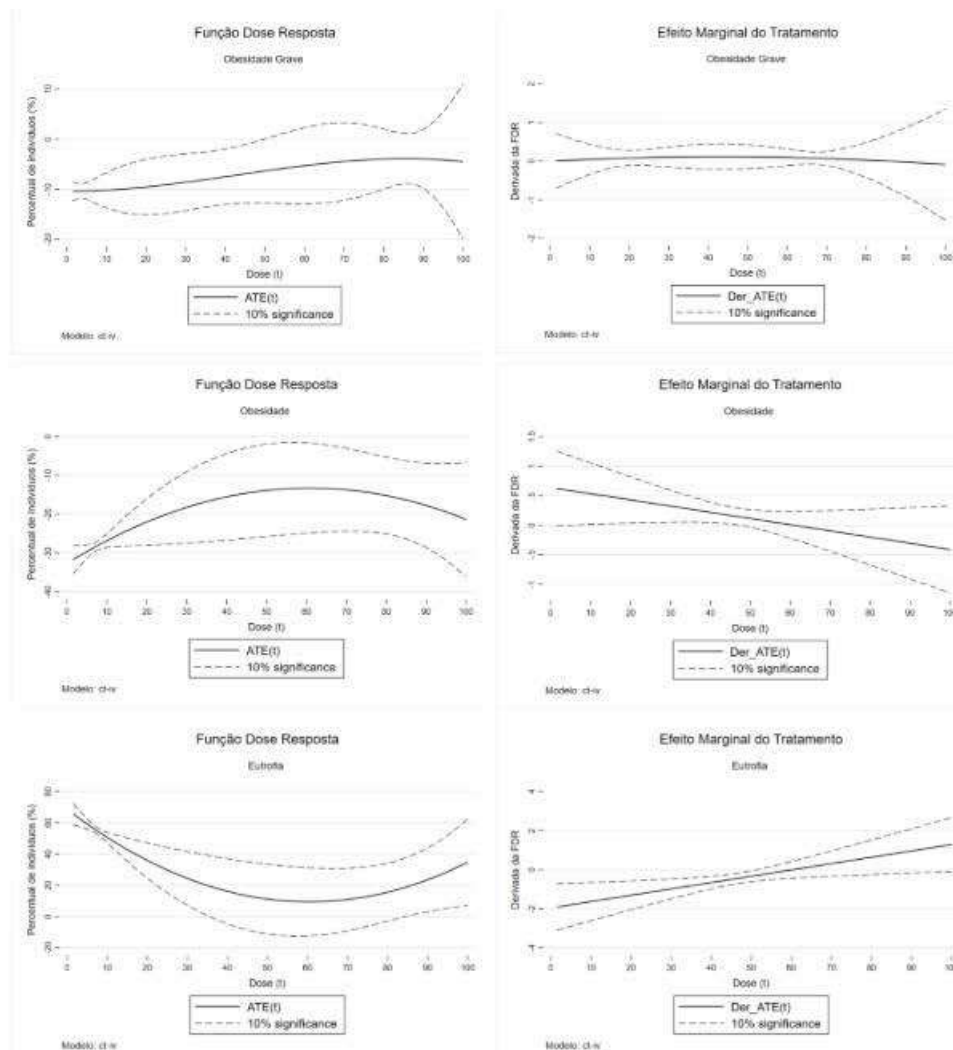
demonstraram que nível ótimo de adoção da política, com a presença de nutricionistas, é entre 50 e 60%, principalmente para o desempenho escolar.

Figura 1 – Função Dose-Resposta e Efeito Marginal do Tratamento para os desempenhos do 5º ano, 2019.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 2 – Função Dose-Resposta e Efeito Marginal do Tratamento para os estados nutricionais, 2019.



Fonte: Resultados da pesquisa.

5. ANÁLISE DE EFEITOS HETEROGÊNEOS

A Tabela 2 apresenta a relação da sinergia entre AF e nutricionistas com outras políticas. Observa-se que a inclusão da interação com o Programa Bolsa Família (PBF) não altera a sinergia entre AF e nutricionistas, tanto para proficiência em português, quanto matemática, algo que para o Programa Saúde na Escola (PSE) e Saúde da Família (PSF) não é observado significância estatística, com exceção à nota de matemática para este último.

Tabela 2 – Relação da sinergia entre compras da AF e atuação de nutricionistas no PNAE com outras políticas públicas sobre português e matemática, 2019.

Variáveis	(1) Total	(2) PBF	(3) PSF	(4) PSE
<i>Matemática</i>				
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	1,35*** (0,41)	1,46** (0,62)	-0,70 (0,56)	0,70 (0,44)
Política		-5,30*** (0,90)	-0,09 (0,13)	39,12*** (7,61)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF x Política		-0,04 (0,15)	0,02** (0,01)	4,54*** (1,21)
<i>Português</i>				
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	0,68** (0,29)	0,63 (0,61)	-1,69*** (0,51)	0,34 (0,36)
Política		-4,18*** (0,98)	0,04 (0,13)	40,97*** (7,14)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF x Política		0,11 (0,14)	0,03*** (0,01)	5,10*** (1,19)
Observações		1.528.296	1.528.296	1.528.296
Controles		Sim	Sim	Sim

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Erros-padrão robustos clusterizados por escola entre parênteses. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Controles: indicadora de área urbana; indicadora de capital; efeitos fixos de estado; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; ICGE; indicadora de dependência administrativa da escola; proporção de professores com ensino superior; percentual de professores com formação adequada ao cargo; total de alunos por turma; indicadora de educação alimentar na escola.

Quanto à cobertura municipal do Programa Saúde da Família (PSF), verifica-se a sua importância conjunta com a participação do nutricionista na escola, especialmente para matemática, com uma relação de complementariedade nos cuidados de saúde dos estudantes, que se traduzem em um maior desempenho, em média, embora, por si somente a maior cobertura do PSF não seja suficiente para alterar as notas dos alunos, dado sua insignificância estatística. Com relação aos seus efeitos isolados, O PBF apresentou redução das notas tanto em português, quanto em matemática. Todavia, para o PSE, foi verificado nas duas proficiências aumento, em média, de 40 pontos. Ademais, deve-se notar que o retorno das compras da AF na presença de nutricionistas sobre as duas notas é elevado quando a cobertura municipal do PSF aumenta e quando há o PSE. Isso demonstra a importância conjunta das políticas e sua complementariedade.

dade nos cuidados de saúde dos estudantes, que se traduzem em maior proficiência, embora sozinha maior cobertura do PSF não seja suficiente para alterar o desempenho dos alunos, visto sua insignificância estatística.

Tabela 3 - Relação da sinergia entre compras da AF e atuação de nutricionistas no PNAE com outras políticas públicas sobre estado nutricional, 2019.

Variáveis	(1) Total	(2) PBF	(3) PSF	(4) PSE
<i>Eutrofia</i>				
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	1,39 (0,97)	6,15 (11,95)	-15,03 (23,55)	82,72 (486,61)
Política		-4,23 (11,00)	4,37 (6,27)	-1.794,84 (10.783)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF x Política		0,04 (0,36)	0,19 (0,28)	-99,12 (592,62)
<i>Obesidade</i>				
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	-1,18* (0,66)	-3,10 (5,34)	9,70 (15,94)	-51,29 (291,76)
Política		2,23 (4,93)	-2,87 (4,25)	1.106,16 (6.465)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF x Política		0,33 (16,33)	-12,51 (18,76)	60,98 (355,35)
<i>Obesidade Grave</i>				
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	-0,59* (0,35)	-0,66 (2,64)	3,63 (6,86)	-16,97 (94,88)
Política		4,80 (244,12)	-111,62 (183,32)	364,31 (2.102)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF x Política		-4,72 (7,35)	-4,79 (8,06)	20,06 (115,55)
Observações		1.528.296	1.528.296	1.528.296
Controles		Sim	Sim	Sim

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Controles: indicadora de área urbana; indicadora de capital; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; percentual de escolas com educação alimentar, percentual de pessoas com água tratada em casa.

De modo similar, de acordo com a Tabela 3, a inserção de políticas não altera significativamente o efeito da sinergia, haja vista a ausência de relevância estatística. Outrossim, nada se pode inferir sobre a interação das políticas com a sinergia de interesse ou até mesmo de seus efeitos isolados sobre o estado nutricional infantil. Isso pode ser devido ao tamanho da amostra e até mesmo do baixo poder de variação no estado nutricional que estas políticas podem apre-

sentar, quando comparadas ao PNAE e seus dois eixos de atuação.

Na Tabela 4, os efeitos nas subamostras rural e semiárido são positivos apenas no contexto em que há alimentos da AF, não tendo relevância estatística na interação com a presença de nutricionistas. Isso pode ser explicado pelo predomínio de agricultores familiares na região Nordeste do país e em zonas rurais. A não significância da interação nesses contextos geográficos pode advir da falta de condições sanitárias adequadas. Souza, Ramos e Borges (2015), avaliando a situação higiênico-sanitárias em escolas do semiárido nordestino, verificam que todas elas estavam em desacordo com instalações ideais. Segundo eles, a instalação para manipulação de alimentos gera preocupação, pois pode comprometer a segurança higiênica do alimento e, por conseguinte, a saúde dos estudantes. Em relação à zona rural, Frutuoso (2023) destaca que, na Paraíba, os profissionais em nutrição têm dificuldades de acessar as escolas nessas áreas. A autora salienta que o compromisso deles pode estar prejudicado pelos baixos salários, pela falta de estrutura para trabalhar e pelo atendimento a grande número de educandos. Segundo ela, há carência do nutricionista em quase todos os municípios e eles enfrentam dificuldades para atuar no mapeamento da produção de alimentos da agricultura familiar, no processo de compra, que é insumo para o profissional na elaboração do cardápio das escolas. Silva et al. (2021) apoiam as conclusões de Frutuoso (2023). Eles afirmam que, nas cidades menores, a interação direta entre nutricionistas e agricultores é crucial para as compras, pois o planejamento do cardápio se baseia nas culturas e sazonalidades locais. Ao analisar todos os municípios brasileiros, os autores notam um aumento no número de entidades que seguem as diretrizes da política entre 2011 e 2016, mas ainda há muitos municípios, especialmente nas regiões mais carentes, que não cumprem essas diretrizes, afetando estudantes mais vulneráveis à insegurança alimentar. Gomes et al. (2021) indicam que a inviabilidade de certos alimentos e a seca são fatores que dificultam a implementação da política, o que é corroborado por Gomes e Amorim (2018) no contexto do Piauí.

Tabela 4 - Efeitos por subamostras, para as notas de português e matemática dos alunos do 5º ano do EF no SAEB de 2019.

Variáveis	(1) Rural	(2) Semiárido	(3) INSE	(4) AF>30	(5) PBF>25	(6) Nutri<4
<i>Matemática</i>						
PNAE_Nutricionista	8,93	75,02	-308,0**	-142,5** *	107,88	-119,15*
PNAE_AF	(186,26) 3,54***	(63,02) 3,37***	(138,72) 2,27***	(22,89) 0,08	(72,29) 0,31	(67,65) 1,15***
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	(0,95) 0,11	(0,56) -0,32	(0,55) 8,31**	(0,10) 3,01***	(0,61) -2,44	(0,41) 2,98**
	(4,19)	(2,02)	(4,00)	(0,49)	(2,22)	(1,17)
<i>Português</i>						
PNAE_Nutricionista	-40,71	66,98	-222,6**	-104,4** *	87,54	-160,21**
PNAE_AF	(188,55) 3,51***	(47,07) 2,59***	(107,86) 2,14***	(18,41) 0,04	(66,54) 0,29	(77,19) 1,30***
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	(0,99) 0,86	(0,44) -0,64	(0,43) 5,70*	(0,08) 2,15***	(0,62) -2,20	(0,46) 3,48***
	(4,24)	(1,50)	(3,11)	(0,39)	(2,17)	(1,34)
Observações	167.257	223.205	842.893	996.746	4.736	1.103.406
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Erros-padrão robustos clusterizados por escola entre parênteses. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Controles: indicadora de área urbana; indicadora de capital; efeitos fixos de estado; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; ICGE; indicadora de dependência administrativa da escola; proporção de professores com ensino superior; percentual de professores com formação adequada ao cargo; total de alunos por turma; indicadora de educação alimentar na escola.

Os alunos de níveis socioeconômicos mais baixos (INSE 1, 2, 3 e 4), que podem estar mais vulneráveis socialmente e economicamente, incluindo à insegurança alimentar, são aqueles que possuem maiores retornos com o consumo de alimentos da AF, dada a atuação do nutricionista. Isso significa que a sinergia da política beneficiou a classe socioeconômica mais baixa da população de estudantes. Gomes et al. (2021) também verificam isso, quando mostram que merenda escolar atrai as crianças em situação de pobreza.

Como esperado, o retorno das compras da AF, dada atuação do nutricionista, é maior para estudantes em municípios que cumprem a exigência mínima de 30%, quando comparado àqueles que não cumprem. Esse impacto pode ser visto para as duas proficiências. Similarmente, estudantes em municípios com menos de 4 nutricionistas por 10 mil habitantes é superior ao efeito total. Isso evidencia que a necessidade do nutricionista para a eficácia da política.

Tabela 5 - Efeitos por subamostras, para o estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil em 2019.

Variáveis	(1) Rural	(2) Semiárido	(3) INSE	(4) AF>30	(5) PBF>25	(6) Nutri<4
<i>Eutrofia</i>						
PNAE_Nutricionista	-69,71 (48,04)	53,94 (383,74)	18,17 (49,79)	-73,63* (38,44)	2.375,36 (253.703)	-90,02* (53,85)
PNAE_AF	-0,59 (0,38)	0,27 (2,46)	0,40 (0,70)	-0,40 (0,46)	23,05 (2.456,52)	-0,71 (0,69)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	0,89 (1,15)	-2,63 (12,61)	-0,88 (1,83)	0,99 (0,64)	-76,23 (8.123)	1,63 (1,23)
<i>Obesidade</i>						
PNAE_Nutricionista	15,44 (32,77)	-33,01 (164,13)	-3,98 (30,26)	27,73 (21,75)	-703,90 (76.028)	52,92 (33,96)
PNAE_AF	0,34 (0,23)	-0,27 (1,05)	0,15 (0,42)	0,45* (0,25)	-6,93 (736,13)	0,61 (0,43)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	-0,13 (0,82)	1,32 (5,41)	0,32 (1,07)	-0,57 (0,36)	22,69 (2.434)	-1,09 (0,77)
<i>Obesidade Grave</i>						
PNAE_Nutricionista	10,57 (12,45)	-40,09 (162,49)	-19,54 (22,16)	10,84 (14,91)	-703,90 (76.028)	52,92 (33,96)
PNAE_AF	0,10 (0,08)	-0,30 (1,04)	-0,28 (0,30)	0,31* (0,18)	-6,93 (736,13)	0,61 (0,43)
PNAE_Nutricionista x PNAE_AF	-0,18 (0,32)	1,41 (5,35)	0,67 (0,81)	-0,26 (0,24)	22,69 (2.434)	-1,09 (0,77)
Observações	1.734	2.462	2.332	7.072	100	8.694
Controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Controles: indicadora de área urbana; indicadora de capital; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; percentual de escolas com educação alimentar, percentual de pessoas com água tratada em casa.

Por outro lado, para os municípios onde o percentual de beneficiários do PBF é superior a 25%, o efeito observado foi menor do que a média geral e não apresentou significância estatística. Isso sugere que o tratamento pode não estar gerando o efeito desejado para esse grupo específico.

Já nos resultados nutricionais, na Tabela 5, nenhuma subamostra teve efeito significativo na interação com o PNAE. Somente municípios que cumprem a política da AF obtiveram efeito positivo justamente nesse eixo do PNAE em questão. Isso demonstra a relevância dos municípios atenderem ao menos o valor de 30% das compras da AF, embora esse percentual

não seja o ótimo para alcançar os melhores resultados em português e matemática e sobre o estado nutricional, como visto na análise do efeito dosagem.

6. ANÁLISE DE CUSTO-EFETIVIDADE

Além da avaliação do impacto do programa sobre o desempenho escolar e sobre o estado nutricional, este estudo também faz a análise custo-efetividade para elucidar a decisão dos gestores de política quanto à alocação dos recursos públicos. Os gestores, ao buscarem melhorar o desempenho estudantil ou o estado nutricional dos alunos, vão enfrentar decisões sobre onde e como alocar os recursos limitados disponíveis.

Dentro do ambiente escolar, há diferentes estratégias que podem ser adotadas para melhorar esses indicadores, como salário de professores, escolas em tempo integral, iniciar a vida escolar mais cedo, merenda escolar gratuita com mecanismos para promoção da alimentação saudável, entre outras (Akiba *et al.*, 2012; Rosa; Martins; Carnoy, 2019; De Deus; Da Costa Silva, 2023; Rosa *et al.*, 2022).

Iniciativas que alocuem mais recursos para professores podem ser positivas, mas certamente mais caras do que àquelas direcionadas aos alunos e possivelmente não teriam influência em seu estado nutricional. Jacob e Rockoff (2011) destacam tanto a necessidade quanto a oportunidade de políticas mais econômicas; políticas de menor custo com efeitos modestos nas pontuações dos testes dos alunos podem proporcionar um retorno melhor do que políticas caras com efeitos absolutos maiores.

Com base nas estimativas do impacto da sinergia entre AF nutricionistas, foi possível analisar o custo-efetividade destes dois eixos do PNAE conjuntamente. Cada real investido por aluno tem efetividade em matemática e português, respectivamente, 0,45 e 0,74. Enquanto para obesidade grave e apenas obesidade é 3,44 e 1,88 pontos percentuais, de forma respectiva. Esse custo-efetividade é baixo, tendo em vista que o montante investido por aluno do ensino fundamental por dia letivo é R\$0,50 (FNDE, 2024). Considerando que o repasse é feito para 200 dias letivos no ano, o montante total é R\$100,00. Desse modo, 45 reais podem aumentar 1 ponto em matemática e 74 reais podem aumentar 1 ponto em português por ano, enquanto o custo para reduzir 1 ponto percentual de obesidade e obesidade grave é, respectivamente, 344 e 188 reais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou avaliar como o percentual de compras da Agricultura Familiar no município, interagido com a existência de um profissional de nutrição nas escolas, contribui para as notas obtidas por escolares, por meio de testes de proficiência, e para o estado nutricional. Para identificar as relações de interesse, recorreu-se ao uso de variáveis instrumentais, visando corrigir possíveis endogeneidades das variáveis de tratamento avaliadas. Com essa análise mais refinada, foi possível sinalizar o quanto municípios que não implementam um dos programas podem estar sendo menos efetivos em entregar resultados favoráveis.

O efeito encontrado para as compras da AF foi maior em escolas com atuação dos nutricionistas, comparadas àquelas em que esse profissional não atua, e teve impacto 2,23 pontos para matemática, enquanto para português esse impacto é 1,34 pontos. Isso evidenciou que a atuação do profissional sozinho é menos efetiva e que a compra de alimentos de qualidade se faz necessária para complementar seu trabalho, e vice-versa. Em relação ao estado nutricional, a interação não foi estatisticamente significativa para afetar o estado nutricional infantil adequado. Por outro lado, para obesidade grave e apenas obesidade, os dois eixos do PNAE conjuntamente impactam significativamente na redução do percentual de ambas. O impacto dessa sinergia é uma redução de 0,29 e 0,53 pontos percentuais.

No que tange à literatura, o trabalho contribui, primeiramente, ao fornecer evidências da importância da alimentação escolar e, por conseguinte, do PNAE para o aumento do desempenho escolar, via segurança alimentar. Tal evidência mostra que o PNAE é um fator capaz de atuar em dois vetores da Função de Produção Escolar brasileira: de insumos escolares, operando diretamente como política pública; e, de forma indireta, no *background* familiar, ao influenciar a segurança alimentar e nutricional dos alunos. Além disso, contribui ao avaliar os dois eixos que promovem a alimentação saudável do PNAE e é o primeiro estudo, de conhecimento das autoras, a analisar empiricamente a influência dessa sinergia na qualidade da educação e na saúde nutricional infantil. Ademais, a análise de custo-efetividade calculou que cada real investido por aluno tem efetividade em matemática e português, além da redução nos casos de obesidade. Tendo em vista o montante alocado por estudante, ao longo do ano letivo, conclui-se um baixo custo, diante da efetividade dos programas.

Como os alimentos oferecidos pela AF podem ser considerados saudáveis, este artigo também confirma a viabilidade de aumentar o desempenho dos alunos e melhorar seu estado nutricional por meio desse tipo de alimentação. Além disso, as evidências também servem de base para que os gestores municipais motivem e se esforcem para aumentar o percentual gasto com alimentos da AF, assim como para contratação dos profissionais de nutrição, para que os

alunos de seu município alcancem maiores resultados educacionais e melhor estado nutricional. E, principalmente, deve haver atenção ao funcionamento conjunto dos eixos do PNAE, tendo em vista que seu impacto é maior do que de forma isolada.

O estudo fornece sugestões úteis para o desenho da política, nos termos da exigência mínima de 30% da compra da AF e contratar um nutricionista para elaborar os cardápios alimentares da escola. Os resultados indicam que o percentual ótimo de aquisição de alimentos da agricultura familiar, para o aumento do desempenho estudantil, é entre 50 e 60%. Essa evidência traz implicações relevantes para a alteração da diretriz do programa. Para tanto, percebe-se que, para executá-la, é necessário o estreitamento dos laços entre os programas destinados a esse público, para que os agricultores familiares, principalmente os menos capitalizados, tenham acesso ao mercado do PNAE e haja aumento da oferta.

Diante da relevância do tema e dos crescentes casos de obesidade infanto-juvenis, são necessários mais esforços de pesquisa que avaliem ações focadas na melhoria dos hábitos alimentares desse público-alvo, que estão em fase de construção de suas preferências. Como indicativo de estudos futuros, sugere-se a análise dinâmica do comportamento dos casos de obesidade, diante dos diversos programas voltados à alimentação de escolares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIBA, M. *et al.* Teacher salary and national achievement: A cross-national analysis of 30 countries. **International Journal of Educational Research**, v. 53, p. 171-181, 2012.

ALAIMO, K.; OLSON, C. M.; FRONGILLO, E. A. Food insufficiency and American school-aged children's cognitive academic and psychosocial development. **Pediatrics**, v. 1, n.108, p. 44-53, 2001.

ANDERSON, M. L. *et al.* School meal quality and academic performance. **Jornal of Public Economics**, v.168, p. 81-93, 2018.

AZEREDO, C. M. *et al.* Food environments in schools and in the immediate vicinity are associated with unhealthy food consumption among Brazilian adolescents. **Preventive medicine**, v. 88, p. 73-79, 2016.

BELOT, M.; JAMES, J. Healthy school meals and educational outcomes. **Journal of Healthy Economics**, v. 30, n. 3, p. 489-504, 2011.

BERNAL, J. Food insecurity in children but not in their mothers is associated with altered activities, school absenteeism, and stunting. **The Journal of Nutrition**, v. 144, n. 10, p. 1619–1626, 2014.

BRASIL. **Lei nº 11947, de 16 de junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Brasília, DF: Presidência da República, 2009.

_____. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 76 p., 2011.

_____. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. **Resolução CD/FNDE** 32

nº 06, de 08 de maio de 2020. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de maio de 2020.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Notas sobre o Brasil no Pisa 2022.** Brasília, DF: Inep, 2023.

CAMARGO, P.; PAZELLO, E. Uma análise do efeito do Programa Bolsa Família sobre o desempenho médio das escolas brasileiras. **Economia Aplicada**. v. 18, n. 4, p. 623-640, 2014.

CERULLI, G. Ctreatreg: Command for fitting dose-response models under exogenous and endogenous treatment. **Stata Journal**, v. 15, n.4, p. 1019-1045, 2015.

CFN – CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS. **Resolução n. 455, de 23 de agosto de 2010.** Brasília: CFN, 2010.

CIRENO, F.; SILVA, J.; PROENÇA, R. P. Condicionais, desempenho e percurso escolar de beneficiários do Programa Bolsa Família. In: CAMPELLO, T.; NERI, M. C. (Org.) **Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania.** Brasília: IPEA, 2013. p. 297-304.

COHEN, J. FW et al. Universal school meals and associations with student participation, attendance, academic performance, diet quality, food security, and body mass index: A systematic review. **Nutrients**, v. 13, n. 3, p. 911, 2021.

DE DEUS, C.; DA COSTA SILVA, M. M. A atuação de nutricionistas no PNAE e seus efeitos sobre o desempenho escolar. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 53, n. 2, p. 411-455, 2023.

FNDE. Portal do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, 2024. **PNAE Histórico.** Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/pnae>. Acesso em: 16 set. 2024.

FRISVOLD, D. E. Nutrition and cognitive achievement: An evaluation of the School Breakfast Program. **Journal of Public Economics**, v. 124, p. 91-104, Dec. 2015.

FRUTUOSO, R. F. Atores e Políticas Públicas: dificuldades e estratégias na execução do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) em Remígio–PB. **Revista Interdisciplinar em Educação e Territorialidade–RIET**, v. 3, n. 1, p. 54-79, 2023.

GALLICCHIO, C. L. R. *et al.* A atuação do nutricionista nas compras da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar em municípios do Rio Grande do Sul. **Segurança Alimentar e Nutricional**, [s. l.], v. 28, p. e021035–e021035, 2021.

GOMES, S. A. B.; AMORIM, L. B. Agricultura familiar: importância e dificuldades da inserção na alimentação escolar na microrregião de Picos–PI. **PesquisAgro**, v. 1, n. 1, p. 39-48, 2018.

GOMES, L. *et al.* Impactos do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) sobre as escolas públicas no nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 52, n. 2, p. 103-120, 2021.

HANUSHEK, E. A. Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production Functions. **The Journal of Human Resources**, v. 14, n. 3, pp. 351-388, 1979.

_____. Education production functions: Developed Country Evidence. **International Encyclopedia of Education**, v. 2, p. 407-411, 2010.

_____. Education production functions. In: **The economics of education**. Academic Press, 2020. p. 161-170.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. 2019. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>. Acesso em 16 set. 2024.

IMBENS, G. W.; ANGRIST, J. D. Identification and Estimation of Local Average Treatment Effects. **Econometrica**, v. 62, n. 2, p. 467-475, 1994.

IMBERMAN, S. A.; KUGLER, A. The effect of providing breakfast on achievement and attendance: Evidence from an in-class breakfast program. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 33, n. 3, p. 669-699, 2014.

INEP. Portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 2015. **Nota Técnica – Indicador de Nível Socioeconômico (INSE) 2015.**

_____. Microdados do Censo Escolar. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/censo-escolar>. Acesso em 16 set 2024.

JACOB, A.; ROCKOFF, E. **Organizing schools to improve student achievement: Start times, grade configurations, and teacher assignments.** Washington, DC: Brookings Institution, Hamilton Project, 2011.

JMT, H. J. *et al.* Effect of gender and Nutritional status on Academic achievement and cognitive function among primary school children in a rural District in Malaysia. **Mal J Nutri**, v. 17, n. 2, p. 189-200, 2011.

KAUR, R. Estimating the impact of school feeding programs: Evidence from mid day meal scheme of India. **Economics of Education Review**, v. 84, p. 102171, 2021.

LAZEAR, E. P. Educational production. **Quarterly Journal of Economics**, v. 116, n. 3, p. 777-803, 2001.

LEOS-URBEL, J. *et al.* Not just for poor kids: The impact of universal free school breakfast on meal participation and student outcomes. **Economic of Education Review**, v. 36, s/n, p. 88-107, 2013.

MACHADO, P. M. D. O. *et al.* Compra de alimentos da agricultura familiar pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): estudo transversal com o universo de municípios brasileiros. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 23, n. 12, p. 4153–4164, 2018.

NAIK, S. R.; ITAGI, S. K.; PATIL, M. Relationship between nutrition status, intelligence and academic performance of Lambani school children of Bellary district, Karnataka. **Int J Farm Sci**, v. 5, n. 3, p. 259-267, 2015.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* **Orientações para os gestores: Novas perspectivas sobre o PNAE.** 35

Viçosa, MG: UFV, DNS, 2021.

PAPOUTSI, G. S.; DRICHOUTIS, A. C.; NAYGA JR, R. M. The causes of childhood obesity: A survey. **Journal of Economic Surveys**, v. 27, n. 4, p. 743-767, 2013.

PINTO, C; MENEZES FILHO, N. **Avaliação econômica de projetos sociais**. Fundação Itaú Social, 2017.

PONTILI, R. M.; KASSOUF, A. L. Fatores que afetam a frequência e o atraso escolar, nos meios urbano e rural, de São Paulo e Pernambuco. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 1, p. 27-47, 2007.

POPKIN, B.M.; LIM-YBANEZ, M. Nutrition and school achievement. *Soc. Sci. Med.* 1982, 16, 53–61, 1982.

PORRUA, P. et al. Avaliação da Gestão do Programa Nacional de Alimentação Escolar sob a ótica do fomento da agricultura familiar. **Cadernos Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 426–437, 2020.

RAMOS, E. B. et al. Impact of the National School Feeding Program (PNAE) on IDEB performance of Brazilian Municipalities. In: Encontro Nacional de Economia, n. 49, 2021 **Anais...** Niterói: ANPEC, 2021.

ROSA, L.; MARTINS, M.; CARNOY, M. Achievement gains from reconfiguring early schooling: The case of Brazil's primary education reform. **Economics of Education Review**, v. 68, p. 1-12, 2019.

ROSA, L. et al. The effects of public high school subsidies on student test scores: The case of a full-day high school in Pernambuco, Brazil. **Economics of Education Review**, v. 87, p. 102201, 2022.

SILVA, et al. Programa Nacional de Alimentação Escolar: O desempenho de estados e municípios brasileiros na aquisição de alimentos da agricultura. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 36

52, n. 2, p. 121-138, 2021.

SILVA, S. P.; CIRÍACO, J. D. S.; ZEN, E. L. **Texto para Discussão 3039**. [S. l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2024. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14692/1/TD_3039_web.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

SORHAINDO, A.; FEINSTEIN, L. What is the relationship between child nutrition and school outcomes? **Wider Benefits of Learning Research Report n. 18**, London: Centre for Research on the Wider Benefits of Learning, Institute of Education, University of London, 2006.

SOUSA, ARTEMIZIA FRANCISCA; RAMOS, ANA ELISA; BORGES, NATÃ ROGÉRIO SOARES. Avaliação das condições higiênico-sanitárias das cozinhas de escolas públicas de um município do semiárido nordestino. **Revista Interdisciplinar Ciências e Saúde-RICS**, v. 2, n. 3, 2015.

NOLL, P. *et al.* Ultra-processed food consumption by Brazilian adolescents in cafeterias and school meals. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 7162, 2019.

TEO, C. R. P. The partnership between the Brazilian School Feeding Program and family farming: a way for reducing ultra-processed foods in school meals. **Public Health Nutrition**, v. 20, n. 1, p. 230-237, 2017.

WINICKI, J.; JEMISON, K. Food insecurity and hunger in the kindergarten classroom: Its effect on learning and growth. **Contemporary Economic Policy**, v. 21, n. 2, p. 145–157, 2003.

APÊNDICE

Tabela A1 – Estimação das formas reduzidas do desempenho escolar e estado nutricional

Variáveis	(1) Desempenho	(2) Estado Nutricional
Nutricionistas por município	0,02*** (0,00)	
Salário médio dos nutricionistas	-0,0008*** (0,00)	-0,001*** (0,00)
Estabelecimentos com DAP por município	0,06*** (0,01)	-0,006*** (0,00)
Interação entre instrumentos	-0,00000009*** (0,00)	0,00005*** (0,00)
Constante	6,15** (2,84)	25,03*** (2,59)
Observações	1.528.296	10.784
Controles	Sim	Sim
R ²	0,05	0,16
Estatística F	91.84	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Erros-padrão robustos entre parênteses. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Erros-padrão para desempenho foram clusterizados por escola. No modelo 2, DAP por município foi relativizada pelo número de escolas. Controles modelos 1 e 2: indicadora de área urbana; indicadora de capital; efeitos fixos de estado; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; ICGE; indicadora de dependência administrativa da escola; proporção de professores com ensino superior; percentual de professores com formação adequada ao cargo; total de alunos por turma; indicadora de educação alimentar na escola. Controles modelos 3 a 5: indicadora de área urbana; indicadora de capital; população municipal; PIB corrente; indicadora de município com setor agropecuário forte; INSE; percentual de escolas com educação alimentar, percentual de pessoas com água tratada em casa.