

“Avaliação da contribuição do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) para redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) na produção agropecuária no Brasil”

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz



Relatório técnico do estudo sobre a contribuição das políticas de compras públicas (PAA e PNAE) para a redução de emissões de gases do efeito estufa.

Este relatório apresenta as análises do impacto do PNAE e do PAA na mudança da matriz produtiva, na redução da emissão de gases do efeito estufa e na renda dos agricultores familiares.

Execução:



Contratante:



Piracicaba, julho de 2023

CRÉDITOS

Realização

Instituto Clima e Sociedade - ICS

Coordenação e execução

Grupo de Políticas Públicas – GPP

Autores

Ana Letícia Sbitkowski Chamma (*pesquisa, redação e editoração*)

Adauto Brasilino Rocha Júnior (*modelagem econômica, pesquisa e redação*)

Naila Takahashi (*pesquisa*)

Sergio Paganini Martins (*análise e revisão*)

Alberto Barretto (*coordenação*)

APRESENTAÇÃO

A pecuária é tema central nas questões relacionadas ao aquecimento global e às mudanças climáticas, em especial na emissão de gases do efeito estufa (GEE) e nas mudanças do uso da terra. É consenso na literatura¹ que a atividade pecuária de larga escala contribui significativamente na emissão de GEE e na supressão de vegetação nativa (VN). Na última década o Brasil conseguiu dar alguns saltos importantes em termos de sustentabilidade no setor pecuário, principalmente através do aumento de produtividade. Este aumento de eficiência levou a redução da emissão em termos relativos (por unidade de produto). Porém, o crescimento da produção em patamares relevantes implica na elevação das emissões em termos absolutos. Ações que mitiguem esses impactos devem ser aplicadas, pois a produção tende a se elevar nas próximas décadas (projeções indicam crescimento de cerca de 30% da produção pecuária no Brasil no ano de 2030²).

Ao mesmo tempo, dados censitários indicam que no Brasil a pecuária bovina se tornou central para geração de renda e poupança de capital dos pequenos produtores. Esses produtores, em especial os familiares, encontram abrigo na cadeia pecuária, já que não conseguem competir, devido a assimetrias de escala, capital e tecnologia, com grandes produtores agrícolas. Para que estes pequenos produtores consigam se inserir no mercado, políticas de compras institucionais como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), atual Programa Alimenta Brasil (PAB), e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) são fundamentais. Estas políticas já demonstraram seu potencial transformador, porém o PAA (atual PAB) sofreu uma drástica redução de recursos nos últimos anos, além de mudanças operacionais que reduziram seu alcance, enquanto o PNAE teve uma estagnação do valor do *per capita* disponibilizado aos municípios para aquisição de alimentos, além do enfraquecimento dos estímulos para as compras da agricultura familiar (AF). A boa execução destes programas, aliada a uma reformulação adaptada à realidade atual dos agricultores familiares, pode incentivar os produtores a produzir ‘este’ ou ‘aquele’ produto, através da alteração dos preços pagos. Esta alteração no preço pode ser relevante o suficiente para induzir uma transformação na cesta de produtos, uma cesta ‘animal’ pode se alterar para uma cesta ‘vegetal’. Consequentemente, mudanças nos níveis de emissão de gases do efeito estufa seriam esperadas.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi identificar como os programas de compras públicas (PAA e PNAE) podem interferir na decisão dos pequenos produtores (familiares) em cultivar produtos vegetais ou animais, ou seja, promover mudanças na matriz produtiva, e estabelecer uma relação entre as políticas e as emissões de gases de efeito estufa. Para tal, foram realizadas análises quantitativas (**Fase I**), inicialmente focadas na identificação das cestas de produtos incentivadas pelo PAA e pelo PNAE e, posteriormente, focadas em estabelecer a relação entre as políticas e as emissões de gases. Uma breve análise qualitativa (**Fase II**), com a consulta de especialistas e de gestores municipais, foi realizada na etapa final do trabalho,

¹ Ver estudos como: TILMAN, David et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011; ALEXANDRATOS, Nikos; BRUINSMA, Jelle. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. 2012; NIJDAM, Durk; ROOD, Trudy; WESTHOEK, Henk. The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes. **Food policy**, v. 37, n. 6, p. 760-770, 2012; MACHOVINA, Brian; FEELEY, Kenneth J.; RIPPLE, William J. Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. **Science of the Total Environment**, v. 536, p. 419-431, 2015; ALEXANDER, Peter et al. Human appropriation of land for food: The role of diet. **Global Environmental Change**, v. 41, p. 88-98, 2016; COIMBRA, Zulmira H.; GOMES-JR, Luiz; FERNANDEZ, Fernando AS. Human carnivory as a major driver of vertebrate extinction. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 4, p. 283-293, 2020.

² OECD/FAO (2021), OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>.

para que possíveis soluções que reorientem as políticas sejam levantadas à luz das novas evidências produzidas pelo estudo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1.	QUESTÕES AMBIENTAIS E AGRICULTURA FAMILIAR	12
1.2.	COMERCIALIZAÇÃO E PROGRAMAS DE COMPRAS PÚBLICAS PARA PRODUTORES DE PEQUENA ESCALA	14
1.1.1.	<i>PAA – Programa de Aquisição de Alimentos</i>	<i>15</i>
1.1.2.	<i>PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar</i>	<i>18</i>
2.	OBJETIVOS	23
2.1.	OBJETIVOS	23
2.2.	OBJETIVOS DA ‘FASE I’ DO ESTUDO	23
2.3.	OBJETIVOS DA ‘FASE II’ DO ESTUDO	24
3.	FASE I – ANÁLISE QUANTITATIVA	25
3.1.	ABORDAGEM METODOLÓGICA	25
3.1.1.	<i>Impacto do PNAE e do PAA na oferta de produtos pela agricultura familiar</i>	<i>26</i>
3.1.2.	<i>Simulação de cenários de expansão do PNAE</i>	<i>31</i>
3.1.3.	<i>Mudanças na matriz produtiva e alteração nos níveis de emissão</i>	<i>32</i>
3.1.4.	<i>Impactos de cenários de prêmio por produtos de agroindústria e de baixa emissão</i>	<i>34</i>
3.1.5.	<i>Análise espacial exploratória</i>	<i>34</i>
3.2.	RESULTADOS	36
3.2.1.	<i>Determinantes de participação de agricultores familiares no PAA e no PNAE</i>	<i>36</i>
3.2.2.	<i>PNAE</i>	<i>39</i>
3.2.3.	<i>PAA</i>	<i>67</i>
3.2.4.	<i>Análise espacial exploratória</i>	<i>72</i>
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
5.	FASE II – ANÁLISE QUALITATIVA	83
5.1.	DISSEMINAÇÃO DOS RESULTADOS	83
6.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	85
7.	APÊNDICE - MODELO DE EQUILÍBRIO PARCIAL ESTIMADO PARA O PNAE	86

Lista de Quadros

Quadro 1. Síntese de avaliações da execução do PAA	17
Quadro 2. Síntese de avaliações da execução do PNAE	21
Quadro 3. Critério de classificação dos produtores por categoria de composição de renda	35
Quadro 4. Agenda de apresentação dos resultados do estudo com diferentes atores.....	84

Lista de Tabelas

Tabela 1. Covariáveis utilizadas no procedimento de pareamento	30
Tabela 2. Fatores de emissão utilizados na análise	33
Tabela 3. Critério de classificação dos produtores por classe econômica	35
Tabela 4. Sinal do impacto dos determinantes de participação no PAA e no PNAE	37
Tabela 5. Impacto da participação no PNAE na quantidade total produzida, para os participantes, por região	39
Tabela 6. Percentual da produção total de participantes que é vendida para o PNAE	39
Tabela 7. Elasticidades (ou impacto de uma mudança de 0 para 1, para variáveis binárias) da oferta para mercados gerais	42
Tabela 8. Índice de preços recebidos pelos agricultores familiares nos mercados gerais (PRONAF B e V) e do PNAE	46
Tabela 9. Simulação de cenários de expansão da cobertura do PNAE (número de produtores incluídos e impacto percentual na oferta).....	53
Tabela 10. Número de produtores incluídos em cada cenário e déficit de agricultores familiares com DAP	57
Tabela 11. Municípios com os maiores déficits absolutos e relativos (em relação a região) no cenário 30%	59
Tabela 12. Variação nas emissões por produto e por região devido à participação no PNAE, em mil ton CO ₂ eq/ano.....	60
Tabela 13. Mudança no nível de emissão por R\$ de receita da atividade devido à participação no PNAE.....	61
Tabela 14. Impacto percentual da participação do PNAE nas emissões em relação ao cenário sem Programa	62
Tabela 15. Mudança percentual nas emissões, por produto, nos cenários de prêmio sobre produtos de baixa emissão	65
Tabela 16. Mudança absoluta nas emissões, em tons de CO ₂ equivalente, nos cenários de prêmio sobre produtos de baixa emissão	65
Tabela 17. Efeitos sobre a renda agropecuária (R\$/produtor) e nas emissões (kgCO ₂ eq/produtor.ano) para cenários de prêmio sobre produtos de baixa emissão	66
Tabela 18. Mediana das elasticidades estimadas para a amostra de participantes do programa	67
Tabela 19. Mediana das elasticidades estimadas para a amostra de não-participantes.....	68
Tabela 20. Impacto da participação no PAA na quantidade total produzida, para os participantes, por região	68
Tabela 21. Variação nas emissões por produto e por região devido à participação no PAA, em mil tons de CO ₂ eq/ano	70

Tabela 22. Mudança no nível de emissão por R\$ de receita da atividade devido à participação no PAA.....	71
Tabela 23. Impacto da participação do PAA nas emissões em relação ao cenário sem Programa caso os produtores obtivessem a mesma receita, em mil tons de CO ₂ eq/ano.....	71

Lista de Figuras

Figura 1. Principais marcos - Histórico do PNAE.....	20
Figura 2. Esquema metodológico simplificado.....	28
Figura 3. Representação das variáveis determinantes de participação no PAA e no PNAE	37
Figura 4. Impacto estimado do PNAE na quantidade produzida (%) para agricultores familiares, incluindo participantes e não participantes para os diferentes grupos de produtos.....	40
Figura 5. Agentes e preços de produção no PNAE e em outros mercados.....	45
Figura 6. Diferença entre o índice de preços recebidos pelos agricultores familiares pronafianos nos mercados gerais (outros mercados) e pelo PNAE.....	47
Figura 7. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos - Leite e lácteos	49
Figura 8. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Carne suína	49
Figura 9. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Produtos alimentícios da agroindústria	50
Figura 10. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Fruticultura	50
Figura 11. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Carne bovina	51
Figura 12. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Grãos.....	51
Figura 13. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Olericultura	52
Figura 14. Número de produtores incluídos em cada cenário nas grandes regiões e no Brasil	54
Figura 15. Distribuição espacial do número adicional de produtores participantes no PNAE para cada cenário	55
Figura 16. Distribuição espacial do número total de produtores inseridos na base da DAP em 2017 por município...55	55
Figura 17. Distribuição espacial do número total de produtores com DAP que não participavam do PNAE em 2017 por município	56
Figura 18. Distribuição espacial do número de produtores sem DAP que deveriam ser inseridos no PNAE, para cada cenário, a nível municipal.....	58
Figura 19. Emissões de GEE, em CO ₂ equivalente, com participação e na ausência de participação no PNAE, para a amostra de produtores participantes do PNAE (4.369 produtores)	60

Figura 20. Renda agropecuária dos produtores participantes com participação no PNAE (observada) e sem participação no PNAE (estimada)	61
Figura 21. Emissão evitada entre participantes do PNAE (% em relação ao observado para os participantes em 2017)	63
Figura 22. Emissões de GEE, em CO ₂ equivalente, para a amostra de produtores participantes do PNAE (4.369 produtores).....	64
Figura 23. Emissões de GEE, em CO ₂ equivalente, com participação e na ausência de participação no PAA, para a amostra de produtores participantes do PAA (2.821 produtores)	69
Figura 24. Renda agropecuária dos produtores participantes com participação no PAA (observada) e sem participação no PAA (estimada)	70
Figura 26. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção vegetal (número de municípios em cada classe)	73
Figura 27. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção de leite (número de municípios em cada classe)	73
Figura 28. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária e gráfico do percentual de municípios em cada classe).....	74
Figura 29. Percentual de municípios em que 30% ou mais do valor de produção da agropecuária é oriundo da AF e espacialização	75
Figura 30. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária nos municípios onde a AF é presente.....	75
Figura 31. Perfil de produção nos municípios onde a agricultura familiar é presente e relação com o impacto da participação no PNAE na renda oriunda da pecuária.....	76
Figura 32. Taxa de desmatamento de vegetação primária (2006 - 2017) nos municípios em que a produção familiar é relevante.....	77
Figura 33. Categorização dos produtores familiares com base nas DAPs (2017) nos municípios onde a produção da AF é relevante.....	78
Figura 34. Percentual de categorias de produtor por região e no Brasil	78
Figura 35. Categoria de produtor familiar prevalente nos municípios em que a produção da AF é relevante	79
Figura 36. Espacialização dos municípios de produção da agricultura familiar - Extremamente pobres em benefícios	80
Figura 37. Municípios prioritários.....	80

LISTA DE ACRÔNIMOS

AF - Agricultura familiar
ATER - Assistência Técnica e Extensão Rural
BFGS - algoritmo de Broydn-Fletcher-Goldfarb-Shanno
CAE - Conselho de Alimentação Escolar
CDS - Compra com Doação Simultânea
CME - Campanha de Merenda Escolar
CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CNAE - Campanha Nacional de Alimentação Escolar
CNME - Campanha Nacional de Merenda Escolar
DAP - Declaração de Aptidão ao Pronaf
DCNT - Doenças Crônicas não Transmissíveis
EGC - Equilíbrio geral computável
EIPP - estratégias integradas de políticas públicas
FEALQ - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz
FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GEE - gases de efeito estufa
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MP - Medida Provisória
PAA - Programa de Aquisição de Alimentos
PAB - Programa Alimenta Brasil
PNAE - Programa Nacional de Alimentação Escolar
PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSM - Propensity Score Matching
RAIS - Relação Anual de Informações Sociais
SAN - Segurança Alimentar e Nutricional
SCU - Sistema de Contas da União
SEEG - Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
VN - Vegetação nativa

1. INTRODUÇÃO

O setor agropecuário brasileiro é um grande produtor e exportador mundial de café, açúcar, etanol, suco de laranja, carnes, soja, algodão entre outros produtos³. Esta produção é realizada de diferentes formas no país, já que o território nacional apresenta grande diversidade de sistemas produtivos, de tecnologias adotadas, de condições edafoclimáticas e de desenvolvimento institucional e regional (educação, assistência técnica, acesso a políticas públicas, etc.). Esta heterogeneidade se destaca, sobretudo, na agricultura familiar (AF). A produção da AF se insere de forma importante em várias cadeias de produção, como as de *commodities*, de produtos de alimentação básica e de produção animal, gerando, além de crescimento econômico, distribuição de renda e equidade social⁴.

De forma geral, dois elementos centrais perpassam as definições de agricultura familiar⁵. O primeiro elemento está amparado pela herança histórica e cultural campestre, que envolveu os processos complexos de ocupação e de formação dos territórios. O segundo é a pequena escala produtiva. Embora alguns trabalhos já tenham apontado que a AF opera necessariamente em pequena escala, não é exclusivamente pobre e muito menos desconectada das cadeias complexas de produção (soja, por exemplo), há certo consenso de que o tamanho dos estabelecimentos rurais é aspecto relevante na definição da agricultura familiar⁶, ou seja, de forma geral, pequenos estabelecimentos são geridos pela mão de obra familiar.

No ano de 2017, segundo dados do Censo Agropecuário/IBGE, estabelecimentos de até 2 hectares (micro estabelecimentos) e de 2 a 100 hectares (pequenos) representavam 98% do total de estabelecimentos de lavoura temporária⁷ no país. Apesar de representar a quase totalidade (em número), estes estabelecimentos respondiam por 22% do valor de produção e ocupavam 22% da área agrícola utilizada para o cultivo de lavouras temporárias do Brasil. Ao mesmo tempo, grandes estabelecimentos (que representam apenas 2% do número total de estabelecimentos de lavoura temporária no país) respondiam por 59% do valor bruto da produção e ocupavam 58% da área, ou seja, concentram capital e terra.

Pequenos produtores, incluindo nesse rol os agricultores familiares, enfrentam desafios que se revelam sob diferentes dimensões. Os custos de financiamento e as dificuldades em acessar e cumprir os requisitos formais do sistema bancário (garantias, títulos etc.) para a obtenção de crédito, a desconexão entre tecnologia produtiva e escala, preços altos de insumos para os pequenos produtores, baixa rentabilidade por unidade de área dos principais produtos agrícolas e comercialização frágil e inconstante, dentre outros.

³ Informações sobre a agropecuária brasileira estão disponíveis na Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) – Panorama do Agro.

⁴ Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário - SEAD/NEAD. 2017. *PIB da agricultura familiar brasileira e instrumentos para o monitoramento da sua produção agropecuária*. Projeto de Cooperação Técnica UTF/BRA/083/BRA.

⁵ Para uma revisão aprofundada ver, por exemplo: Schneider, S. y F. Escher (2012): “La construcción del concepto de agricultura familiar en América Latina”. FIDA; RIMISP. Disponível em: https://www.ifad.org/documents/38714170/39135645/Family+farming+in+Latin+America+-+A+new+comparative+analysis_s.pdf/9330a6c4-c897-4e1c-9c05-1144ebec0457

⁶ FIDA/RIMISP (2014). La agricultura familiar en América Latina. Disponível em: https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1407422715MUNDOROTO.pdf

⁷ Culturas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir, como, por exemplo: soja, milho, feijão etc. No Censo Agropecuário são incluídos nesta categoria o abacaxi, a cana-de-açúcar, a mandioca e a mamona, que apresentam ciclos de colheita superiores a 12 meses.

Os desafios e as assimetrias levaram pequenos produtores a encontrar abrigo na cadeia pecuária, emergindo deste contexto uma pecuária bovina resiliente de pequena escala ligada a funções de poupança de capital de alta liquidez, geração de renda mensal pela comercialização do leite, suprimento de alimentos proteicos de alta qualidade (carne, leite, ovos), manutenção da posse da terra, minimização de exposição a riscos climáticos, praticidade de financiamento pelos agentes bancários, previsibilidade de manejo, redução de dependência a insumos e menor penosidade laboral.

Estima-se que pelo menos 50 milhões de cabeças de gado bovino (cerca de 29% do rebanho do Brasil) estejam nas mãos de pequenos produtores (Censo Agropecuário de 2017). A atividade pecuária se tornou central para geração de renda e poupança de capital dos pequenos estabelecimentos em todo o país, mantendo, de forma geral, os pequenos agricultores no campo. Logo, considerando os impactos ambientais (além dos econômicos e sociais) desta atividade, em específico a emissão de gases de efeito estufa (GEE), e a constatação de que existe uma pecuária bovina resiliente na agricultura familiar para a qual não há formulação adequada de políticas públicas, faz-se necessário construir soluções que compreendam essa realidade e encaminhem uma cesta de políticas equilibrada e geograficamente orientada.

Neste sentido, as políticas de compras públicas (PAA⁸ e PNAE⁹, principalmente) têm centralidade estratégica para conectar a redução de assimetrias competitivas da AF com a promoção de segurança alimentar e nutricional (SAN) da população e a redução na emissão de GEE. **Os programas de compras públicas podem alterar significativamente os preços relativos recebidos por produtores e, conseqüentemente, modificar a cesta de produtos da AF, acarretando mudanças nos níveis de emissão.**

Desta forma, este trabalho mensurou como estes programas (PAA e PNAE) alteram a matriz produtiva, isto é, seu efeito sobre a decisão dos produtores familiares em cultivar produtos vegetais ou criar animais. Embora métodos econométricos de avaliação de impacto permitam a identificação de contrafactuais para produtores participantes nos programas, eles não contemplam de forma eficaz as especificidades de mercado, que potencialmente afetam a decisão do produtor em relação à qual produto ofertar. O PAA e o PNAE afetam as decisões do produtor, o que demanda a aplicação de uma metodologia capaz de analisar como os produtores reagem às mudanças nas condições de mercado (preço recebido e estabilidade do canal de comercialização).

O estudo foi organizado em duas etapas. Na **'Fase I ou fase quantitativa'** foi utilizada a modelagem de equilíbrio parcial, pois trata-se de uma metodologia capaz de identificar: (i) a forma como a participação nas políticas PAA e PNAE afeta o preço relativo dos produtos; e (ii) a resposta dos produtores (mudança na oferta de cada produto) à alteração dos preços relativos. Como o PAA e o PNAE impactam o preço esperado a ser recebido pelos produtores, o modelo de equilíbrio parcial incorpora esse efeito.

Em geral assume-se que os produtores maximizam o lucro dada a tecnologia de produção, os preços de mercado e a dotação de fatores fixos (como terra). Uma vez estimado, o modelo permite a identificação da mudança na oferta de cada produto devido às variações nos preços de mercado. Como o PAA e o PNAE impactam o preço esperado a ser recebido pelos produtores, o modelo de equilíbrio parcial incorpora esse efeito. Além disso, o modelo considera uma característica marcante da AF: o consumo de subsistência, devido a pequena disponibilidade de área e considerável restrição de recursos produtivos por parte desses produtores. Portanto, assume-se que os produtores familiares maximizam sua utilidade por meio de duas decisões interconectadas: (i) eles minimizam o custo de subsistência, considerando a possibilidade de

⁸ O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) foi renomeado na presente gestão do governo federal como "Alimenta Brasil". Entretanto, como os dados aqui utilizados para análise referem-se a gestão anterior, será adotado o termo PAA como padrão

⁹ O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) oferece alimentação escolar e ações de educação alimentar e nutricional a estudantes de todas as etapas da educação básica pública.

consumir parte da produção ou de vender a produção e comprar produtos para consumo; e (ii) maximizam a receita do excedente da produção, escolhendo atividades com melhores retornos. Em suma, assume-se que a maximização da receita por agricultores familiares – com Declaração de Aptidão ao Pronaf¹⁰ (DAP) – é realizada levando em consideração os preços recebidos em mercados institucionais e tradicionais, a quota estabelecida nos mercados institucionais, a disponibilidade de terra e trabalho familiar e a possibilidade de contratar mão de obra.

Na ‘Fase II’ ou fase qualitativa foram realizadas apresentações dos resultados a especialistas em políticas públicas e gestores dos programas institucionais do Ministério do Desenvolvimento Agrário, para levantar a receptividade aos achados do estudo e seu potencial para aprimoramento das políticas de compras públicas.

Pequenos produtores familiares têm se abrigado na cadeia pecuária para a geração de renda e poupança de capital, diante de fatores como dificuldade de acesso ao crédito, aumento dos custos de produção, desconexão entre tecnologia e escala, dificuldades no acesso aos mercados e na comercialização. Para essa pecuária bovina resiliente não há formulação adequada de políticas públicas.

Os programas de compras públicas (PAA e PNAE) podem alterar a decisão dos produtores familiares entre o cultivo de vegetais ou a produção animal. As compras públicas têm centralidade estratégica para conectar a redução de assimetrias competitivas da AF com a promoção de segurança alimentar local e regional e potencialmente com a redução na emissão de GEE.

Antes dos resultados serem apresentados julga-se necessário abordar algumas temáticas, de forma breve e precisa, sobre a relação da AF com as questões ambientais, a comercialização e a inserção no mercado da produção da agricultura familiar e sobre os programas de compras públicas PAA e PNAE.

1.1. Questões ambientais e agricultura familiar

A produção agropecuária, em especial a pecuária brasileira, está colocada no centro dos principais debates ambientais envolvendo desmatamento, emissões de gases de efeito estufa, perda de biodiversidade, crises hídricas e poluição. O modelo predominante da produção também é questionado quanto à segurança em termos sanitários, contaminação do solo e água com agrotóxicos, utilização de hormônios e bem-estar animal. Apesar do discurso de que as terras já desmatadas são suficientes para atender as necessidades de produção, atualmente estruturada na produtividade e no uso crescente da tecnologia, a expansão da fronteira agropecuária avança, de modo geral associada a mais desmatamento, concentração da posse das terras e deslocamento de produtores tradicionais.

Pelas características que apresenta em relação à produção em larga escala, a agricultura familiar (AF) pode representar caminhos de aproximação entre produção e proteção ambiental com promoção de bem-estar

¹⁰ A DAP está sendo substituída pelo Cadastro Nacional da Agricultura Familiar (CAF), desde o mês de novembro de 2022. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) desenvolveu um novo sistema eletrônico para registro, o CAF, com mecanismos capazes de reconhecer adequadamente a categoria de produtores rurais, definida pela Lei da Agricultura Familiar (Lei 11.326/2006) e pelo Decreto 9.064/2017.

humano e animal. Entre as principais características da AF que contribuem para o cumprimento da agenda ambiental estão¹¹:

- Escala e capilaridade: a AF está presente em todas as regiões, é relevante e representativa do ponto de vista econômico, social e ambiental;
- Diversidade, resiliência e adaptabilidade: a AF se insere em dinâmicas produtivas específicas, porém mantendo a diversidade, o que facilita sua adaptabilidade a sistemas agrobiodiversos e mais sustentáveis; e
- Complementariedade: no entorno de monocultivos de larga escala, a AF pode funcionar como fonte provedora de serviços ecossistêmicos e compensar passivos ambientais.

A AF pode e deve ter papel relevante na agenda da produção sustentável, dados seus atributos inerentes que lhe conferem capacidade de produzir com adequadas condições sanitárias, de aderir à rastreabilidade e de suprir os mercados locais, desde que apoiada por políticas públicas adequadas, consistentes com evidências científicas e geo-orientadas. No Brasil, uma cesta de políticas com essas características para a AF é ainda incipiente.

A principal solução apontada pelo governo para a redução das emissões da agropecuária brasileira está na intensificação sustentável da produção, baseada em tecnologias preconizadas desde 2010 pelo Plano ABC (renomeado como ABC+ para o ciclo 2020-2030¹²). No entanto, observa-se um descompasso entre os arranjos produtivos e formas de viabilização das tecnologias ABC+ para a agricultura familiar. A efetiva adoção do ABC+ demanda altos investimentos e elevada capacidade técnica, requisitos desconexos com a realidade da pecuária bovina nacional. Cerca de 2,5 milhões de estabelecimentos tem produção pecuária no Brasil, destes, cerca de 88% são pequenos (possivelmente de agricultura familiar) e concentram cerca de 50 milhões de cabeças de bovinos e 40% deste rebanho (20 milhões de cabeças de bovinos) estão alocados em estabelecimentos socialmente vulneráveis¹³.

Para que a AF possa se inserir de forma competitiva no mercado é necessário que sejam desenvolvidas e aprimoradas suas capacidades de comercialização e gestão. O desenvolvimento dessas capacidades requer a realização de processos qualificados de capacitação e a articulação com outras ações de apoio aos agricultores (como acesso a insumos, crédito rural, ATER, procedimentos pós-colheita e comercialização) facilitando sua inclusão no mercado. Para potencializar a inserção da AF no mercado os programas de compras públicas (PAA e o PNAE) devem ser trabalhados não só pelo aspecto comercial, mas também pelos seus efeitos indiretos nas dinâmicas econômicas locais, por representarem um aprendizado importante sobre os requisitos para inclusão no mercado.

¹¹ FEALQ/FAO/MAPA, 2018. Análise territorial, desenvolvimento e avaliação de políticas públicas para a agricultura familiar. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ / Food and Agriculture Organization - FAO/ Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Projeto de Cooperação Técnica – PCT UTF/BRA/083/BRA.

¹² Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável.

¹³ Análise territorial das necessidades de ATER, infraestrutura e plano de monitoramento e avaliação das ações empreendidas”, realizado pelo GPP e pela FEALQ como Agência Implementadora, no âmbito do BRA/IICA/13/002.

1.2. Comercialização e programas de compras públicas para produtores de pequena escala

A inserção no mercado é estratégia essencial para o desenvolvimento da agricultura familiar, mas nem sempre é um processo simples. Na prática, emergem várias limitações que precisam ser superadas: os produtos oriundos da AF existem, mas não atendem aos padrões de classificação ou não há um local de processamento; as estradas para o escoamento são ruins; as embalagens utilizadas não são adequadas às necessidades (normas sanitárias); os produtores não têm acesso direto aos outros elos da cadeia, não estão organizados para atender toda a demanda de produtos ou não têm a documentação fiscal necessária; etc.

Para que os pequenos produtores/agricultores familiares se insiram no mercado sob melhores condições é necessário a constante adequação aos requisitos de fornecimento estabelecidos pelos elos subsequentes da cadeia, que envolvem qualidade, volume, periodicidade, embalagem, sanidade e outros elementos, de acordo com os tipos de produtos e os mercados aos quais se destina. O atendimento às condições estabelecidas impõe uma boa capacidade de planejamento, gestão, articulação e desenvolvimento de ações práticas efetivas, de modo que a AF possa criar vínculos e credibilidade para assegurar a aquisição da sua produção¹⁴.

Os canais de comercialização tradicionalmente adotados por produtores familiares são as cadeias integradas nacional e internacional, ou os circuitos de produção e consumo locais e regionais¹⁵. As cadeias integradas geralmente são voltadas para *commodities* como grãos, animais, leites e frutas destinadas à agroindústria, enquanto os circuitos regionais são voltados a produtos mais diversificados e produzidos em menor escala¹⁶. O sistema de integração exerce pressão para que o agricultor permaneça integrado para obter o retorno do que foi investido na produção. Caso não continue a produção, o agricultor ficará com a benfeitoria parada sem nenhuma atividade. No caso da pecuária, por exemplo, os produtores podem ser impelidos a comercializar sua produção sem a devida inspeção sanitária, pondo em risco a saúde daqueles que consomem o produto¹⁷.

A comercialização para cadeias integradas tende a estar associada a menor autonomia dos produtores no processo de escolha e na negociação de preços, e a comercialização para circuitos regionais geralmente acarreta desafios quando os produtores tentam aumentar a escala de produção, devido a requisitos de padronização dos produtos, fluxo regular e volume ofertado capazes de atender a demanda. As cadeias integradas requerem dos produtores o progressivo aumento de escala, especialização produtiva e suas transações ocorrem em ambiente com grande impessoalidade, o que limita a diversificação produtiva, a geração de produtos com atributos regionalmente valorizados e a capacidade de reter ganhos econômicos nas localidades¹⁸. Dessa forma, o potencial de inclusão comercial de agricultores familiares pela comercialização em circuitos curtos, mais adequados às suas especificidades deve ser explorado. Fator que

¹⁴ FEALQ/FAO/MAPA, 2018. Análise territorial, desenvolvimento e avaliação de políticas públicas para a agricultura familiar. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ / Food and Agriculture Organization - FAO/ Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Projeto de Cooperação Técnica – PCT UTF/BRA/083/BRA.

¹⁵ Maluf, R. S. (2004). Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais. *Ensaio FEE*, 25(1).

¹⁶ Ueno, V. A., Neves, M. C., de Queiroga, J. L., RAMOS FILHO, L. O., & de Oliveira, L. P. (2016). Estratégias de comercialização da agricultura familiar: estudos de caso em assentamentos rurais do estado de São Paulo.

¹⁷ DEIMLING, Moacir Francisco et al. Agricultura familiar e as relações na comercialização da produção. *Interciência*, v. 40, n. 7, p. 440-447, 2015.

¹⁸ Renting, H.; Marsden, T.K. & Banks, J. (2003) – Understanding alternative food networks: Exploring the role of short food supply chains in rural development. *Environment and Planning A: Economy and Space*, vol. 35, n. 3, 393-411.

contribui para o comércio de cadeias curtas é a mudança (ainda lenta) da postura da população urbana em relação ao consumo, a crescente preocupação com a qualidade e origem do produto que chega à sua mesa, além do maior interesse em conhecer os processos de produção dos alimentos que consomem¹⁹.

Outra relevante dificuldade para a AF é a capacidade logística limitada, que associada aos aspectos descritos anteriormente resulta em falhas de mercado. Em geral, muitos produtores não conseguem transportar a produção até os mercados e, portanto, estão propensos a vender seus produtos para atravessadores, que pagam valores consideravelmente menores em relação aos preços médios praticados pelos mercados.

Dessa forma, políticas de compras institucionais como o PAA (atual Alimenta Brasil) e o PNAE, que têm como objetivo primário promover a inserção dos produtores familiares no mercado, são essenciais para que a AF se mantenha exercendo papel produtivo no campo. Ao garantir um mercado local estável, acessível e com preços compatíveis aos observados em outros mercados, as políticas de compras públicas diminuem a diferença entre preço recebido (pago pelos programas de compras públicas) e preço de mercado, remunerando melhor a AF. A diminuição da diferença entre preço recebido e preço de mercado varia de acordo com o produto, por exemplo, produtores familiares tendem a comercializar leite e galinha caipira de forma mais efetiva para cooperativas e consumidores locais, e em geral enfrentam dificuldade em comercializar frutas ou outros vegetais para supermercados ou outros centros de atacado devido à necessidade de volume suficiente. Então, a participação em programas como PAA e PNAE induz os agricultores familiares a elevar sua produção vegetal, em comparação aos produtos animais.

Além disso, a estabilidade do canal de comercialização torna os produtores menos vulneráveis a perdas de produtos perecíveis devido à previsibilidade da demanda. Todos esses efeitos impactam consideravelmente e de forma não uniforme o preço esperado para diferentes produtos. Como consequência, os preços relativos entre diferentes produtos são alterados e a decisão dos agricultores em relação à qual a cesta mais lucrativa para se produzir é alterada.

Os impactos gerados pelos programas PAA e PNAE são objeto de estudo de diversos trabalhos. Um breve histórico dos programas citados, bem como uma breve revisão sobre seus impactos serão apresentados a seguir.

1.1.1. PAA – Programa de Aquisição de Alimentos

O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA, atual Alimenta Brasil), criado pelo art. 19 da Lei nº 10.696, de 02 de julho de 2003, possui duas finalidades básicas: promover o acesso à alimentação e incentivar a agricultura familiar. Para o alcance desses dois objetivos, o Programa compra alimentos produzidos pela agricultura familiar, com dispensa de licitação, e os destina às pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional e àquelas atendidas pela rede socioassistencial e pelos equipamentos públicos de alimentação e nutrição²⁰. Para o alcance de todos os objetivos a que se propõe, o PAA é desenvolvido em seis modalidades diferentes: Compra com Doação Simultânea, Compra Direta, Apoio à Formação de Estoques, Incentivo à Produção e ao Consumo de Leite, Compra Institucional e Aquisição de Sementes. O orçamento do PAA é composto por recursos do Ministério da Cidadania.

¹⁹ Goodman, D. (2017). Espaço e lugar nas redes alimentares alternativas: conectando produção e consumo. In: S. Schneider & M. Gazolla (Orgs.), Cadeias curtas e redes agroalimentares alternativas – negócios e mercados da agricultura familiar (p. 59-82, 1ª ed). Porto Alegre: Editora da UFRGS.

²⁰ Disponível em <https://www.conab.gov.br/images/arquivos/agricultura_familiar/Cartilha_PAA.pdf>

O PAA, em conjunto com o PNAE, é uma das estratégias brasileiras mais relevantes, inovadoras e internacionalmente reconhecidas voltadas para o desenvolvimento territorial e a dinamização de cadeias curtas de abastecimento. O PAA inovou na medida em que permitiu a compra de produtos diretamente dos agricultores familiares sem a exigência de licitação, o que abriu um novo paradigma que democratizou e desconcentrou as compras públicas de alimentos no país, se tornando referência internacional.

Uma análise preliminar do impacto da participação das compras públicas do PAA e PNAE sobre a receita anual de agricultores familiares, por meio da aplicação do método de *Propensity Score Matching (PSM)*, realizada pelo GPP/ESALQ²¹, mostrou o efeito estatisticamente significativo da participação de ambos os programas sobre a receita anual dos estabelecimentos familiares, como também um efeito multiplicador da rentabilidade, possivelmente associado à estabilidade comercial propiciada, que motiva o produtor a realizar investimentos e ampliar a produção.

Vários estudos mostram que o PAA é fundamental no estímulo à estruturação de redes de compra de alimentos da AF e na formação de um tecido social de apoio a este setor. A inovação apresentada pelo programa fez com que se formasse uma ampla rede de atores engajados na implementação do programa, para além do estabelecimento de relações de confiança com agricultores e suas organizações, que tornaram possível vencer as dificuldades inerentes para a adesão a uma política pública dessa natureza²².

A despeito dos impactos positivos do PAA para os agricultores familiares e consumidores (pessoas em situação de vulnerabilidade/insegurança alimentar), conforme apontados em diversos estudos (**Quadro 1**), o programa vem passando por uma redução de verbas. Entre 2003 e 2018 cerca de R\$ 12 bilhões²³ foram aplicados pelo governo federal em compras do PAA. Analisando-se os valores alocados a cada ano no período 2003-2018, observa-se forte tendência de crescimento dos recursos do programa até 2006. Depois, os montantes cresceram mais lentamente, oscilando em patamar acima de R\$ 850 milhões e chegando a R\$ 1,2 bilhão em 2012. Em 2013, porém, notou-se queda acentuada do volume de recursos aplicados, com leve recuperação em 2014, voltando a decrescer a partir de 2015. O menor valor do período foi observado em 2018, quando foram aplicados apenas R\$ 253 milhões²⁴.

No período 2011-2019, o PAA adquiriu 2,3 bilhões de quilos de produtos, o que correspondeu a quase R\$ 5,5 bilhões em compras. Neste período foram adquiridos 1.211 diferentes produtos, sendo 1.143 produtos alimentícios e 68 tipos de sementes. Porém, as aquisições do PAA sofreram uma redução de aproximadamente 83%, passando de 492,1 milhões de quilos em 2011 para 84,8 milhões de quilos em 2019²⁵.

Em 2021, o PAA foi substituído, por meio da Lei 14.284/2021, pelo ‘Programa Alimenta Brasil’. O Programa Alimenta Brasil, regulamentado pelo Decreto 10.880/2021, trouxe nova institucionalidade e renomeou o

²¹ FEALQ/FAO/MAPA, 2018. Análise territorial, desenvolvimento e avaliação de políticas públicas para a agricultura familiar. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ / Food and Agriculture Organization - FAO/ Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Projeto de Cooperação Técnica – PCT UTF/BRA/083/BRA.

²² PERIN, Gabriela et al. Os benefícios e desafios do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) para os agricultores familiares. Retratos de Assentamentos, v. 25, n. 1, p. 9-40, 2022.

²³ Em valores corrigidos para dezembro de 2018 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

²⁴ Sambuichi et al. Programa de Aquisição de Alimentos e Segurança Alimentar: Modelo Lógico, Resultados e Desafios de uma Política Pública voltada ao Fortalecimento da Agricultura Familiar (2019. Disponível em <https://opara.nyc3.cdn.digitaloceanspaces.com/ojoio/uploads/2022/03/td_2482.pdf>

²⁵ PERIN, Gabriela et al. Os benefícios e desafios do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) para os agricultores familiares. Retratos de Assentamentos, v. 25, n. 1, p. 9-40, 2022.

PAA, preservando boa parte das suas diretrizes originais, com exceção da finalidade de constituir estoques públicos de alimentos e a supressão da modalidade de aquisição de sementes, o que representa um retrocesso do ponto de vista do desenvolvimento territorial e das políticas de abastecimento alimentar. A compra e distribuição de sementes têm importância fundamental para a autonomia produtiva dos agricultores e na promoção e valorização da agrobiodiversidade das espécies brasileiras.

Quadro 1. Síntese de avaliações da execução do PAA

Grande tema	Principais resultados	Fonte
Avaliação geral do programa	O PAA promove mudanças positivas que atingem diretamente os seus beneficiários fornecedores e consumidores. O aumento da renda é um efeito direto da garantia de mercado, do aumento e da diversificação da produção, bem como dos preços justos praticados pelo PAA. Observou-se o estímulo ao cooperativismo e/ou associativismo; dinamização de redes e/ou agregação social; e melhoria da qualidade dos alimentos produzidos.	Perin et al., 2022
Alcance do programa	Entre 2011 e 2018 o programa beneficiou mais de 450 mil de AF, adquirindo 2 Mt de alimentos e conseguindo atingir beneficiários em cerca de 83% dos municípios.	Sambuichi et al., 2020
Diversidade da produção (PAA – CDS)	Entre 2011 e 2018 o número de produtos comprados foi de 345, em média, por ano. Tendência de redução da diversidade ao longo do período, atribuída, em parte, à acentuada diminuição, verificada em anos recentes, dos montantes aplicados em compras pelo programa.	Sambuichi et al., 2019
Avaliação geral do programa	Revisão de 158 estudos mostraram avaliação bastante positiva do PAA. O acesso a mercado e segurança de comercialização de produtos é ponto-chave destacado pelos beneficiários fornecedores entrevistados na maioria das pesquisas realizadas.	Sambuichi et al., 2019
Participação de indígenas	Análise do PAA na aldeia Asheninkas, no Acre. Produção de subsistência e obtenção de renda que possibilitava a aquisição de bens de produção e o atendimento de outras necessidades materiais.	Araujo e Kubo, 2017
Impactos ambientais	Ampliação das possibilidades de venda em outros mercados, em feiras e entregas diretas ao consumidor (por exemplo). Essa circulação de mercadorias no nível local estimula os circuitos curtos de comercialização, diminui as distâncias entre agricultores familiares e consumidores, reduzindo, assim, a pegada ecológica e os custos com transporte e fomentando sistemas locais de produção.	Araujo e Kubo, 2017
Participação de indígenas (nível municipal – Pau Brasil/BA)	Promoção da diversificação e aumento da área de produção, incentivo ao associativismo, aumento da renda, aumento das opções de comercialização, satisfação com o valor pago, melhoria da alimentação dos indígenas e estímulo ao autoconsumo. O PAA também impulsionou a criação de novos projetos no território, como a construção de cisternas e de espaços para reuniões, a implantação de uma unidade de beneficiamento de produtos apícolas, além de revelar o protagonismo das mulheres indígenas.	Teixeira, 2016

Quadro 1. Síntese de avaliações da execução do PAA (continuação)

Participação de assentados (nível municipal – Araras/SP)	Aumento da renda da maioria dos agricultores beneficiários, além de maior diversificação da produção e inserção dos produtos nos mercados.	Andrade, Oliveira e Esquerdo, 2014
Participação de mulheres	O PAA contribuiu para o acesso à renda, inserção da produção no mercado e melhoria da qualidade de vida das agricultoras. Efeito positivo na dinamização da vida social nas comunidades rurais, com o aumento do número de reuniões e o incentivo à troca de informações, ao desenvolvimento de vínculos e maior sentimento de cooperação mútua.	Azevedo, 2012

Fonte: Elaboração própria

Recentemente, no dia 20 de julho de 2023, foi aprovada a Lei Nº 14.628 que institui o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Cozinha Solidária, alterando a Lei 14.284/2021.

1.1.2. PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) oferece alimentação escolar e ações de educação alimentar e nutricional a estudantes da rede pública de ensino fundamental. O governo federal repassa aos estados, municípios e escolas federais, valores financeiros de caráter suplementar, em 10 parcelas mensais (de fevereiro a novembro) para a cobertura de 200 dias letivos, conforme o número de matriculados em cada rede de ensino²⁶.

O histórico do PNAE²⁷ (**Figura 1**) se inicia na década de 1940, com a proposta do então Instituto de Nutrição de que a alimentação escolar fosse fornecida pelo governo. A indisponibilidade de recursos financeiros foi um entrave para que a proposta fosse concretizada. Na década de 1950, foi elaborado um abrangente Plano Nacional de Alimentação e Nutrição. Pela primeira vez se estruturava um programa de merenda escolar em âmbito nacional, sob a responsabilidade pública. Em 1955, foi assinado o Decreto nº 37.106, que instituiu a Campanha de Merenda Escolar (CME), subordinada ao Ministério da Educação. No ano seguinte, em 1956, com a edição Decreto nº 39.007, ela passou a se denominar Campanha Nacional de Merenda Escolar (CNME), com a intenção de promover o atendimento em âmbito nacional.

Em 1965 surgiu um elenco de programas da alimentação financiados com a ajuda americana. O nome da CNME foi alterado para Campanha Nacional de Alimentação Escolar (CNAE) pelo Decreto nº 56.886/65. No ano de 1979 o CNAE passou a denominar-se Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). A promulgação da Constituição Federal em 1988 foi um importante marco para as políticas de segurança alimentar, pois assegurou o direito à alimentação escolar a todos os alunos do ensino fundamental.

Até o ano de 1993, a execução do PNAE se deu de forma centralizada, ou seja, o órgão gerenciador planejava os cardápios, adquiria os gêneros por processo licitatório, contratava laboratórios especializados para efetuar o controle de qualidade e ainda se responsabilizava pela distribuição dos alimentos em todo o território nacional. Em 1994, a descentralização da execução dos recursos do Programa foi instituída por

²⁶ Portal do FNDE. Disponível em < <https://www.fnde.gov.br/programas/pnae>>.

²⁷ Portal do FNDE. Disponível em < <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>>.

meio da Lei nº 8.913, mediante celebração de convênios com os municípios e com o envolvimento das Secretarias de Educação dos estados e do Distrito Federal, às quais delegou-se competência para atendimento aos alunos de suas redes e das redes municipais que não haviam aderido à descentralização. Nesse período, o número de municípios que aderiram à descentralização evoluiu de 1.532, em 1994, para 4.314, em 1998, representando mais de 70% dos municípios brasileiros. A transferência financeira passou a ser feita automaticamente, sem a necessidade de celebração de convênios ou quaisquer outros instrumentos similares, permitindo maior agilidade ao processo no ano de 1998, a partir da Medida Provisória (MP) nº 1.784, consolidando a descentralização sob o gerenciamento do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

No ano de 2001 a MP nº 2.178 (uma das reedições da MP nº 1.784/98), propiciou grandes avanços ao PNAE. Dentre eles, destacam-se a obrigatoriedade de que 70% dos recursos transferidos pelo governo federal sejam aplicados exclusivamente em produtos básicos. Outro marco foi a instituição, em cada município brasileiro, do Conselho de Alimentação Escolar (CAE) como órgão deliberativo, fiscalizador e de assessoramento para a execução do Programa.

A partir de 2006, uma conquista fundamental foi a exigência da presença do nutricionista como Responsável Técnico pelo Programa, bem como do quadro técnico composto por esses profissionais em todas as Entidades Executoras. Outro marco que merece destaque, a partir de 2006, foi o estabelecimento de parceria do FNDE com as Instituições Federais de Ensino Superior, culminando na criação dos Centros Colaboradores de Alimentação e Nutrição Escolar (Cecanes), que são unidades de referência e apoio, constituídas para desenvolver ações e projetos de interesse e necessidade do PNAE, com estrutura e equipe para execução das atividades de extensão, pesquisa e ensino. Dentre essas atividades, ressalta-se as capacitações dos atores sociais envolvidos no Programa.

Um dos mais importantes avanços do Programa foi conquistado no ano de 2009, com a sanção da Lei nº 11.947. A Lei trouxe novos avanços, como a extensão do Programa para toda a rede pública de educação básica, inclusive aos alunos participantes do Programa Mais Educação e de jovens e adultos, além da garantia de que, no mínimo, 30% dos repasses do FNDE sejam investidos na aquisição de produtos da agricultura familiar.

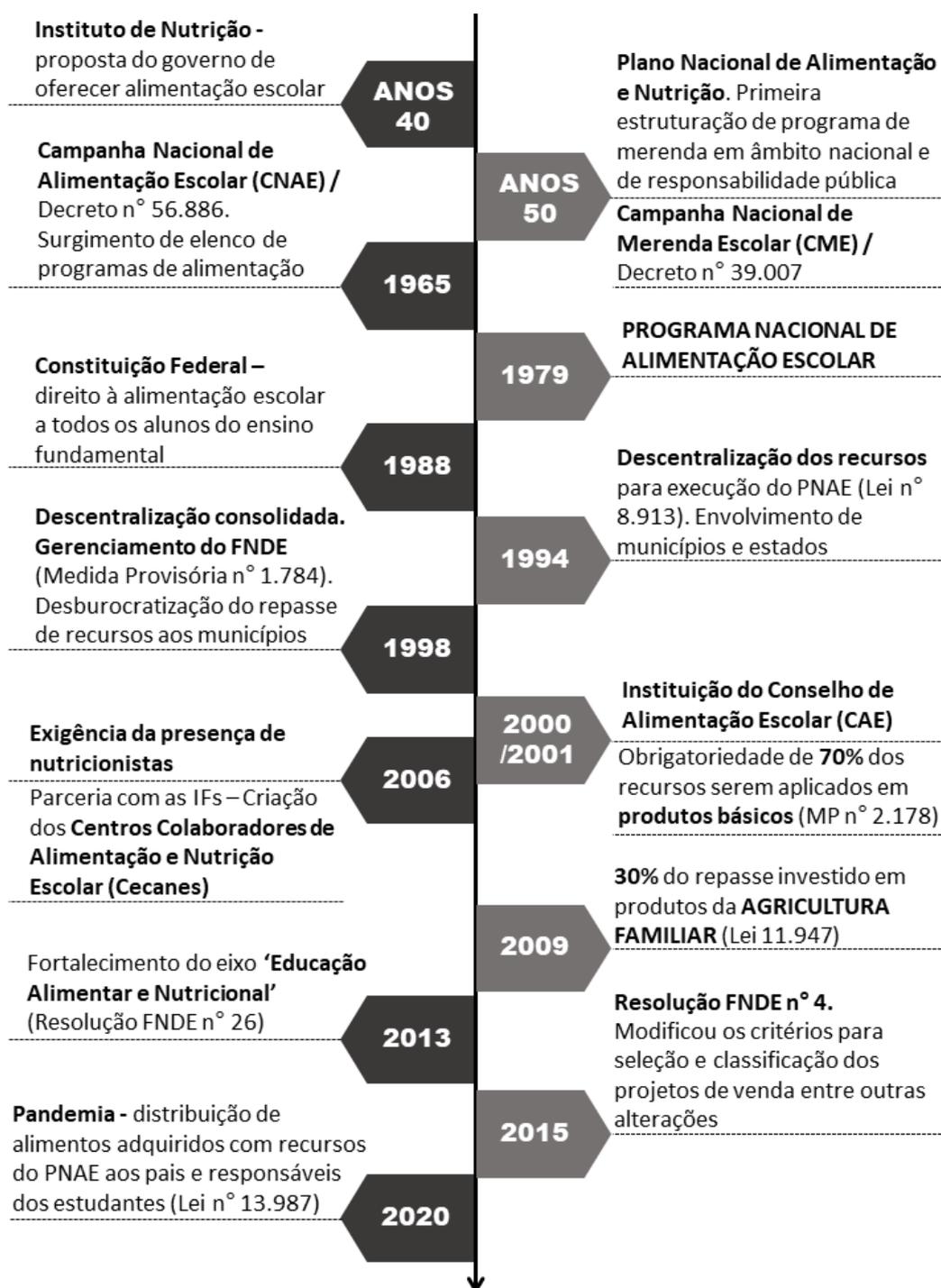
Em 2013, foi publicada a Resolução FNDE nº 26, que fortalece um dos eixos do Programa, a Educação Alimentar e Nutricional (EAN), ao dedicar uma seção às ações de EAN. Essa medida vai ao encontro das políticas públicas atuais relacionadas à Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), visto a existência do Plano de SAN, do Plano Nacional Combate à Obesidade e do Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT).

No ano de 2015, a Resolução CD/FNDE nº 4, considerando o fortalecimento da Agricultura Familiar, modificou a forma de aplicação dos critérios para seleção e classificação dos projetos de venda; estabeleceu o que são grupos formais e informais de assentados da reforma agrária, comunidades tradicionais indígenas e quilombolas e critérios para desempate; definiu os locais onde deverão ser divulgados os editais das chamadas públicas; incluiu o documento para habilitação dos projetos de venda dos grupos formais; estabeleceu que os preços dos produtos a serem adquiridos da agricultura familiar são aqueles publicados na chamada pública; definiu o limite individual de venda para o agricultor familiar na comercialização para o PNAE por entidade executora; estabeleceu novas regras para o controle do limite individual de venda dos agricultores familiares; e definiu modelos de edital de chamada pública, de pesquisa de preços de projeto de venda e de contrato.

Finalmente, no ano de 2020, durante a pandemia de Covid-19, foi criada a Lei nº 13.987, que autorizou em caráter excepcional, durante o período de suspensão das aulas em razão da situação de

emergência/calamidade pública, a distribuição de gêneros alimentícios adquiridos com recursos do PNAE aos pais ou responsáveis dos estudantes das escolas públicas de educação básica.

Figura 1. Principais marcos - Histórico do PNAE



Fonte: Portal do FNDE²⁸; elaboração própria

²⁸ Portal do FNDE. Disponível em < <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>>.

Em relação aos recursos financeiros, o PNAE transfere recurso diferenciado para atender as diversidades étnicas e as necessidades nutricionais, por faixa etária e condição de vulnerabilidade social. Isso ocorre desde 2009, com a sanção da Lei nº 11.947. Merece destaque o fato de o Programa priorizar os assentamentos da reforma agrária, as comunidades tradicionais indígenas e comunidades quilombolas quanto à aquisição de gêneros da AF e o valor per capita repassado.

O PNAE é a política pública de maior longevidade do país na área de segurança alimentar e nutricional, considerado um dos mais abrangentes e duradouros programas na área de alimentação escolar do mundo. Entre 1995 e 2010, ampliou sua cobertura de 33,2 milhões para 45,6 milhões de escolares e os recursos financeiros passaram de 590,1 milhões para 3 bilhões de reais²⁹. Como uma política pública de enorme importância o PNAE avançou na ampliação do atendimento aos beneficiários incorporando paulatinamente diretrizes voltadas para a alimentação saudável, agregando valor aos produtos adquiridos da agricultura familiar³⁰. Para Triches & Schneider (2010)³¹, a atual configuração do Programa Nacional de Alimentação Escolar é decorrente de um modelo de desenvolvimento que promove justiça social, conservação ambiental e saúde pública, ou seja, que visa mais que crescimento econômico.

Diversos estudos apontam a importância do PNAE para a inserção de produtores familiares no mercado, garantia da segurança alimentar destes produtores e aumento do bem-estar da população rural (**Quadro 2**). Por outro lado, o repasse de 30% de recursos para comprar da AF ainda não é realidade em pelo menos metade dos municípios brasileiros.

Quadro 2. Síntese de avaliações da execução do PNAE

Grande tema	Principais resultados	Fonte
Análise qualitativa da execução do PNAE durante a pandemia (nível municipal - São João d'Aliança/GO)	A demora na definição do novo formato do PNAE ocasionou perdas de produção e falta de atendimento aos alunos. A partir da entrega de <i>kits</i> , foi possível assegurar renda aos agricultores familiares, e a volta do fornecimento de alimentos. A melhora da comunicação entre agricultores, cooperativa e gestores e o aprimoramento na higiene dos processos foram pontos de destaque que surgiram durante o período de crise	Salgado e Delgrossi, 2022
Cumprimento do percentual mínimo exigido por Lei (nível regional)	Os municípios e estados apresentam dificuldades associadas às desigualdades sociais, econômicas, culturais e ambientais manifestas em cada região brasileira para cumprir o percentual exigido por Lei. A região Sul apresentou maior prevalência de Entidades Executoras (EEx) que aplicaram recursos abaixo do percentual de 30% em 2011, 2013 e 2014	De Oliveira, Fagundes e Siqueira, 2021
Avaliação qualitativa (nível municipal – São Sepé/RS)	O PNAE impulsiona a produção da agricultura familiar e possibilita o acesso a uma alimentação diversificada e saudável. O programa vem possibilitando o desenvolvimento escolar, pessoal e social, não somente dos alunos, mas de todos que diretamente e indiretamente estão ligados a ele	Casagrande e Cancelier, 2021

²⁹ PEIXINHO AML. A trajetória do Programa Nacional de Alimentação Escolar no período de 2003-2010: relato do gestor nacional. *Cien Saude Colet* 2013; 18(4):909- 916.

³⁰ LIBERMANN, Angelita Pinto; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Tendências de pesquisa em políticas públicas: uma avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar-PNAE. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 20, p. 3533-3546, 2015.

³¹ Triches, R. M., & Schneider, S. (2010). Alimentação escolar e agricultura familiar: reconectando o consumo à produção. *Saúde e Sociedade*, 19(4), 933-945.

Quadro 2. Síntese de avaliações da execução do PNAE (continuação)

Importância do PNAE para fortalecimento de circuitos curtos de comercialização	O mercado institucional do PNAE fomenta a produção diversificada nas propriedades, garante renda alternativa e, melhor remuneração ao agricultor, uma vez que exclui o atravessador em razão de a venda ser direta. Valorizam a cultura alimentar local	Rambo, Pozzebom e Von Dentz, 2019
Cumprimento do percentual mínimo exigido por Lei (nível nacional)	No ano de 2011, 50% dos municípios não investiram o mínimo exigido em Lei, em especial nas regiões Norte e Centro-Oeste. A compra da AF se apresentou maior nos municípios com gestão centralizada e nos municípios em que havia a presença de nutricionistas	Machado et al., 2018
Avaliação qualitativa (nível regional – Nordeste)	O PNAE contribui para a diversificação da agricultura familiar, para o surgimento de organizações coletivas (cooperativas), e para a construção de mercados locais e regionais. Há necessidade de melhorias na estrutura de produção e nos mecanismos legais para inserir os produtos da agricultura familiar nos mercados	Nunes et al., 2018
Avaliação qualitativa (nível municipal – Espera Feliz/MG)	Contribuição do PNAE para a inserção econômica de agricultores familiares locais e para abertura de um novo mercado. O programa incentivou a organização e contribui para o fortalecimento das relações sociais	Cunha, Freitas e Salgado, 2017

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos

O objetivo geral do estudo foi estabelecer uma relação entre as políticas de compras públicas de aquisição de alimentos e segurança alimentar (PAA e PNAE) e as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar o impacto das políticas PAA e PNAE na composição de produção agropecuária da Agricultura Familiar;
- Correlacionar as políticas públicas PAA e PNAE com as emissões de GEE;
- Formular soluções para reorientar as políticas PAA e PNAE visando o equilíbrio em resultados ambientais e sociais.

2.2. Objetivos da 'Fase I' do estudo

A 'Fase I', ou fase quantitativa analisou a relação entre PAA e PNAE e a emissão de gases de efeito estufa. Mais especificamente procurou analisar as seguintes proposições:

- As compras institucionais estimulam maior produção de produtos de lavoura em comparação com produtos de origem animal (associados à maiores níveis de emissão);
- A alteração na matriz produtiva ocasionada pela participação nos programas de compras públicas promove a redução da emissão de gases do efeito estufa.

Com o desenvolvimento desta Fase foi possível responder as seguintes perguntas:

- A participação no PAA ou PNAE impactou a composição e o montante produzido pela agricultura familiar?
- Qual o impacto total estimado de tais políticas em 2017 na composição e no montante produzido pela agricultura familiar?
- Qual o impacto das políticas de compras públicas na obtenção de rendas agrícolas e não agrícolas pelo produtor?
- Qual a relação espacial entre o tipo de agricultura familiar, o tipo de produção e o desmatamento em cada município?
- Qual o potencial impacto do PNAE, em 2017, na composição e no montante produzido pela agricultura familiar caso o percentual mínimo de aquisições fosse de 30%, 40%, e 50%?
- Qual a mudança estimada na emissão de gases de efeito estufa associada a tais impactos?

As três primeiras perguntas foram respondidas por meio de análises que serão desenvolvidas com base em dados das declarações de aptidão ao PRONAF (DAP), Censos agropecuários de 2006 e 2017, e valores de compras públicas realizadas pelo PAA e pelo PNAE. Para a análise de correlação de variáveis e análises espaciais foram utilizadas bases de dados de diversas fontes, como dados censitários do IBGE, dados da aptidão agrícola calculados por Sparovek (2015)³² e dados de desmatamento de vegetação primária a nível municipal, calculados com base na série histórica de cobertura da terra do projeto MapBiomas (coleção 6).

³² Sparovek, Gerd, et al. "Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil." *Environmental science & technology* 49.17 (2015): 10285-10293.

A resposta à última questão foi construída com base nos resultados das três primeiras questões e em os níveis de emissão por atividade estimados pelo Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

2.3. Objetivos da 'Fase II' do estudo

A fase qualitativa do estudo pretende responder duas questões específicas:

- Qual a receptividade dos gestores aos resultados do estudo?
- Como os resultados do estudo podem ser utilizados para aperfeiçoar as políticas de compras públicas?

Para que este objetivo seja concluído foi realizada uma apresentação ao Luppá - Laboratório Urbano de Políticas Públicas Alimentares, uma apresentação dos resultados teóricos à Cátedra Josué de Castro, uma apresentação aos gestores do MDA e formalizada uma parceria com o instituto "Comida do Amanhã" para inclusão do tema na rede de discussão do Luppá a partir do segundo semestre de 2023.

3. FASE I – ANÁLISE QUANTITATIVA

As perguntas quantitativas foram respondidas por meio de dois componentes da pesquisa. Primeiro um componente de confirmação ou refutação da hipótese central do estudo ao estabelecer as diferenças relacionadas ao perfil de produção (animal/vegetal, tendências e produtividade) entre uma amostra de indivíduos alvo de compras públicas (PAA/PNAE) e uma amostra contrafactual³³. Desse modo será possível entender qual o impacto das políticas de compras públicas no perfil produtivo do pequeno produtor, se favorece a produção agrícola ou a produção pecuária. Dentro deste componente serão realizadas três análises: i) análise do impacto dos programas de compras institucionais (PAA e PNAE) na oferta de produtos pela agricultura familiar, ii) simulação de cenários de expansão do PNAE e déficit de DAPs nos municípios e iii) relação dos programas institucionais e emissão de GEE. Ressalta-se que os resultados gerados podem trazer respostas diferentes regionalmente e auxiliar, com isso, a construção de entendimentos geograficamente orientados.

O segundo componente da pesquisa quantitativa compreende a análise territorial de algumas variáveis de interesse. A análise espacial considerou as seguintes características dos municípios: relevância da agricultura familiar no município, tipo de produção predominante (animal ou vegetal), efeito da mudança na matriz produtiva, tipo de produtor presente no município e nível de desmatamento. Essa análise territorial permitiu compreender em qual tipo de município o efeito da mudança da matriz produtiva provocada pela participação nos programas institucionais é relevante (p. ex. onde há redução nas emissões de GEE), bem como definir os territórios em que há potencial para as políticas de compras públicas promoverem transições favoráveis à sustentabilidade ambiental e redução de vulnerabilidades sociais incluindo a insegurança alimentar.

3.1. Abordagem metodológica

Nesta seção é descrita de forma geral a abordagem metodológica utilizada para o desenvolvimento da **'Fase quantitativa'** do estudo. O primeiro componente tem quatro objetivos principais: i) compreender qual o impacto do PNAE e do PAA na mudança da matriz produtiva, ou na oferta de produtos agrícolas pela agricultura familiar; ii) compreender como os cenários de expansão da cobertura do PNAE impactam a participação de produtores e em quais municípios haveria déficit de produtores com DAP/CAF para que a expansão seja realizada, iii) quantificar o impacto dos programas de compras públicas na emissão de gases de efeito estufa (GEE) e iv) simular os impactos de cenários de prêmio por produtos de agroindústria e de baixa emissão. O prêmio pode ser interpretado como um pagamento ao produtor por danos evitados caso o mesmo decida por reduzir a adesão à pecuária em sua propriedade. Um prêmio de 5%, por exemplo, significa que o PNAE pagaria um preço 5% por tais produtos do que o preço pago atualmente.

O segundo componente objetiva caracterizar os municípios de acordo com o tipo de produção, tipo de produtor, desmatamento e efeito da mudança na matriz produtiva.

³³ A metodologia de *propensity score matching* é amplamente utilizada em análise de impacto e no caso específico das compras públicas o impacto foi analisado com base no banco de dados de Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP) em: ANÁLISE TERRITORIAL, DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR (AF). Sessão Organizada. Ilhéus - BA, 21 a 25 de julho de 2019. SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Disponível em: <https://sober.org.br/57o-congresso-sober/>

3.1.1. Impacto do PNAE e do PAA na oferta de produtos pela agricultura familiar

Um dos principais desafios na análise de impacto de políticas públicas para a agricultura familiar é o fato de que a produção familiar também atende à necessidade de satisfação do consumo de subsistência, diferenciando consideravelmente seu processo de tomada de decisão em relação a produtores de maior escala. No presente estudo foi modelado tal aspecto, considerando a interação entre subsistência e produção comercial no comportamento econômico dos produtores.

Modelos econométricos foram estimados para o PNAE e para o PAA, separadamente, devido às diferenças entre os programas. Enquanto no PAA os produtores podem escolher quais produtos vender, dentro de um conjunto amplo, após assinatura do contrato, no PNAE o conjunto de produtos é definido em função do cardápio, então é mais restrito e pré-definido no contrato. Dado que os preços pagos por meio das duas políticas é o mesmo (valor médio de mercado), isso torna o *design* do PNAE menos eficiente do ponto de vista da geração de lucros ao produtor, pois limita ganhos por meio da alocação eficiente de produtos para mercados institucionais.

Essa perda de eficiência pode até mesmo inviabilizar a participação de agricultores familiares no programa quando a produção dos alimentos demandados não é possível nos moldes da agricultura familiar. Esse tipo de problema é descrito em diversos estudos de caso e se traduz no baixo nível de aderência dos produtores familiares em muitos municípios brasileiros. Dado que a demanda depende do cardápio das escolas e deve satisfazer necessidades nutricionais dos alunos, uma estratégia para minimizar essa perda de eficiência é a elaboração de cardápios cada vez mais adequados à realidade local, incorporando produtos que possam ser produzidos localmente de forma economicamente viável pela AF, façam parte da cultura alimentar, tenham aceitação das crianças e atualmente estejam sendo comercializados ao PNAE por intermediários.

O presente estudo reconhece essa diferença entre os programas e, portanto, estima-se um modelo econométrico para cada caso. Assume-se que os níveis de participação são definidos pelo produtor de modo a maximizar os lucros obtidos na produção agropecuária, sujeito às características da política pública, como a existência de uma quota de venda por produtor. Reconhecendo-se que a participação é uma decisão, a etapa de controle de viés de seleção por variáveis observáveis é feita por meio do pareamento por escore de propensão, conforme proposto por Bravo-Ureta, Greene e Solís (2012)³⁴.

3.1.1.1. Modelo teórico: a maximização de utilidade do produtor familiar com participação em uma política de compras públicas

Na Economia da Produção, os modelos baseados no comportamento maximizador do lucro são frequentemente adotados para analisar como a oferta de diferentes produtos e a demanda por insumos respondem a variações em condições exógenas, como o preço, mudanças tecnológicas, infraestrutura e outros fatores exógenos³⁵ que afetam a lucratividade e a dotação de fatores de produção fixos. Para

³⁴ González-Flores, M., Bravo-Ureta, B. E., Solís, D., & Winters, P. (2014). The impact of high value markets on smallholder productivity in the Ecuadorean Sierra: A Stochastic Production Frontier approach correcting for selectivity bias. *Food Policy*, 44, 237-247.

³⁵ Fatores exógenos são aqueles que não podem ser alterados, mas que afetam a decisão dos produtores. Em modelos econômicos e econométricos, uma variável exógena refere-se a uma variável que é determinada fora do modelo e representa as entradas de um modelo.

incorporar aspectos relativos às características inerentes à agricultura familiar, esta análise define um modelo de equilíbrio parcial, baseado nos moldes daqueles conhecidos como *household models*.

Conforme descrito por Sadoulet, Janvry e Wehrheim (1996)³⁶, *household models* incorporam relações características de unidades tomadoras de decisão, em que os custos de oportunidade da terra e trabalho são determinados endogenamente, devido à existência de consumo de subsistência e produção comercial. Nesse sentido, os dois principais aspectos incluídos no presente estudo são a existência de uma diferença entre o preço recebido por produtores e o preço de mercado de um bem (devido à potencial falha de mercado), e a decisão por alocação de tempo em atividades não agrícolas.

Uma característica inerente à agricultura familiar brasileira é que as decisões de consumo e produção estão ligadas entre si e com mercados exógenos. Do ponto de vista comportamental, Schneider (2003)³⁷ utiliza o conceito de "pluriatividade" para se referir à situação em que esses agricultores e suas famílias se dedicam ao exercício de um conjunto variado de atividades econômicas e produtivas, não necessariamente ligadas à agropecuária. Do ponto de vista social, Schneider e Niederle (2010)³⁸ definem a pluriatividade como uma estratégia de diversificação de meios de subsistência adotada pelos agricultores familiares para obter autonomia no contexto agrícola moderno. Esses agricultores geralmente produzem sob restrições de capital (Lonborg e Rasmussen, 2014)³⁹, de terra e mão de obra. Portanto, a alocação de mão de obra familiar entre as atividades agrícolas e extra-agrícolas é um ponto chave na análise do comportamento econômico desses produtores, sendo impulsionada pelas necessidades de consumo.

Para fins de simplificação, a pluriatividade foi modelada assumindo que o trabalho pode ser alocado em atividades agrícolas (produção de subsistência ou comercial) e atividades fora do estabelecimento rural. O modelo teórico proposto nesta seção leva em consideração duas especificidades da agricultura familiar. A primeira é que os preços do trabalho familiar e da terra são preços-sombra⁴⁰ determinados de acordo com o *trade-off* entre a alocação para a produção de subsistência, a produção comercial ou, no caso do trabalho, o mercado de trabalho. De acordo com Sadoulet e Janvry (1996)⁴¹, essa é a abordagem correta quando as decisões de consumo e produção não são separáveis, e os preços dos insumos e produtos tornam-se endógenos, sendo determinados internamente pela família como um preço-sombra.

Os modelos estimados para o PNAE e o PAA (detalhado no Apêndice) consideram duas etapas decisórias:

- i) Na primeira etapa os agricultores minimizam o custo do consumo de subsistência de acordo uma pré-alocação de terra e mão de obra dada pelo modelo entre as culturas;
- ii) Na segunda etapa, os agricultores maximizam a receita em função das restrições dos recursos restantes – trabalho e a terra. Dado que o mesmo produto pode ser vendido aos mercados

³⁶ Sadoulet, E., Janvry, A. D., & Wehrheim, P. (1996). Quantitative development policy analysis. *Zeitschrift fur Ausländische Landwirtschaft*, 35(3), 295-298.

³⁷ Schneider, S. (2003). Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. *Revista brasileira de ciências sociais*, 18, 99-122.

³⁸ Schneider, S., & Niederle, P. A. (2010). Resistance strategies and diversification of rural livelihoods: the construction of autonomy among Brazilian family farmers. *The journal of peasant studies*, 37(2), 379-405.

³⁹ Lønborg, J. H., & Rasmussen, O. D. (2014). Can microfinance reach the poorest: evidence from a community-managed microfinance intervention. *World Development*, 64, 460-472.

⁴⁰ Preço sombra é um preço não observável no mercado. Por exemplo, para produtores familiares, preço sombra da terra é o valor percebido pelo produtor quando contrapõe não apenas o potencial de geração de receita (que líquido de custos deveria ser igual ao preço de mercado da terra), mas também o seu valor como recurso garantidor de subsistência.

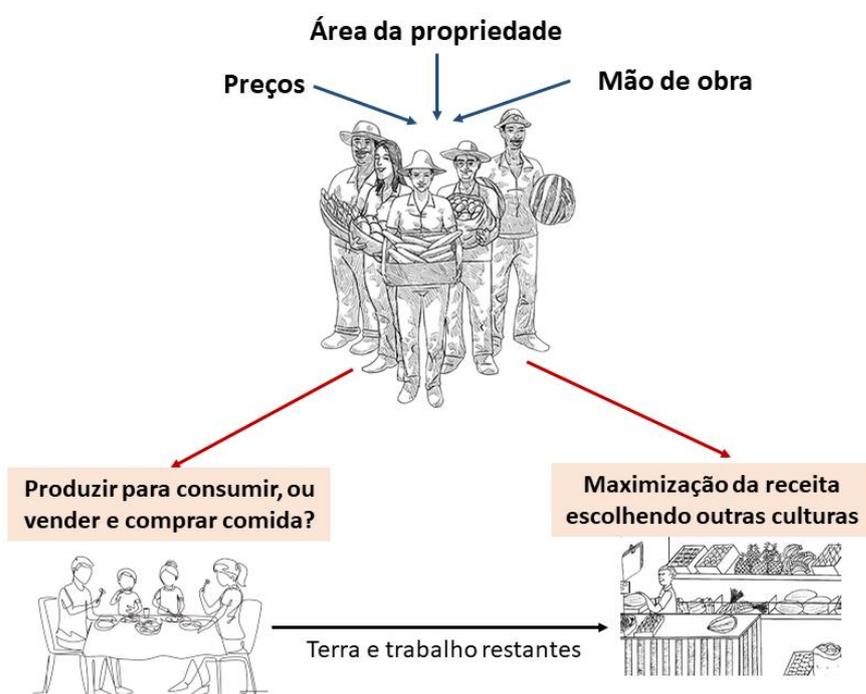
⁴¹ Sadoulet, E., Janvry, A. D., & Wehrheim, P. (1996). Quantitative development policy analysis. *Zeitschrift fur Ausländische Landwirtschaft*, 35(3), 295-298.

tradicionais ou aos mercados institucionais (PNAE e PAA), a mudança na restrição do mercado pode levar a mudanças na produção. Se não houver poder de mercado para intermediários e o custo de transporte for o mesmo, independentemente de quem transporta a produção, não se espera que a participação nos programas de compras institucionais impacte os níveis de produção. No entanto, os custos transacionais provavelmente diferem entre agricultores familiares e intermediários, então a participação no programa poderia diminuir consideravelmente os custos transacionais para os agricultores familiares. Nesse caso, a participação nos programas impactaria os preços relativos e as decisões de produção.

Resumindo, a metodologia utilizada considera o fato de que a tomada de decisão dos produtores familiares tem como elemento essencial a satisfação do consumo de subsistência. Em grandes propriedades o gestor procura maximizar o lucro da atividade agropecuária, enquanto em uma propriedade familiar primeiro é necessário garantir o sustento da família e, apenas após isso estar assegurado, se pensa em obter receita. Isso faz com que a produção de subsistência e a produção comercial estejam conectadas na agricultura familiar.

Portanto, o modelo configura uma propriedade de agricultura familiar não apenas como uma organização, mas como uma unidade em que os agentes gerem seus recursos (terra e trabalho) de modo a garantir a produção de subsistência e a geração de receita, estando sujeitos às restrições exógenas, ou seja, aos aspectos que não estão sob seu controle no curto prazo, como o montante de terra, a mão de obra familiar disponível, os preços de mercado, entre outros. A **Figura 2** representa esquematicamente a metodologia utilizada.

Figura 2. Esquema metodológico simplificado



Fonte: elaboração própria

3.1.1.2. Dados e estimação

A estimativa do modelo é realizada por meio de dados em nível de produtor. Para a estimação do modelo do PNAE utilizou-se uma base de dados com 40.687 observações para o ano de 2017. No caso do PAA, utilizou-se uma base com 41.228 observações para o mesmo ano.

A metodologia aplicada para estimação dos impactos do PAA e do PNAE é praticamente a mesma, exceto pelo fato de que, no caso do PAA, não se pode distinguir os produtos comprados, por tipo de produto, ao nível de produtor. Desse modo, para o PAA, a metodologia estima o efeito do programa na quantidade total ofertada, de cada produto, incluindo as vendas para o PAA. No caso do PNAE estima-se os efeitos do programa sobre a quantidade ofertada para mercados não institucionais. Em outras palavras, na estimação do impacto do PNAE diferencia-se as quantidades compradas pelo programa das quantidades que os produtores vendem para outros mercados. No caso do PAA isso não é possível, dada a restrição de dados. Desse ponto em diante, procedimentos que foram idênticos para a análise do PNAE e do PAA farão referência ao termo “PNAE/PAA”, enquanto procedimentos que diferem serão explicitados, mencionando os respectivos programas.

As variáveis provêm de **quatro conjuntos de dados**: i) o Censo Agropecuário Brasileiro de 2017 (embora defasados, são os dados disponíveis mais atuais); ii) a base de dados da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), um conjunto de dados confidenciais disponibilizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); iii) dados do Sistema de Contas da União (SCU) sobre preços e quantidades de bens agrícolas comprados de agricultores familiares para escolas públicas por meio do PNAE (conjunto de dados do PNAE); e iv) de compras da agricultura familiar realizadas por meio do PAA.

Os produtos agropecuários foram agregados em oito grupos:

1. Leite e lácteos;
2. Carne bovina
3. Frutas (Fruticultura)
4. Hortaliças (Olericultura)
5. Grãos
6. Produtos alimentícios da agroindústria
7. Venda da força de trabalho
8. Outras produções

Os dados do Censo Agropecuário e do PNAE foram utilizados para calcular os índices de preços no nível dos municípios para os grupos de produtos usando um índice multilateral Divisia⁴². **Os preços pagos no PAA foram assumidos como sendo iguais aos preços pagos no PNAE**, o que é um pressuposto razoável (dado que o referencial de ambos é o preço de mercado) e resolve o problema da ausência de dados desagregados em preço e quantidades compradas por produto no PAA.

⁴² O índice Divisia é uma construção teórica para criar séries de números de índices para dados de tempo contínuo sobre preços e quantidades de bens trocados. O índice Divisia foi concebido para incorporar as alterações de quantidades e preços ao longo do tempo a partir de subcomponentes que são medidas em diferentes unidades, tais como horas de trabalho e investimento em equipamento e compras de materiais, e para resumi-las numa série temporal que resume as alterações nas quantidades e/ou preços. A série de números índices resultante é adimensional.

A participação no programa é potencialmente endógena, ou seja, pode ser caracterizada por uma decisão feita simultaneamente às decisões em relação à alocação de recursos produtivos, podendo implicar em viés de seleção. Por exemplo, agricultores que têm mais acesso à informação e melhores condições para lidar com os aspectos burocráticos do programa são mais propensos a participar. Para controlar esse problema, **definiu-se uma amostra contrafactual para agricultores familiares que venderam produtos agrícolas para o PNAE/PAA usando pareamento por escore de propensão**⁴³.

Utilizou-se o algoritmo dos vizinhos mais próximos, abordagem que tem sido utilizada para eliminar o viés de seleção na literatura recente (González-Flores et al., 2014⁴⁴; Santos-Montero e Bravo-Ureta, 2017⁴⁵). Após o procedimento de pareamento por escore de propensão, para o PNAE obtém-se uma amostra com 11.663 observações referentes ao ano de 2017, das quais 4.931 agricultores participaram e 7.272 não participaram do programa. Para o PAA, tem-se 2.821 participantes e 4.879 não participantes na amostra pareada. Os dados sobre características socioeconômicas e índice de preços locais (**Tabela 1**) serviram para combinar os agricultores, utilizando o escore de propensão estimado a partir de um modelo logístico, com os dois vizinhos mais próximos sem reposição.

Tabela 1. Covariáveis utilizadas no procedimento de pareamento

Variável	Descrição	Fonte
Tamanho da família	Nº de membros da família que vivem no estabelecimento	DAP
Idade	Idade do operador primário	DAP
Mulher	Sexo do operador primário	DAP
Casado	Estado civil do operador primário	DAP
Solteiro (estado civil)	Estado civil do operador primário	DAP
Analfabeto	Educação do operador primário	DAP
Ensino superior	Educação do operador primário	DAP
Área	Dimensão do terreno em hectares	DAP
Outras receitas	Receita <i>per capita</i> oriunda de pensões, aposentadorias, ou benefícios sociais	DAP
Aptidão agrícola	Índice relacionando qualidade e relevo do solo, variando entre 0 (pior) – 100 (melhor)	Sparovek et al. (2015) ⁴⁶
Acesso à energia	Distância média das propriedades à fonte de energia trifásica	GPP (2020)

⁴³ Escore de propensão é o nome do método. Estima-se a probabilidade do produtor participar no programa como função de um conjunto de variáveis, e utiliza-se a probabilidade estimada para selecionar indivíduos não participantes que sejam semelhantes aos participantes.

⁴⁴ González-Flores, M., Bravo-Ureta, B. E., Solís, D., & Winters, P. (2014). The impact of high-value markets on smallholder productivity in the Ecuadorean Sierra: A Stochastic Production Frontier approach correcting for selectivity bias. *Food Policy*, 44, 237-247.

⁴⁵ De los Santos-Montero, L. A., & Bravo-Ureta, B. E. (2017, November). Productivity effects and natural resource management: econometric evidence from POSAF-II in Nicaragua. *In Natural Resources Forum* (Vol. 41, No. 4, pp. 220-233). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

⁴⁶ Sparovek, Gerd, et al. "Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil." *Environmental science & technology* 49.17 (2015): 10285-10293.

Variável	Descrição	Fonte
Acesso a rodovias	Distância média das propriedades a rodovias pavimentadas	GPP (2020)
Preço do leite e lácteos (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴⁷ , RAIS (2021) ⁴⁸
Preço da carne bovina (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³
Preço de frutíferas (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³
Preço de olerícolas (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³
Preço de grãos (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³
Preço de produtos alimentícios da agroindústria (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³
Preço da carne suína (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³
Preço de outros produtos (mercados institucionais e demais)	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	IBGE (2019) ⁴² , RAIS (2021) ⁴³

Fonte: elaboração própria

A amostra pareada do PNAE com 11.263 observações no nível do estabelecimento rural foi utilizada para estimar um sistema de equações de oferta (detalhada no Apêndice). Estimou-se simultaneamente o sistema composto por oito equações de oferta para: leite e lácteos, carne bovina, fruticultura, olerícolas, grãos, produtos alimentícios da agroindústria, carne suína e outros. A venda da força de trabalho, que é um dos produtos, é omitida porque o preço do trabalho é usado como denominador para a normalização. As variáveis explicativas utilizadas na função de oferta estão descritas na **Tabela A 1** do Apêndice.

3.1.2. Simulação de cenários de expansão do PNAE

Os efeitos estimados para cenários de expansão da participação de agricultores familiares foram calculados a partir de dados do FNDE (2023). Três diferentes cenários foram simulados, tendo como referência o artigo 14 da Lei nº 11.947 de 2009 que determina que *“do total dos recursos financeiros repassados pelo FNDE, no âmbito do PNAE, no mínimo 30% (trinta por cento) deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações”*:

- i) Cenário 1: atendimento da cota mínima de 30% em todos os municípios (C30);
- ii) Cenário 2: expansão até a compra de 40% dos produtos da AF em todos os municípios (C40); e
- iii) Cenário 3: expansão até 50% das aquisições da AF em todos os municípios (C50).

⁴⁷ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2019. Censo Agropecuário 2017: Resultados definitivos. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>.

⁴⁸ Relação Anual de Informações Sociais- RAIS. 2021. Consulta trabalhador – Exercício 2021 – Ano base 2020. Disponível em: <http://rais.gov.br/sitio/consulta_trabalhador_identificacao.jsf>.

A estimacão foi realizada em nível municipal. Com os dados do FNDE (2023), estimou-se o montante de recursos necessários para que a cota de cada cenário fosse atingida. Dividiu-se o montante requerido pelo limite máximo anual por produtor (R\$ 6.167,00). O valor resultante desta divisão (N) representa quantos produtores deveriam ser incluídos no programa para cumprir a cota do cenário no município. Números não inteiros foram arredondados para o próximo número inteiro (por exemplo 3.1 ou 3.8 foram arredondados para 4). Com o número de produtores que deveriam ser incluídos em cada cenário, foi possível analisar o déficit de produtores familiares com DAP em cada município para cada cenário, identificando espacialmente quais os locais com a necessidade de ampliao de DAPs para que os cenários possam ser cumpridos.

Para cada município selecionou-se aleatoriamente e sem reposio, entre os produtores não participantes presentes na base da DAP de 2017 já filtrada (926.367 produtores), um grupo com N produtores. O impacto da participao no PNAE sobre a oferta de cada produto foi estimado para tais produtores, utilizando os parâmetros do modelo do PNAE. Os resultados dessa operao por município e para cada produto foram agregados e dividiu-se a variao agregada na quantidade de cada produto pela quantidade já produzida pelos agricultores com DAP no ano de 2017. Obteve-se, dessa forma, o impacto percentual decorrente da expansão da participao no PNAE, sobre a produo de cada um dos produtos, ao nível municipal.

3.1.3. Mudancas na matriz produtiva e alteraco nos níveis de emissão

A base do SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoes de Gases de Efeito Estufa)⁴⁹ reúne estimativas de emissões por setor e processo, diferenciando atividades econômicas e recortes geográficos. Para a estimativa da mudança nas emissões decorrente das alteraes da matriz produtiva induzidas pela participao no PNAE e no PAA, utiliza-se dados de emissões decorrentes do manejo de solos e de fermentao entérica.

Para a produo de leite, bovino de corte e suinocultura, o cálculo das emissões considerou os fatores de emissão estimados pelo SEEG (2023). Para os grãos, utilizou-se estimativas de emissão por kg de milho produzido, ao nível estadual, publicadas pelo SEEG.

A análise aqui desenvolvida inclui os produtos leite e lácteos, carne de boi, fruticultura, olerícolas, grãos, produtos alimentícios da agroindústria, carne de porco e demais produtos. Enquanto no caso do leite, carne de boi e carne de porco existem níveis de emissão e produo já publicados pelo SEEG, permitindo o cálculo da emissão por unidade de produto, isso não ocorre para os demais grupos de produtos.

O grupo de grãos, apesar de incluir uma variedade grande de culturas, se caracteriza por fatores de emissões por kg de produto semelhantes entre as principais culturas. A emissão por kg de soja, por exemplo, é de 0,081 kg de CO₂ eq por kg de grãos, enquanto para o milho esse valor  de 0,069 kg de CO₂ eq por kg de grãos. Arroz e feijão, no entanto, apresentam maiores níveis de emissão por kg de produto produzido. Em ambos os casos, os volumes produzidos por hectare são menores do que nas demais culturas temporárias, elevando a relao de emissões por kg de produto. Adicionalmente, boa parte do arroz é produzido em áreas inundadas, o que favorece a produo de gases de efeito estufa.

Para a fruticultura não há níveis de emissões representativos para uma ou mais culturas na base SEEG. No entanto, Gianetti e Ferreira Filho (2023)⁵⁰ estimaram emissões para diferentes grupos de atividades para

⁴⁹ <http://seeg.eco.br>

⁵⁰ Gianetti, G. W. & Ferreira Filho, J. B. S. 2023. Socioeconomic and environmental impacts of degraded pasture recovery in Brazil: contribution to the NDC. 26th Annual Conference on Global Economic Analysis, Bordeaux, France.

fins de modelagem de equilíbrio geral, tendo como princípio básico a utilização da matriz de usos de cada atividade, e os fatores de emissão associados a diferentes aspectos, como uso da terra e fertilizantes. Tal análise disponibiliza, entre as classes de atividade incluídas, a produção de laranja, a qual é utilizada no presente estudo como sendo representativa do grupo das frutas. No caso das olerícolas, produtos alimentícios da agroindústria e demais produtos, não há dados na literatura que possam ser utilizados diretamente na determinação do impacto de sua produção sobre os GEE.

Considerando-se a limitação, para a fruticultura, utilizou-se como referência as emissões decorrentes da produção de laranja e para a produção de olerícolas, grãos e demais produtos usou-se como referência as emissões associadas à produção de milho. Em ambos os casos, estimou-se a quantidade produzida, em kg, com base no preço implícito dos produtos da categoria para a agricultura familiar calculado com dados do IBGE em nível municipal. Desse modo, multiplicando-se a quantidade produzida pela emissão por kg adotada como referência, obteve-se os níveis de emissão da categoria.

Ressalta-se que, como as emissões decorrentes da agricultura ocorrem principalmente devido aos resíduos agrícolas e lixiviação, o que está diretamente associado à dimensão da área de cultivo, considera-se que as emissões decorrentes de mudanças na área agrícola são pouco significativas no nível total de emissões da AF. Desse modo, o principal determinante do nível total de emissões é a mudança nas atividades de produção animal devido ao efeito dos dejetos e da fermentação entérica, e potenciais erros de estimativa tendem a impactar de forma pouco significativa as variações estimadas nos níveis totais de emissão. Os fatores de emissão utilizados na análise são apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2. Fatores de emissão utilizados na análise

UF	Kg de CO ₂ eq por kg de produto da agropecuária				
	Leite	Carne bovina	Carne suína	Grãos e outros	Frutas
AC	1,233	12,790	1,934	0,070	0,371
AL	0,440	11,449	3,998	0,068	0,203
AM	2,027	10,059	1,124	0,070	0,863
AP	1,073	14,736	2,039	0,070	0,560
BA	0,858	13,935	2,473	0,070	0,129
CE	0,803	21,990	3,149	0,070	0,279
DF	0,596	14,736	1,626	0,070	0,209
ES	0,658	9,633	1,213	0,070	0,365
GO	0,627	11,640	1,383	0,070	0,197
MA	1,497	17,844	3,725	0,070	0,295
MG	0,352	11,966	1,267	0,070	0,202
MS	0,577	11,465	1,186	0,070	0,246
MT	0,791	10,593	1,648	0,070	0,438
PA	1,153	13,659	1,987	0,070	0,353
PB	1,070	28,889	2,815	0,070	0,301
PE	0,489	8,669	5,359	0,053	0,276
PI	1,589	26,895	2,108	0,070	0,339
PR	0,319	11,140	1,351	0,070	0,179
RJ	0,720	24,072	1,900	0,070	0,424
RN	0,994	15,030	5,946	0,070	0,240
RO	0,643	10,536	1,508	0,070	0,573

Kg de CO ₂ eq por kg de produto da agropecuária					
UF	Leite	Carne bovina	Carne suína	Grãos e outros	Frutas
RR	1,310	21,333	1,945	0,070	0,465
RS	0,300	12,779	1,222	0,070	0,256
SC	0,269	15,052	1,213	0,070	0,243
SE	0,460	15,883	2,820	0,070	0,153
SP	0,618	5,669	1,538	0,070	0,136
TO	1,175	15,426	2,468	0,070	0,242
Brasil	0,839	14,736	2,257	0,069	0,154

Fonte: elaboração própria com base em dados do SEEG (2023) e Gianetti e Ferreira Filho (2023).

3.1.4. Impactos de cenários de prêmio por produtos de agroindústria e de baixa emissão

Considerando que produtos com alto nível de emissão por kg produzido, como por exemplo os produtos pecuários, causam impacto ambiental e representam um custo para a sociedade, a escolha do produtor por atividades com menores níveis de emissão apresenta um impacto positivo devido à emissão evitada. A produção de 1 kg de frutas, por exemplo, resulta em emissão média de 0.154 kg de CO₂ eq/ano, enquanto 1 kg de carne bovina emite cerca de 14.73 kg de CO₂ eq/ano.

Neste tópico analisa-se o efeito do pagamento de um prêmio sobre produtos de agroindústria e com baixos níveis de emissão de GEE (produção vegetal): frutas, olerícolas e grãos. Esse prêmio pode ser interpretado como um pagamento ao produtor por emissão de GEE evitada pela redução da produção pecuária em sua propriedade. Um prêmio de 5%, por exemplo, significa que o PNAE pagaria um preço maior 5% por tais produtos do que o preço pago atualmente.

Analisou-se dois cenários de prêmio sobre o preço pago pelo PNAE para frutas, olerícolas e grãos: 5% e 10%. Dado que o pagamento de um preço mais elevado para produtos de origem vegetal no PNAE aumenta a atratividade da produção de tais bens, espera-se que isso leve à redução das emissões totais da atividade agropecuária.

3.1.5. Análise espacial exploratória

A análise territorial objetiva relacionar espacialmente a presença da agricultura familiar no município, os efeitos de mudança da matriz produtiva, o tipo de produção prevalente no município (produção pecuária ou vegetal), o tipo de produtor prevalente no município e o desmatamento observado nos últimos anos (de 2006 a 2017).

Como *proxy* para a definição dos municípios onde a AF é presente, utilizou-se o dado de valor de produção agropecuária da agricultura familiar (do Censo Agropecuário de 2017). Caso a participação da AF no valor de produção agropecuária total do município fosse maior ou igual a 30%, considerou-se que a agricultura familiar é significativamente presente no município. Além disso, dados de valor de produção da agricultura familiar foram utilizados para definir qual o tipo de produção prevalente no município. Caso a produção animal fosse maior do que a produção vegetal, considerou-se que a produção animal era prevalente no município, e vice-versa. Os dados de desmatamento de vegetação primária são oriundos da análise da série temporal de uso da terra do Projeto Mapbiomas (coleção 6) .

A categorização dos produtores familiares foi realizada com base nos dados das DAPs de 2017 e permitiu identificar o perfil de produtor em cada município. A classificação dos produtores familiares considerou dois aspectos essenciais: renda *per capita* e composição da renda. Para a classificação por renda *per capita*, utilizou-se as classes econômicas adotadas pelo IBGE - A, B, C, D e E, para o ano de 2017, como apresentado na **Tabela 3**.

Tabela 3. Critério de classificação dos produtores por classe econômica

Classe	Renda <i>per capita</i>		Nº de produtores com DAP em 2017
	Limite inferior	Limite superior	
A	3.566,0		92.154
B	1.009,0	3.565,99	214.073
C	369,0	1.008,99	233.356
D	179,0	368,99	203.725
E	0	178,99	477.229

O desafio na categorização por classes econômicas é diferenciar a renda da família das receitas de atividades produtivas. Os dados disponíveis na base das DAPs referem-se apenas a rendas e não incluem despesas que permitam a diferenciação entre receita bruta das atividades e renda da família. Já os dados do Censo agropecuário, incluem as receitas e despesas da propriedade, permitindo, portanto, a estimação da receita líquida, a qual serve como *proxy* para a renda da família.

A classificação dos produtores com base na composição das rendas, por outro lado, é interessante pois possui relação com a estratégia de reprodução social dos produtores. As fontes mais relevantes de renda são: atividades agropecuárias, benefícios sociais, aposentadorias e pensões, e rendas de atividades sem vínculo com a propriedade, conforme descrito no **Quadro 3**.

Quadro 3. Critério de classificação dos produtores por categoria de composição de renda

Categoria	Critério	Renda per capita
Semipluriativos	Renda <i>off-farm</i> (excluindo benefícios e previdência) maior que 25% e menor ou igual que 50% da receita total	≥ R\$ 140/mês
Pluriativos	Renda <i>off-farm</i> (excluindo benefícios e previdência) maior que 50% da receita total	≥ R\$ 140/mês
Desativação previdenciária	Renda de aposentadorias ou pensões maior ou igual à 30% da receita total, e renda <i>off-farm</i> menor ou igual que 25% da renda total	≥ R\$ 140/mês
Assistido	Renda de benefícios sociais maior ou igual à 30% da receita total, e renda <i>off-farm</i> menor ou igual que 25% da renda total	≥ R\$ 140/mês
Extremamente pobre com benefício	Renda de benefício > 0	< R\$ 140/mês
Extremamente pobre sem benefício	Renda de benefício = 0	< R\$ 140/mês
Produtor	Produtores não enquadrados nas demais categorias	≥ R\$ 140/mês

3.2. Resultados

Na primeira parte da apresentação dos resultados (**item 3.2.1**) é feita a análise da relação entre aspectos socioeconômicos e a participação em ambos os programas (PAA e PNAE), sendo identificados os principais determinantes dessa participação.

Em seguida, são apresentados os resultados referentes à análise do PNAE (**item 3.2.2**):

- i. Impactos da participação no PNAE sobre a oferta da agricultura familiar;
- ii. Diferenças de preço entre produtos vendidos pela agricultura familiar no PNAE e em outros mercados nos municípios brasileiros;
- iii. Cenários de ampliação da cota de aquisição de alimentos da AF pelo PNAE (cenários de 30%, 40% e 50%) e análise do déficit de DAPs nos municípios;
- iv. Impactos do PNAE na emissão de GEE; e
- v. Cenário de prêmio por produtos de agroindústria e de baixa emissão (cenários de pagamento de 5% e 10%).

As análises similares que foram realizadas para o PAA são apresentadas na sequência (**item 3.2.3**). Para o PAA, algumas análises, como o efeito da expansão, não fazem sentido, com isso somente os seguintes itens foram abordados:

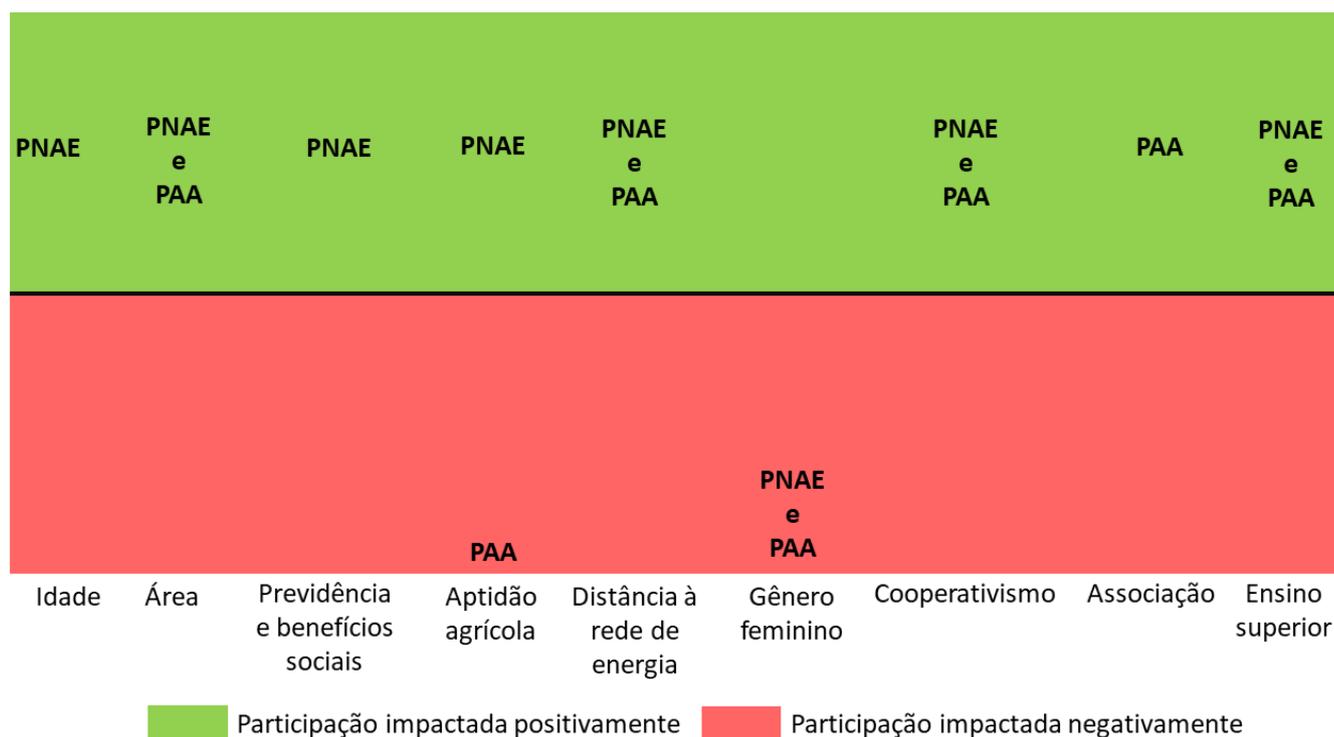
- i. Impactos da participação no PAA sobre a oferta da agricultura familiar;
- ii. Impactos do PAA na emissão de GEE.

No último item (**3.2.4**) são apresentados os resultados da análise espacial exploratória.

3.2.1. Determinantes de participação de agricultores familiares no PAA e no PNAE

A participação de agricultores familiares no PAA e no PNAE, ocorre quando o benefício gerado pela participação é maior do que o custo incorrido para o acesso ao programa. Existem, no entanto, diversos custos associados à participação nos programas, como a dificuldade na realização dos procedimentos burocráticos, emissão de documentos, dificuldades com logística para entrega de produtos, entre outros. O principal benefício é o acesso a um canal de comercialização estável, com preços compatíveis com a realidade do mercado local, ou até mesmo maiores. O acesso a programas de compras institucionais requer que o produtor tenha DAP, um critério atendido por todos os produtores da amostra utilizada para a realização das análises.

Tanto os custos como os benefícios mencionados são uma função de aspectos socioeconômicos, aspectos de infraestrutura e aspectos produtivos, relacionados a cada agricultor. A **Figura 3** e a **Tabela 4** apresentam resultados do modelo logístico em relação aos efeitos de tais variáveis na participação no PAA e no PNAE.

Figura 3. Representação das variáveis determinantes de participação no PAA e no PNAE**Tabela 4.** Sinal do impacto dos determinantes de participação no PAA e no PNAE

Variável independente	PAA	PNAE
Idade	0	+
Nº de membros na família	0	+
Área do estabelecimento	+	+
Previdência e benefícios sociais	0	+
Aptidão agrícola	-	+
Distância à rede de energia trifásica	+	+
Distância a rodovias	+	0
Feminino ¹	-	-
Casado ²	-	0
Solteiro ²	0	0
Cooperativismo ³	+	+
Associação ³	+	0
Analfabeto ⁴	-	-
Ensino Superior ⁴	+	+

Fonte: elaboração própria com base nos modelos estimados.

Categorias de base para comparação: ¹ homem; ² divorciado, viúvo ou amigado; ³ não associado ou cooperado; ⁴ alfabetizado porém sem ensino superior.

O sinal positivo (+) indica que a participação no programa é impactada positivamente devido a variável independente em questão, o sinal negativo (-) indica que a participação no programa é impactada negativamente e o zero (0) indica que não há significância da variável para a determinação da participação

dos agricultores nos programas de compra institucional. As variáveis independentes devem ser interpretadas de forma ascendente: de forma geral, quanto maior a idade, maior o número de membros na família, maior a área do estabelecimento, e assim por diante (para variáveis não categóricas).

A **Tabela 4** evidencia aspectos relevantes da participação nos programas e as diferenças entre ambos. Os dois programas favorecem a participação de produtores com propriedades com área maior, em locais mais distantes de pontos de energia trifásica, cooperados, e com ensino superior. A participação de mulheres e pessoas analfabetas é menor em ambos os programas. O efeito da educação é compreensível dado que a participação requer a leitura das chamadas públicas e preenchimento de documentos, tarefa que pode ser um impeditivo para pessoas com um nível de instrução menor. A menor participação das mulheres, no entanto, evidencia que o *design* corrente dos programas ainda não promove a igualdade de gênero dos produtores participantes, ainda que na sua trajetória de execução, o PAA tenha adotado a participação de mulheres como critério para priorização da seleção de projetos na modalidade compra com doação simultânea, visando ampliar essa participação.

Idade, tamanho da família e rendas de previdência impactam positivamente a participação no PNAE, mas não tem impacto determinante sobre a participação no PAA. Para o PAA, a distância média das propriedades a rodovias se relaciona positivamente com a participação dos produtores, enquanto o fato do produtor ser casado afeta negativamente a participação no programa, quando comparados ao grupo de produtores não casados. Participar de alguma forma de associação (que não seja o cooperativismo) impacta positivamente na participação do PAA, mas não é relevante para a participação no PNAE. O PNAE é um programa que exige emissão de notas fiscais para realização de todas as compras, enquanto o PAA possui menos exigências. Desta maneira a participação em associação não é significativa para o PNAE. A aptidão agrícola, por fim, afeta positivamente a participação no PNAE e negativamente no PAA.

Tais resultados podem ser sumarizados da seguinte maneira: o PNAE, por ser uma política em que os produtos a serem comprados são definidos previamente pela nutricionista das escolas, representando um conjunto mais restrito de possibilidades para os participantes, favorece a participação de produtores mais experientes, com maior área e mão de obra disponível, que têm menos restrições financeiras (efeito positivo de rendas da previdência), de infraestrutura e com maior aptidão agrícola. O PAA, por outro lado favorece a participação de produtores em áreas de menor aptidão agrícola e mais distantes da zona urbana, porém é condicionada pelo cooperativismo e até mesmo por outras formas de associação.

O PNAE favorece a participação de produtores experientes, com maiores áreas, mão de obra disponível, poucas restrições financeiras, infraestrutura e aptidão agrícola. O PAA, por outro lado favorece a participação de produtores em áreas de menor aptidão agrícola e mais distantes da zona urbana, porém é condicionada pelo cooperativismo e até mesmo por outras formas de associação.

O PAA funciona melhor em regiões vulneráveis e é um programa de ‘entrada’ para os produtores familiares aos mercados institucionais. Com o aprendizado adquirido no programa, a AF desenvolve melhores condições para sua inserção no PNAE.

Apesar dos benefícios, nenhum dos programas promove a igualdade de gênero.

3.2.2. PNAE

3.2.2.1. Impacto do PNAE na oferta de produtos agrícolas pela agricultura familiar

As análises indicam que a participação no PNAE é capaz de alterar consideravelmente a decisão produtiva dos agricultores familiares e com isso alterar a matriz produtiva. O efeito da participação no PNAE na matriz produtiva é apresentado na **Tabela 5**.

Tabela 5. Impacto da participação no PNAE na quantidade total produzida, para os participantes, por região

	Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Produtos alimentícios	Carne suína	Outros
Norte	146%	-67%	11%	28%	-23%	207%	9%	-91%
Nordeste	310%	-74%	4%	46%	-46%	431%	88%	-84%
Sudeste	86%	-69%	13%	27%	-55%	118%	84%	-86%
Sul	59%	-54%	21%	29%	-8%	84%	-4%	-94%
Centro-Oeste	53%	-36%	18%	28%	-18%	96%	13%	-100%

A **Tabela 5** mostra que a **participação no PNAE leva a uma diminuição geral na produção de carne bovina, grãos e outros, e aumenta a produção de leite e laticínios, hortaliças e produtos alimentícios**. Esse cálculo mostra que os impactos do programa devido aos efeitos alocativos são muito mais relevantes do que apenas as quantidades compradas e o valor da receita. A participação da quantidade vendida ao PNAE na quantidade total produzida para os participantes é apresentada na **Tabela 6**.

Tabela 6. Percentual da produção total de participantes que é vendida para o PNAE

	Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Produtos alimentícios	Carne suína	Outros
Norte	9%	1%	9%	16%	14%	75%	29%	0%
Nordeste	7%	16%	25%	29%	10%	87%	46%	0%
Sudeste	1%	1%	7%	12%	12%	50%	43%	0%
Sul	6%	4%	13%	12%	1%	44%	4%	0%
Centro-Oeste	2%	0%	11%	13%	2%	48%	11%	0%

Comparando as tabelas 5 e 6, observa-se que, com exceção dos produtos alimentícios, a maior parte do impacto do PNAE no excedente comercial total se dá devido à diferença entre os preços observados nos mercados gerais e no PNAE, com significativas diferenças regionais. O transbordamento da produção para outros mercados indica que o produtor que se insere no PNAE está apto para comercializar seus produtos noutros mercados. A participação no PNAE gera aprendizados a este produtor, que orienta sua produção para suprir demandas de diferentes mercados, em termos de quantidade, qualidade e condições de entrega, dentre outros atributos.

Ao se inserir no PNAE, o produtor familiar tende a alterar sua matriz produtiva, produzindo uma quantidade menor de alguns produtos, especialmente de carne bovina. O efeito dos preços do PNAE contribui para a ampliação da oferta de produtos da agricultura familiar nos mercados não institucionais.

O impacto estimado do programa na quantidade produzida nos municípios brasileiros considerando participantes e não participantes é apresentado na **Figura 4**.

Figura 4. Impacto estimado do PNAE na quantidade produzida (%) para agricultores familiares, incluindo participantes e não participantes para os diferentes grupos de produtos

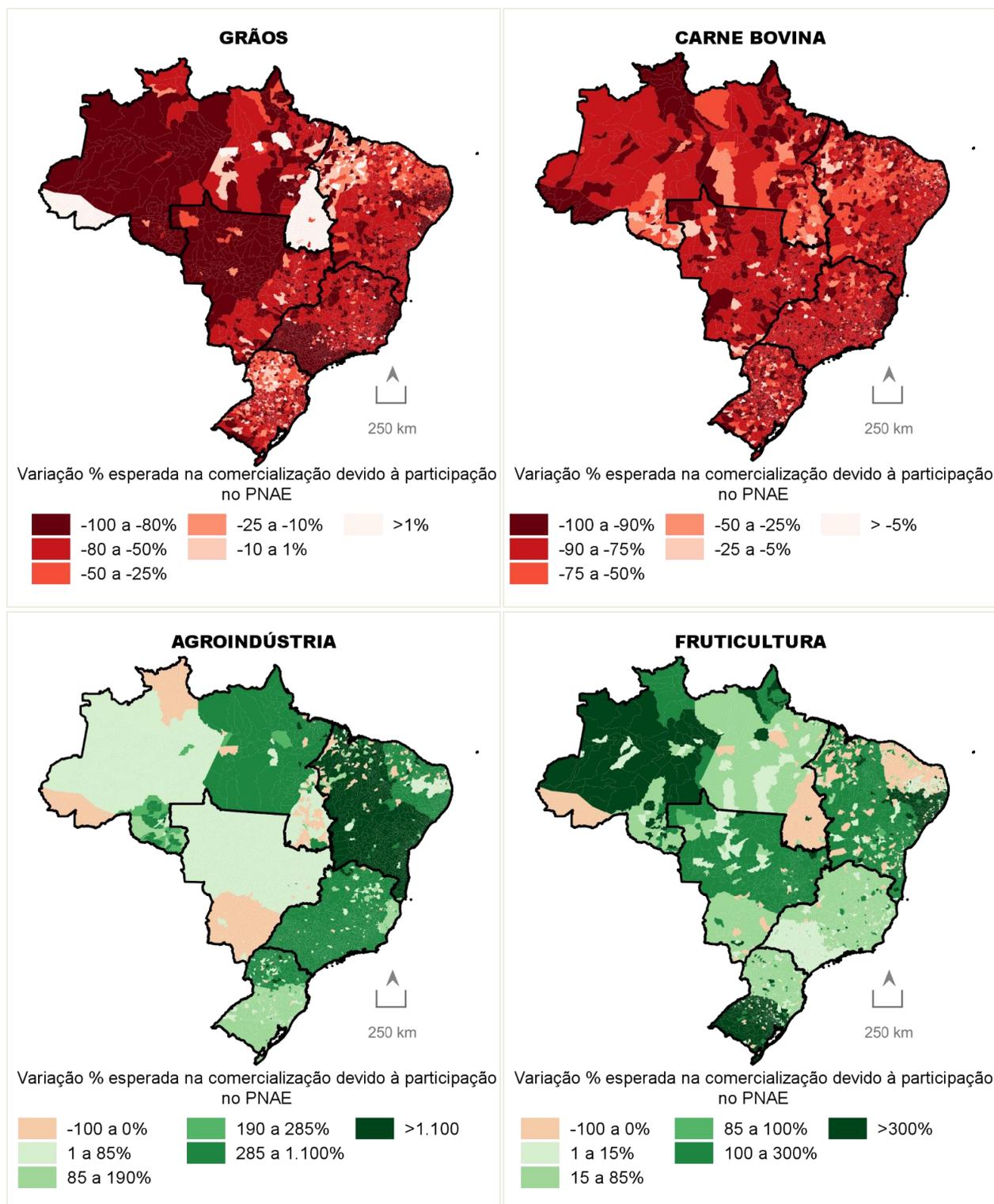
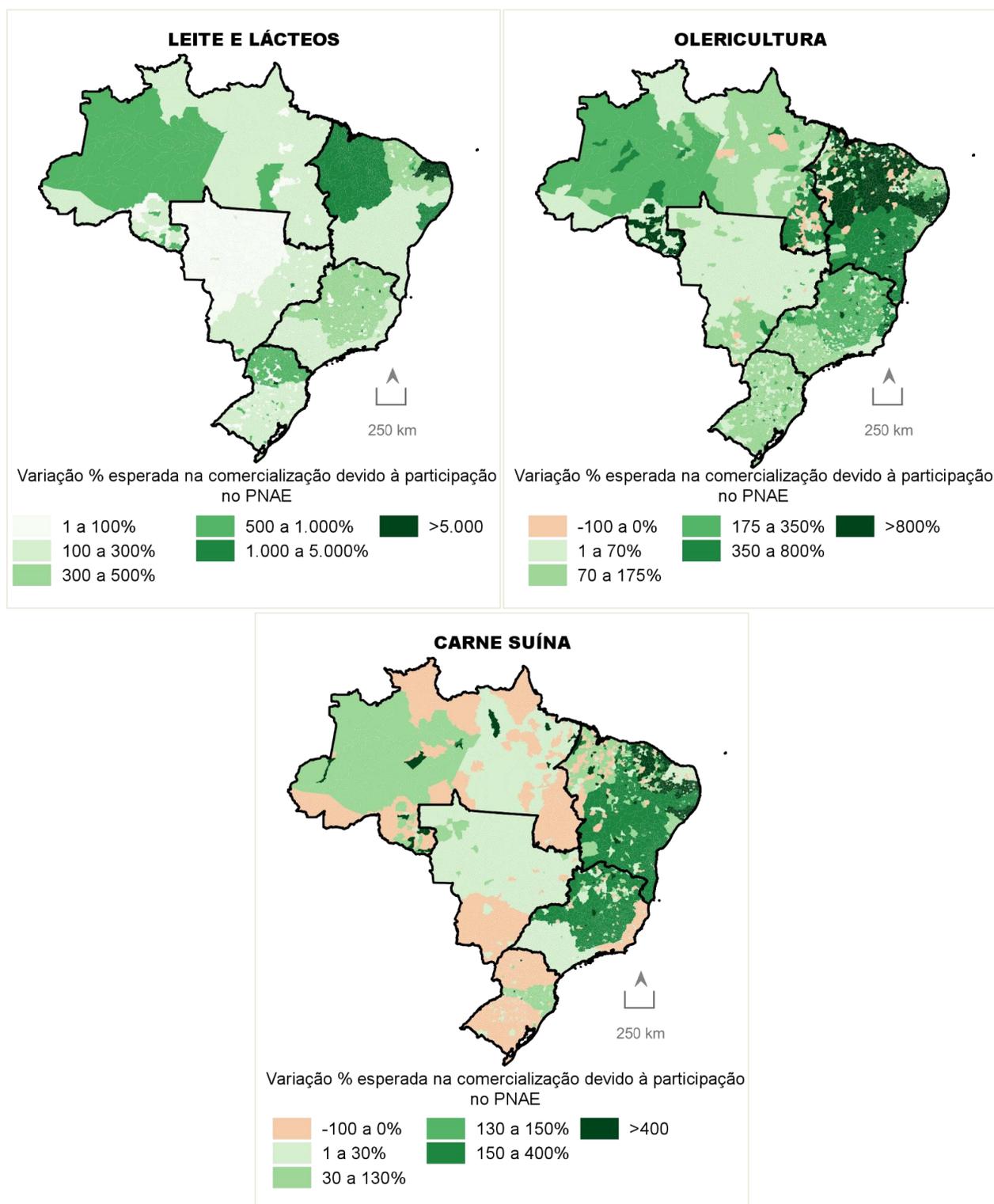


Figura 4. Impacto estimado do PNAE na quantidade produzida (%) para agricultores familiares, incluindo participantes e não participantes para os diferentes grupos de produtos (continuação)



Obs.: o impacto é computado considerando apenas o efeito sobre os agricultores que produzem o produto em questão. Para os municípios em que não houve observações, adota-se a média do impacto estimado em outros municípios localizados no mesmo estado.

A **Figura 4** mostra que os impactos variam no território brasileiro e costumam ser maiores (em termos percentuais) no Nordeste e no extremo Sul brasileiros, o que é esperado, dado que são regiões que produzem menores quantidades. Com exceção da carne suína, observa-se padrões para quase todos os municípios de: aumento do leite e lácteos, frutas, hortaliças e agroindústria; uma diminuição na carne bovina, grãos e outros produtos.

Os resultados discutidos destacam **o papel dos efeitos alocativos do PNAE enquanto uma política que apoia a inserção comercial para produtores familiares**. Esse efeito não tem sido discutido na literatura recente em um modelo comportamental como propusemos, sendo especialmente relevante para a agricultura familiar devido ao *trade-off* entre o consumo de subsistência e a produção comercial.

Outra análise interessante é a das elasticidades da oferta dos produtos agrícolas em relação ao preço, que representam o aumento percentual esperado na oferta de um determinado produto pelo produtor familiar em **resposta ao aumento de 1 por cento no preço**. Tais resultados são apresentados na **Tabela 7**. Cada coluna refere-se à oferta de um dos produtos para os mercados não institucionais e cada linha refere-se a um dos preços ou determinantes da oferta.

Tabela 7. Elasticidades (ou impacto de uma mudança de 0 para 1, para variáveis binárias) da oferta para mercados gerais

		Quantidade comercializada para mercados não institucionais							
		Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Alimentícios agroindústria	Carne suína	Outros
Preço nos mercados não institucionais	Leite e lácteos	0,00	-0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	-0,05	-0,05
	Carne bovina	0,00	0,24	-0,09	0,00	-0,31	0,09	1,71	1,03
	Fruticultura	0,00	-0,21	0,49	0,07	-0,86	0,79	-5,17	-2,43
	Olericultura	0,01	0,00	0,04	0,22	-0,21	0,34	0,10	-0,20
	Grãos	0,00	-0,14	-0,19	-0,10	4,64	-1,87	0,20	-4,71
	Alimentícios agroind.	0,00	0,09	0,38	0,31	-3,25	1,88	-1,23	1,60
	Carne suína	0,00	0,33	-0,42	0,02	0,09	-0,23	6,30	1,57
	Outros	-0,01	0,38	-0,44	-0,07	-4,09	0,74	3,13	9,57
Preço pago no PNAE	Leite e lácteos	0,37	-0,35	1,13	2,31	0,36	0,52	-3,17	-2,75
	Carne bovina	0,10	0,19	-0,38	-0,89	-3,36	0,57	6,20	2,53
	Fruticultura	0,54	-0,51	0,00	-0,22	0,27	-0,07	0,50	-0,14
	Olericultura	0,12	0,20	-0,38	0,49	0,20	-0,21	-1,16	0,57
	Grãos	0,04	-0,80	0,03	0,08	0,07	0,06	-0,06	-0,30
	Alimentícios agroind.	0,16	-0,35	0,04	-0,53	0,12	-0,23	0,05	-0,26
	Carne suína	0,06	0,01	-0,28	-0,66	1,39	-0,39	-1,59	-0,73
Variáveis	Analfabeto*	-0,53	-1,32	-0,95	-1,31	-0,93	-2,16	-2,69	-0,43
	Ensino Superior*	0,05	0,39	0,19	0,18	0,48	0,17	0,88	0,39
	Área do estab.	0,10	1,09	0,03	0,03	0,23	0,05	0,39	0,16
	Previdência ou benefícios	1,00	-0,46	-0,09	0,07	-0,31	1,34	0,56	0,60
	Tamanho da família	0,02	-0,40	-0,10	0,04	-0,46	-0,29	0,04	0,58
	Participação em cooperativa*	0,37	0,08	0,35	0,32	0,76	0,28	0,27	0,43

*Variáveis categóricas (devem ser multiplicadas por 100);

Fonte: elaboração própria

Os valores são coerentes com o esperado. O valor de 0,24 em cinza na coluna de carne bovina, por exemplo, significa que um aumento em 1% no preço pago pela carne bovina em mercados não institucionais leva a um aumento de 0,24% na oferta da carne bovina para tais mercados. O valor de -0,21, imediatamente abaixo do de 0,24, indica que um aumento de 1% no preço de produtos da fruticultura leva a uma redução de 0,21% da produção de carne bovina, o que ocorre devido ao *trade-off* do produtor no momento da escolha do que produzir em sua área.

Em relação às variáveis socioeconômicas, aquelas que são categóricas (educação e participação em cooperativas) devem ser multiplicadas por 100 para obtenção de seu efeito percentual sobre a oferta do produto indicado na coluna. Aquelas que são contínuas, como a previdência e tamanho da família, devem ser interpretadas diretamente como a mudança percentual na oferta decorrente de um aumento em 1% na variável em questão.

No que se refere à participação em cooperativas, o valor de 0,76 para a coluna de grãos significa que a participação de produtores em cooperativas aumenta em 76% a oferta de grãos para mercados não institucionais. No caso do ensino superior, o valor de 0,88 para a carne suína indica que um produtor com ensino superior, comparado a um produtor semelhante em termos das demais características, comercializará 88% mais carne suína para mercados institucionais. Em relação à previdência, o valor de 1,34% na coluna de produtos alimentícios da agroindústria significa que um aumento de 1% na renda oriunda de previdência ou benefícios sociais está associado a um aumento de 134% na comercialização de produtos da agroindústria para mercados não institucionais.

Vale ressaltar que tais elasticidades e efeitos podem parecer grandes, em termos percentuais, mas se trata de produtores com pouco inserção comercial. Desse modo, como as quantidades comercializadas são pequenas em termos absolutos, pequenos incrementos podem representar um grande incremento percentual.

Na terceira linha da tabela, o valor de 0,79 na sexta coluna indica que o aumento de preços de produtos da fruticultura nos mercados não institucionais acarreta um aumento de 0,79% na quantidade de produtos da agroindústria comercializados para mercados não institucionais, o que se dá devido a uma relação de complementaridade entre a produção de frutas e de produtos da agroindústria. Um produtor que planta goiaba, por exemplo, pode expandir sua produção devido a aumentos no preço da fruta, e a produção de goiabada na propriedade utilizando-se parte do incremento na oferta da fruta seria observado.

As elasticidades da oferta nos mercados não institucionais em relação aos próprios preços para leite e lácteos, fruticultura e olericultura são muito baixas, pois, esses produtos costumam ser os mais representativos entre os agricultores familiares e, portanto, há pouco espaço para expansão da produção dadas as restrições de terra e trabalho. O leite é, em média, a fonte de 51,6% do rendimento dos agricultores que o produzem na amostra; frutas representam 50,3%; e as olerícolas constituem 48,4% para olericultores. Carne suína, grãos e outros apresentam altas elasticidades, o que pode ser explicado pelo fato de que tais produtos, geralmente, são produzidos em pequenas quantidades e, principalmente, para consumo de subsistência. Então, os aumentos nos preços de mercado levam a um aumento substancial na quantidade produzida, o que pode ser intensificado pela realocação da subsistência para a produção comercial.

Quando se analisa o efeito dos preços pagos pelo PNAE sobre a oferta dos mesmos produtos para mercados não institucionais, percebe-se que exceto para produtos da agroindústria e a carne suína, há uma relação positiva entre o preço do produto pago pelo PNAE (linha) e a quantidade vendida desse mesmo produto para mercados não institucionais (coluna), relação representada nas células em verde. Esse é um efeito extremamente relevante do PNAE e indica o seu sucesso na inserção comercial de produtores.

Quando o produtor participa do PNAE, um aumento no preço pago por produtos implica em dois efeitos: **um efeito de competição com a oferta para mercados não institucionais, que é negativo; e um efeito de realocação de mão de obra e terra da produção de subsistência para a produção comercial, o que afeta positivamente a oferta de todos os produtos para ambos os mercados. O balanço final se mostra positivo para a maioria dos produtos (células em verde), o que significa que o design do PNAE em 2017 pôde promover a realocação de recursos de subsistência para a produção comercial de forma mais intensa do que capturar a oferta que já estava sendo direcionada para mercados não institucionais.**

Outro mecanismo que pode explicar o resultado positivo para a maioria das células verdes é o efeito do PNAE na redução de custos de transação para outros mercados. Participantes do Programa aprendem a fornecer produtos com qualidade mais padronizada, desenvolvem a capacidade de atender demandas mais contínuas e identificar compradores.

Independente do mecanismo que explica tal resultado, esse achado representa uma evidência contrária a ideia de que o PNAE causaria dependência dos produtores e limitaria seu processo de inserção comercial. O efeito positivo observado para a maioria dos produtos significa que **o efeito do PNAE sobre a realocação da terra e do trabalho da subsistência para a produção comercial é mais forte do que o efeito de substituição.** Isso representa, em outras palavras, que **a participação no programa provoca efetiva inserção dos participantes no mercado e não restringe seu impacto sobre a geração de receita apenas à quota comercializada.**

O PNAE não causa dependência e nem limita o processo de inserção comercial dos produtores da agricultura familiar. O design do PNAE em 2017 promoveu mais a realocação de recursos de subsistência para a produção comercial do que capturou a oferta que já estava sendo direcionada para mercados não institucionais.

O PNAE pode reduzir os custos de transação para outros mercados. A participação no programa gera aprendizados (maior qualidade e padronização dos produtos), aumentando a capacidade de atender demandas contínuas e de identificar outros compradores. Os participantes aprendem a fornecer produtos com qualidade mais padronizada, desenvolvem a capacidade de atender demandas mais contínuas e identificar compradores.

O transbordamento da produção indica que o PNAE é promotor de mudanças estruturais na matriz produtiva.

A principal implicação desses resultados é que a inserção da agricultura familiar no PNAE traz impactos importantes, ampliando sua produção e inserção noutros mercados, reduzindo custos transacionais com efeitos alocativos relevantes, diretamente relacionados aos preços que são pagos aos produtores. O desenho da política potencialmente impacta as emissões de gases de efeito estufa.

Com os resultados obtidos até aqui, podemos responder às questões:

→ A participação no PNAE impactou a composição e o montante produzido pela agricultura familiar?

A participação no PNAE leva a uma diminuição geral na produção de carne bovina e de grãos e aumenta a produção de leite e lácteos, hortaliças e produtos alimentícios. Essa alteração da cesta da produção da agricultura familiar pode levar a uma diminuição nas emissões de gases de efeito estufa.

→ Qual o impacto total estimado do PNAE em 2017 na composição e no montante produzido pela agricultura familiar?

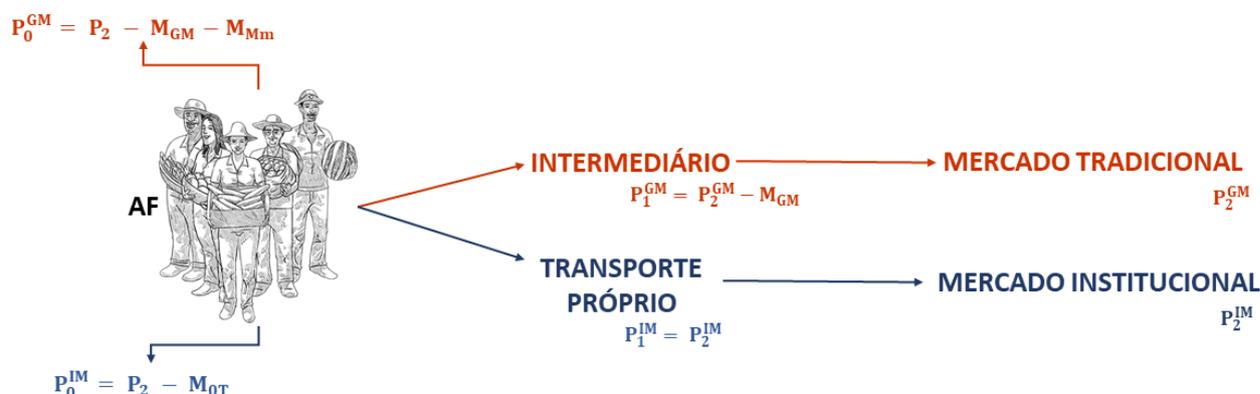
O PNAE promove a alteração da matriz produtiva dos agricultores familiares. A principal mudança é a redução na produção de carne bovina em todas as regiões do país: Norte (-67%); Nordeste (-74%); Sudeste (-69%); Sul (-54%) e Centro-Oeste (-36%).

3.2.2.2. Diferenças de preço entre produtos vendidos pela agricultura familiar no PNAE e em outros mercados nos municípios brasileiros

Os agricultores familiares enfrentam custos transacionais mais elevados do que os demais produtores, não podendo comercializar a preços observados nos mercados finais. Esses custos podem, inclusive, inibir sua entrada em mercados competitivos, como discutido por Pingali et al. (2005)⁵¹, o que destaca a importância de políticas de redução de custos transacionais para promover a inserção de pequenos agricultores no mercado.

Um fluxograma representando os principais agentes na comercialização por meio de mercados não institucionais (em laranja), e mercados institucionais (em azul) é mostrado na **Figura 5**.

Figura 5. Agentes e preços de produção no PNAE e em outros mercados



Ao vender para mercados não institucionais, os intermediários cobram uma margem igual a M_{Mm} , que é equivalente ao custo transacional do bem, desde o estabelecimento rural até o mercado final. Além disso, os comerciantes que atuam nos mercados finais também cobram uma margem de lucro M_{GM} , que é o custo de transacionar a produção dos intermediários para o consumidor final. Um agricultor familiar, geralmente, recebe um preço igual à diferença entre o preço pago pelos consumidores finais, líquido de custos transacionais, que é igual a $P_0^{GM} = P_2 - M_{GM} - M_{Mm}$.

No PNAE, o produtor é beneficiado pelo fato de o mercado institucional não incluir uma margem de lucro sobre os produtos comercializados, pois os produtos comprados são entregues diretamente na cozinha onde os alimentos são preparados. Além disso, comercializam a um preço, P_2^{IM} , que se supõe ser compatível com

⁵¹ Pingali, P., Khwaja, Y., & Meijer, M. (2005). *Commercializing small farms: Reducing transaction costs*. FAO-ESA Working Paper No. 05-08.

o preço P_2^{GM} (Brasil, 2013)⁵². Então, o principal determinante do preço líquido de custos transacionais é o custo do transporte próprio (inclui a embalagem).

Quando os agricultores têm acesso direto aos mercados não institucionais, espera-se que o preço líquido dos custos transacionais recebido seja muito próximo do preço pago pelo PNAE, porque $M_{Mm} = 0$. Esse não é o caso comum para os agricultores familiares brasileiros, uma vez que apenas uma pequena parcela desses produtores pode vender todo o seu excedente em feiras ou qualquer outro mercado final acessível.

Caso os intermediários exerçam poder de mercado, ou se os custos de transporte diferirem entre agricultores familiares e outros agentes, a diminuição da diferença entre o preço líquido dos custos transacionais recebido de cada um desses mercados, pode apresentar intensidades variáveis de acordo com o produto e, pode levar a distorções nos preços relativos. Na

Tabela 8 são apresentados os índices de preço médio recebido pelos agricultores familiares classificados como "Pronaf B", a categoria mais pobre de agricultores familiares; pelo "Pronaf V", produtores que têm um desempenho econômico melhor; e os preços pagos pelo PNAE.

Tabela 8. Índice de preços recebidos pelos agricultores familiares nos mercados gerais (PRONAF B e V) e do PNAE

Produtos	Índice de preços (média nacional)		
	PRONAF B	PRONAF V	PNAE
Leite e lácteos	1,199	1,293	1,011
Carne bovina	1,100	1,100	1,500
Fruticultura	0,976	1,055	2,084
Olericultura	1,092	1,218	1,220
Grãos	1,104	1,138	1,862
Produtos alimentícios da agroindústria	1,459	1,480	1,171
Carne suína	1,400	1,500	1,100

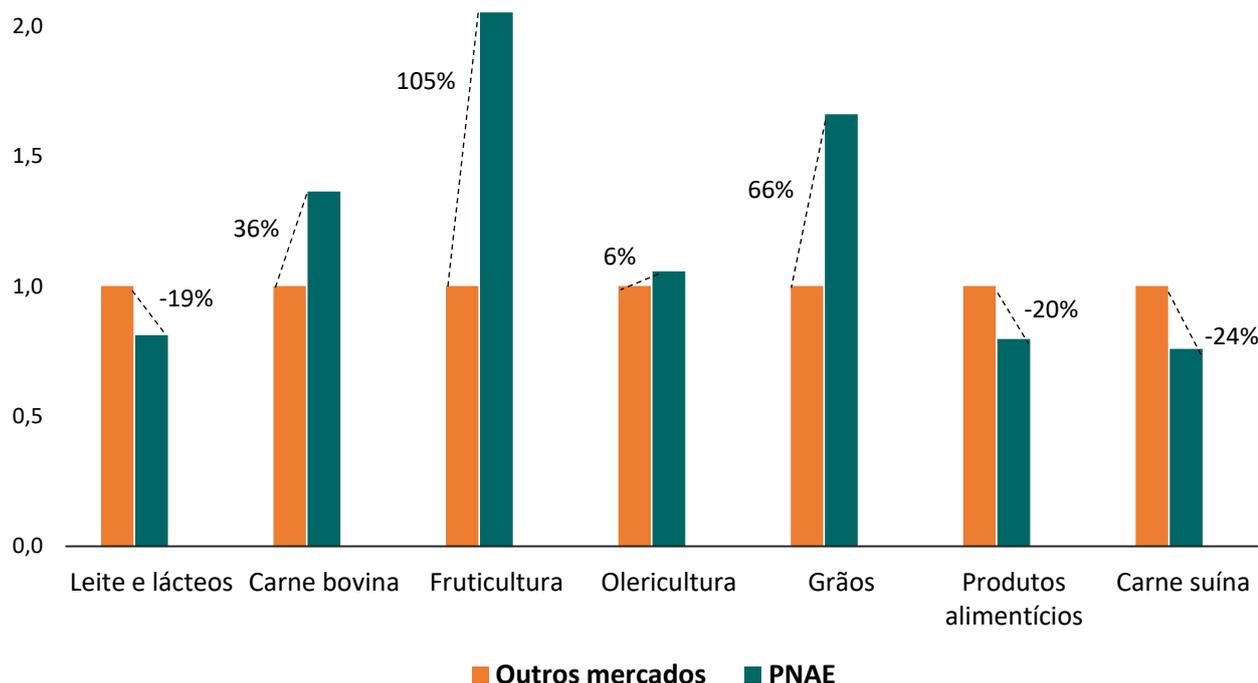
Observação: células em azul indicam a categoria de maior preço para o produto em questão, e células em vermelho indicam aquela com menor.

Espera-se que os preços pagos pelo PNAE sejam mais altos do que os preços pagos por intermediários – exceto se o PNAE exigir embalagens adicionais que não são exigidas por outros mercados ou logísticas complexas. A **Tabela 8** confirma essas expectativas, com exceção do leite e lácteos, dos produtos alimentícios e da carne suína, pelos quais os mercados em geral pagam preço superior ao PNAE, especialmente para os agricultores classificados como PRONAF V. Como todos os produtos da agricultura familiar comprados pelo PNAE na amostra são alimentícios, possivelmente, devem ser entregues nas cozinhas onde são preparados os alimentos (ou em centrais de distribuição dos municípios), necessitando, assim, de uma embalagem mais simples. Além disso, é possível que na venda local em mercados gerais, estratégias de diferenciação dos produtos possam ser exploradas pelos agricultores para alcançar maior preço.

⁵² Brasil. Ministério da Educação. (2013). Resolução/CD/FNDE nº 26, de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE.

De forma geral, comparando os índices de preço médio recebidos pelos agricultores familiares pronafianos em mercados gerais e os recebidos do PNAE, constata-se que no caso das frutas, o PNAE paga, em média, o dobro (105%) do que os mercados gerais no Brasil (**Figura 6**). Para os grãos, o PNAE paga em média para os agricultores familiares um preço 66% maior do que os valores pagos pelos mercados gerais. Para a carne bovina, o PNAE paga 36% mais do que os mercados gerais no país. No caso dos produtos da olericultura, o PNAE paga cerca de 6% a mais do que mercados gerais, não demonstrando uma diferença expressiva. O PNAE paga um valor menor, quando comparado com os mercados gerais, pelos produtos carne suína (-24%), para produtos alimentícios da agroindústria (-20%) e para leite e lácteos (-19%).

Figura 6. Diferença entre o índice de preços recebidos pelos agricultores familiares pronafianos nos mercados gerais (outros mercados) e pelo PNAE



O PNAE consegue oferecer preços melhores que outros mercados, essa diferenciação pode ser atrativa e favorecer a inserção comercial da agricultura familiar, suplantando a comercialização aos intermediários. Os preços pagos podem influenciar a decisão dos produtores em produzir certos tipos de produtos, especialmente frutas.

A diferença de preço observada entre produtos alimentícios da agroindústria, pode ser explicada pelo impacto das embalagens exigidas pelas escolas em comparação com mercados gerais.

É interessante observar a heterogeneidade espacial da relação entre os preços pagos pelo PNAE e pagos por outros mercados⁵³, para cada tipo de produto. No caso da classe 'Leite e lácteos' o PNAE paga um valor relativo menor em todas as regiões do Brasil (**Figura 7**). O PNAE paga, em média, cerca de 24,5% a menos do que outros mercados na região Sul do país, menos 21,3% na região Sudeste, menos 19,1% no Centro-Oeste, menos 18,6% no Nordeste e menos 15,5% na região Norte do país. Para a carne suína e a agroindústria, os resultados são similares (**Figura 8 e Figura 9**). O PNAE paga um valor menor do que os demais mercados em todas as regiões para estes produtos. O valor pago pelo PNAE pela carne suína é, em média, 27,2% menor na região Sudeste, 22,3% menor no Sul, 19,4% menor na região Nordeste, 16,8% menor na região Centro-Oeste e 3,0% menor na região Norte do país. Essa diferença se deve, provavelmente, devido ao tipo de embalagem exigida e pela diferenciação de produto (carne suína caipira recebe um preço mais alto em mercados gerais). Para os produtos alimentícios da agroindústria, os mercados tradicionais (não institucionais) pagam 39,6% a mais do que os valores pagos pelo PNAE na região Norte e cerca de 35% na região Centro-Oeste.

A fruticultura apresenta um padrão bastante heterogêneo (**Figura 10**). Na região Norte o PNAE paga cerca de 15,5% a menos do que os outros mercados, enquanto nas demais regiões tende a pagar um valor maior. No Centro-Oeste este valor é quase que insignificante, sendo que o PNAE paga apenas 0,8% a mais. No Nordeste e Sudeste o PNAE paga valores ligeiramente maiores, na média de 7,4% e 9,7% maior do que o valor pago por outros mercados. No Sul o valor pago pelo PNAE é, na média, 12% maior do que o valor pago por outros mercados. Essa diferença entre os valores pagos pode ser explicada (uma das hipóteses) pelo fato do PNAE remunerar embalagens adicionais e outros custos não incorporados aos mercados locais, caso as escolas exijam pacotes ou caixas específicas e outros mercados exigem apenas caixote, o produto será melhor remunerado. Essa questão da embalagem e entrega (preço na porteira x preço do produto entregue) provavelmente justifica as diferenças contrastantes nos produtos.

Para a bovinocultura de corte (carne bovina), o PNAE paga até 100% a mais do que outros mercados na região Centro-Oeste⁵⁴ do país (**Figura 11**). O PNAE paga valores maiores para os 'grãos' em todas as regiões brasileiras, chegando a pagar até 128% a mais na região Norte (**Figura 12**), 88% na região Centro-Oeste, 75,2% no Sul, 67,9% no Sudeste e 42% na região Nordeste. O PNAE paga mais pelos produtos da olericultura em todas as regiões do país, sendo que em 4 (exceto a Sul) paga pelo menos o dobro (+100%) do que outros mercados (**Figura 13**).

⁵³ Preço relativo = valor médio pago pelo PNAE/valor médio pago por outros mercados

⁵⁴ Como há poucas observações de dados, os resultados podem mostrar apenas um viés.

Figura 7. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos - Leite e lácteos

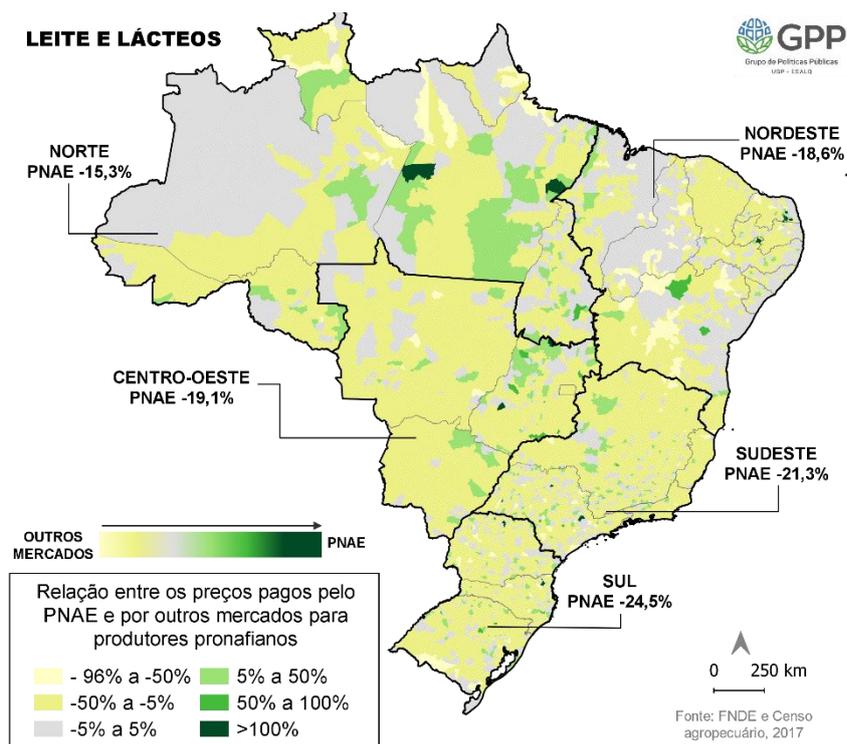


Figura 8. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Carne suína

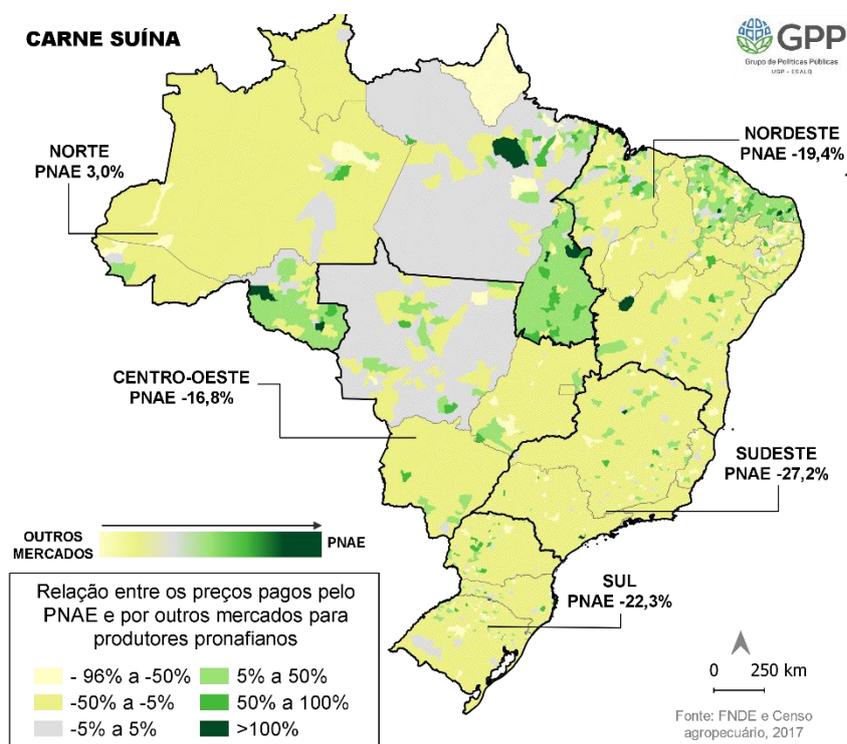


Figura 9. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Produtos alimentícios da agroindústria

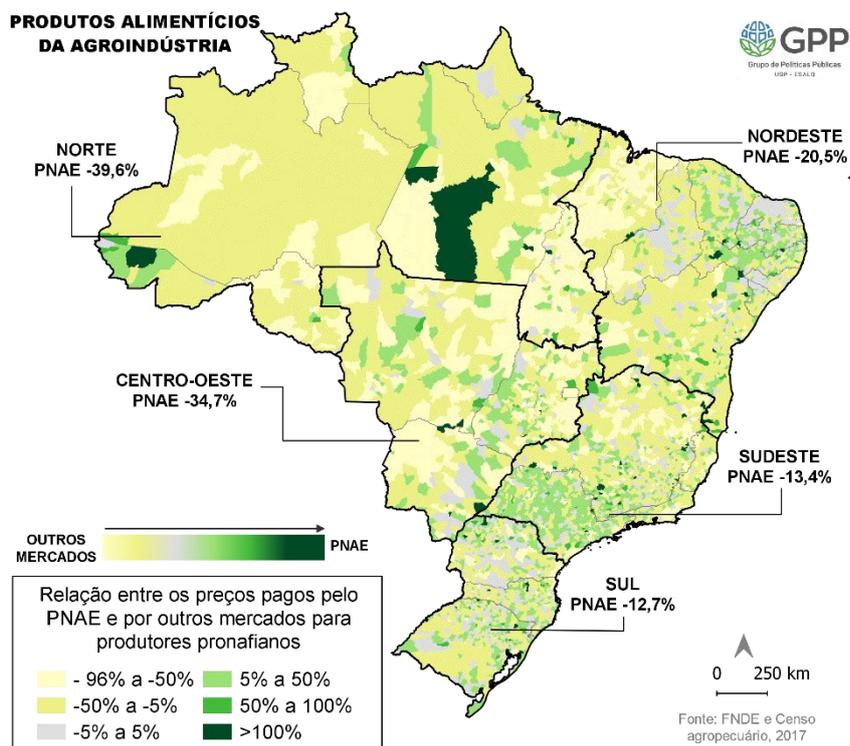


Figura 10. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Fruticultura

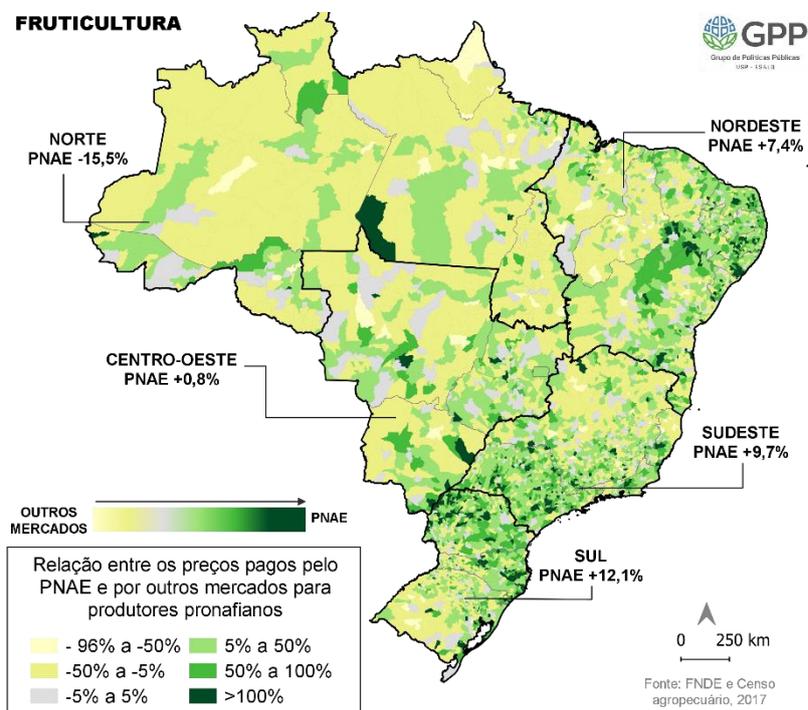


Figura 11. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Carne bovina

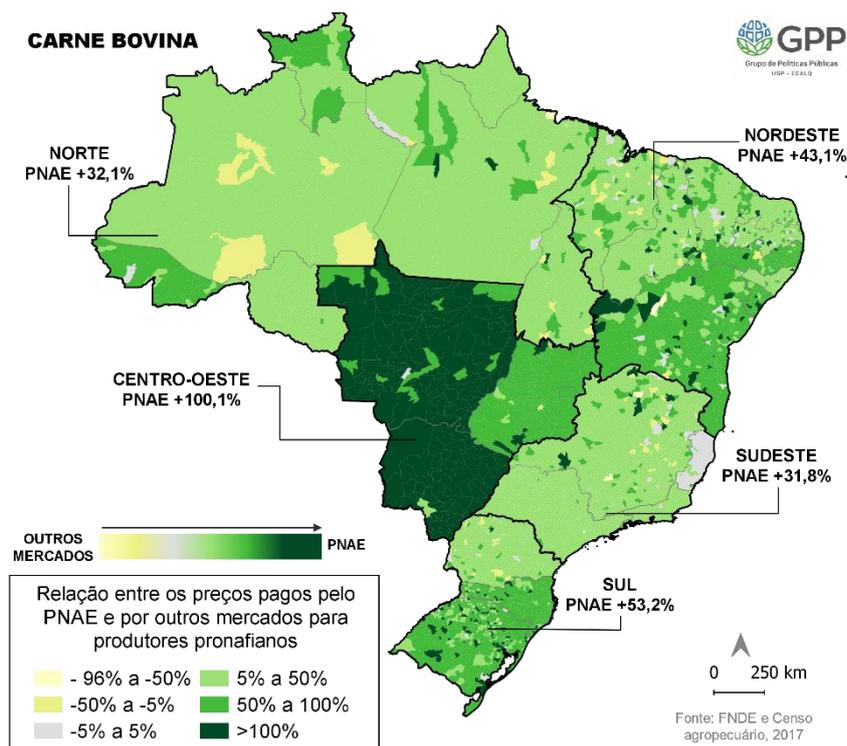


Figura 12. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Grãos

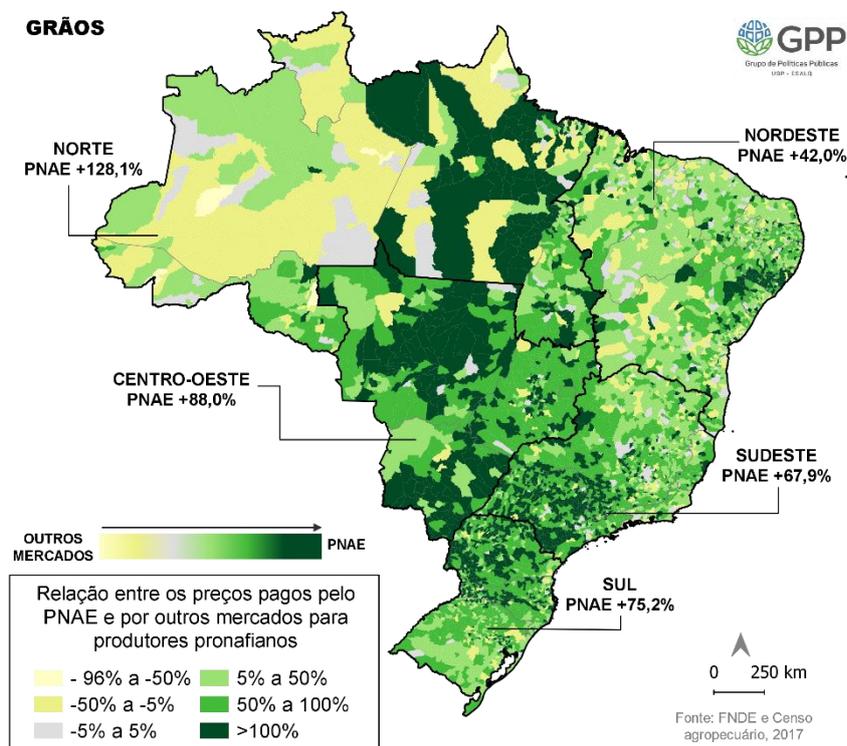
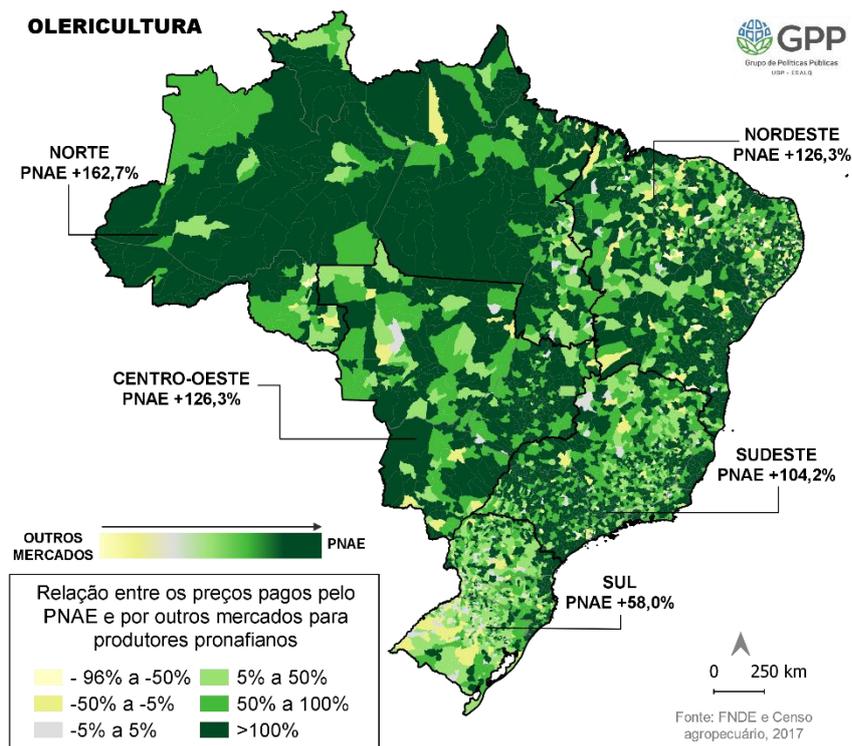


Figura 13. Relação entre o valor pago pelo PNAE e por outros mercados para produtores pronafianos – Olericultura



É importante que estes resultados sejam espacializados, pois os mesmos têm potencial de orientar políticas que criem ou fomentem o comércio de certo tipo de item em cada região.

Com esta análise conseguimos responder à questão:

→ **Qual o impacto do PNAE na obtenção de rendas agrícolas e não agrícolas pelo produtor?**

O PNAE paga melhores preços para produtos da agricultura, ou seja, para produtos vegetais. No geral, para leite e lácteos e carne suína os mercados não institucionais pagam preço superior ao PNAE.

Ao oferecer uma opção direta de mercado local que melhor remunere os produtos tradicionais produzidos da AF, como as olerícolas e frutas, o PNAE gera aumento das rendas agrícolas para os participantes.

Os efeitos sobre a renda, no entanto, vão muito além do diferencial de preço e do montante vendido por meio do programa. Ao oferecer melhores preços e uma opção livre de intermediários, a participação no PNAE implica em efeitos alocativos e alteração da matriz produtiva.

3.2.2.3. Análise da simulação de cenários de expansão do PNAE

Nesta seção são apresentados os resultados dos efeitos estimados para cenários de expansão da participação de agricultores familiares no PNAE. Três diferentes cenários foram estimados:

1. Atendimento da cota mínima de 30% em todos os municípios do Brasil (Cenário 30% - C30);
2. Expansão da cota de compra para 40% dos produtos da AF (Cenário 40% - C40);
3. Expansão da cota da compra para 50% dos produtos da AF (Cenário 50% - C50).

Os resultados demonstram o impacto percentual decorrente da expansão da participação no PNAE sobre a produção de cada um dos produtos, em nível municipal. Os resultados de tal análise são apresentados inicialmente em nível regional (**Tabela 9**).

Tabela 9. Simulação de cenários de expansão da cobertura do PNAE (número de produtores incluídos e impacto percentual na oferta)

	Região	Nº de produtores incluídos	Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Produtos alimentícios	Carne suína	Outros
C30 30% das compras	N	4.238	24,3%	-0,9%	1,6%	4,1%	0,7%	7,6%	0,6%	-3,3%
	NE	15.023	100,6%	-1,0%	0,8%	3,5%	1,1%	20,3%	7,4%	-0,8%
	SE	4.483	6,3%	-1,0%	0,3%	1,5%	-0,8%	8,8%	1,7%	-0,5%
	S	1.101	0,8%	-0,1%	0,3%	0,4%	-0,0%	1,7%	0,1%	-0,3%
	CO	2.209	6,2%	-0,3%	4,4%	3,7%	-0,1%	20,5%	1,0%	-4,1%
C40 40% das compras	N	7.861	45,6%	-1,5%	2,7%	7,3%	2,1%	13,4%	1,9%	-6,1%
	NE	25.558	138,6%	-1,8%	1,5%	6,1%	0,7%	36,4%	10,0%	-1,4%
	SE	7.685	10,9%	-1,7%	0,5%	2,7%	-0,7%	15,4%	2,9%	-1,1%
	S	2.621	2,0%	-0,3%	0,7%	0,9%	-0,0%	3,9%	0,1%	-0,7%
	CO	3.337	9,5%	-0,6%	6,6%	5,6%	-0,1%	31,2%	1,6%	-5,6%
C50 50% das compras	N	11.981	69,8%	-2,2%	4,2%	11,5%	3,6%	21,8%	3,8%	-9,4%
	NE	37.846	183,2%	-2,7%	2,3%	9,2%	0,3%	55,2%	13,1%	-2,1%
	SE	10.894	15,7%	-2,5%	0,8%	3,8%	-1,1%	21,9%	4,1%	-1,7%
	S	4.667	3,6%	-0,6%	1,2%	1,8%	-0,1%	7,0%	0,2%	-1,1%
	CO	4.473	12,7%	-0,8%	8,9%	7,7%	-0,2%	42,5%	2,3%	-6,6%

Caso 30% das compras do PNAE fossem realizadas diretamente da AF, em todos os municípios (C30), cerca de 27.144 produtores seriam incluídos no programa. Deste total, 49% seriam produtores do Nordeste do país (para todos os casos). O impacto decorrente da expansão da participação no PNAE em 30% aumentaria

a oferta de leite e lácteos, em especial na região Nordeste do país (100,6%) e a oferta de produtos alimentícios da agroindústria, em cerca de 20% nas regiões Nordeste e Centro-Oeste.

Para o C40, em que 40% das compras do PNAE são realizadas diretamente da agricultura familiar, 47.062 produtores seriam inseridos no programa. Neste cenário, a produção de leite e lácteos e de produtos alimentícios também seriam as mais impactadas. No Nordeste a produção de leite e lácteos aumentaria cerca de 139% e a de produtos alimentícios 36%.

No cenário C50, em que 50% das compras do PNAE são realizadas diretamente da agricultura familiar, 69.861 produtores seriam inseridos no programa (**Figura 14**). Neste cenário, a produção de leite e lácteos e produtos alimentícios também seriam as mais impactadas, seguida por um impacto relevante na produção da olericultura. No Nordeste a produção de leite e lácteos aumentaria cerca de 183% e a de produtos alimentícios 55%. No Centro-Oeste a produção de produtos alimentícios da agroindústria seria impactada positivamente, em cerca de 42%. A olericultura seria impactada positivamente em todas as regiões com a expansão das compras realizadas diretamente da agricultura familiar. No Norte a oferta deste tipo de produto poderia crescer cerca de 11%. O número adicional de produtores participantes no PNAE para cada um dos cenários foi especializado (**Figura 15**).

Figura 14. Número de produtores incluídos em cada cenário nas grandes regiões e no Brasil

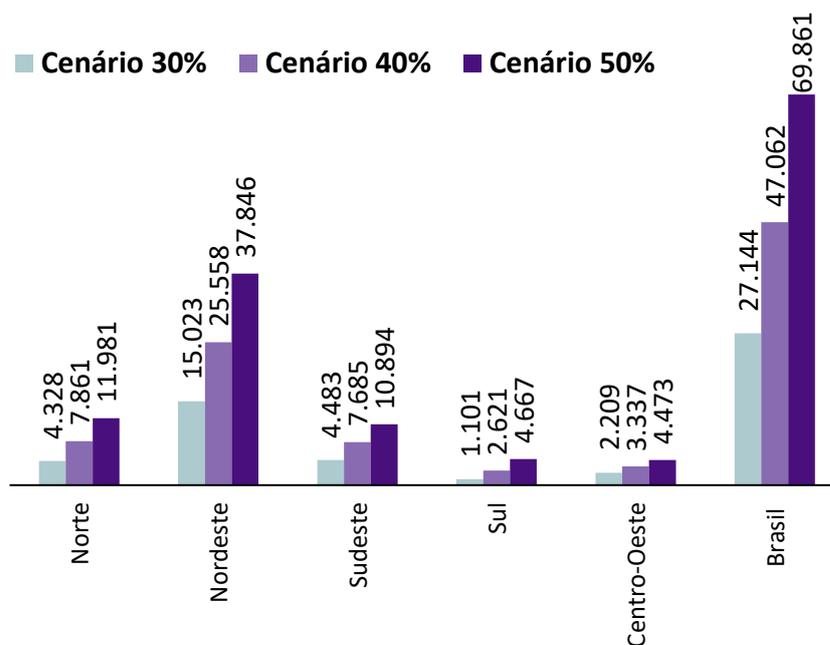
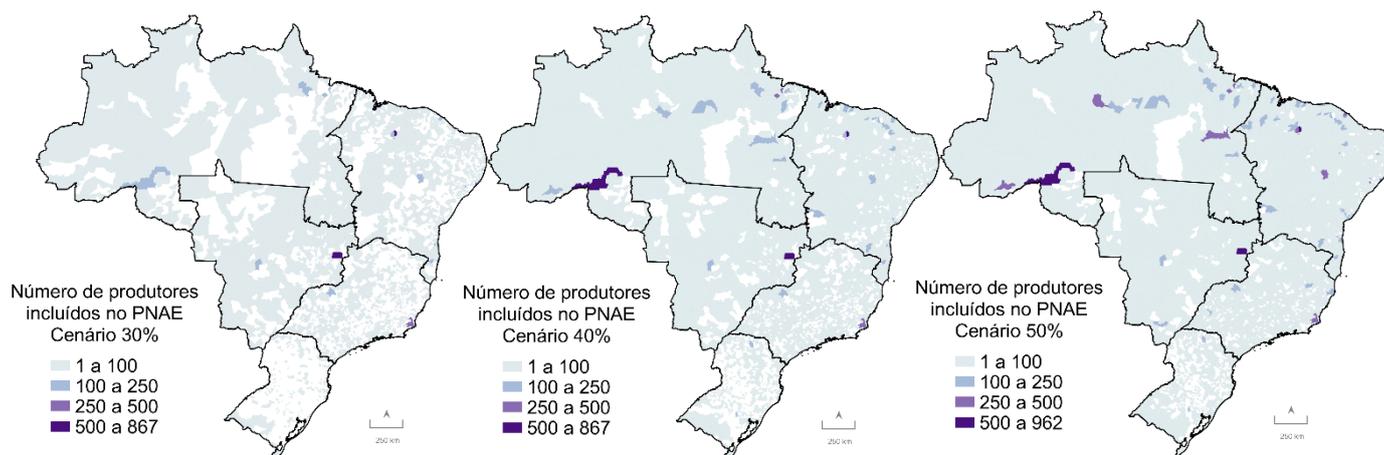
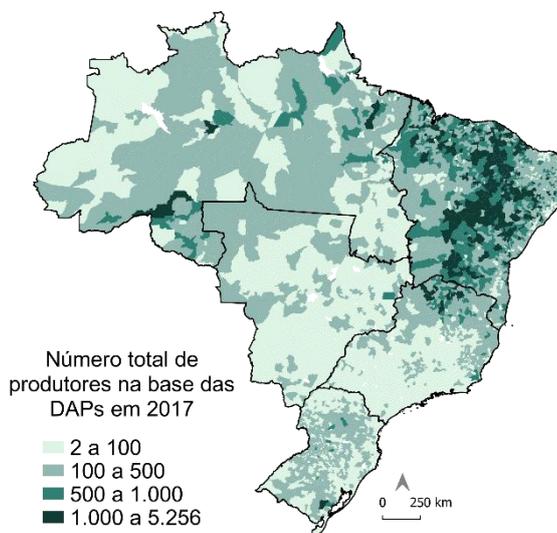


Figura 15. Distribuição espacial do número adicional de produtores participantes no PNAE para cada cenário



A Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP) é exigida para que os produtores familiares possam participar do programa. No ano de 2017, 1.221.594 agricultores possuíam a declaração no país. Deste total, 70% (856.668) estavam localizados na região Nordeste, 11% (130.377) no Sul, 10% (125.295) na região Sudeste, 7% (82.716) no Norte e 2% (26.538) na região Centro-Oeste (**Figura 16**).

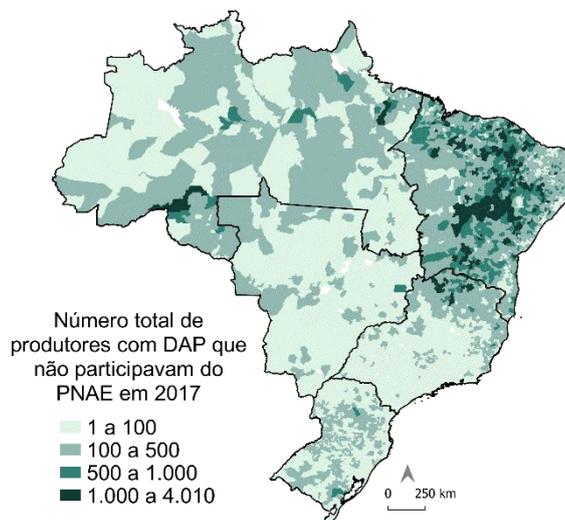
Figura 16. Distribuição espacial do número total de produtores inseridos na base da DAP em 2017 por município



Do total de produtores com DAP, ou seja, que estão legalmente aptos a participar do PNAE, cerca de 75% (925.096) não participavam do programa em 2017. De 856.668 produtores com DAP no Nordeste, 650.434 não participavam do programa, no Norte, de 82.716 produtores aptos, 62.481 produtores não participavam, na região Sudeste, de 125.295 produtores que possuíam declaração em 2017, 94.054 não participavam do programa, no Sul, de 130.377 possíveis participantes do PNAE (com DAP) não participavam do programa, e, por fim, na região Centro-Oeste, de 26.538 produtores com DAP, 19.907 não participavam do programa. De forma geral, no ano de 2017, apenas 25% dos produtores com DAP no Brasil participavam do PNAE efetivamente. Os produtores com DAP que não participavam do PNAE em 2017 se concentram em algumas

regiões, como nos municípios do norte de Minas, na região Sudeste e no interior da região Nordeste (**Figura 17**).

Figura 17. Distribuição espacial do número total de produtores com DAP que não participavam do PNAE em 2017 por município



À primeira vista, não se espera que haja um *déficit* de produtores com DAP no país. Contudo, considerando os cenários simulados, o número de produtores que deveriam ser incluídos para o cumprimento da cota de compras da AF pelos cenários (30, 40 e 50%) e número de produtores que têm DAP mas não participavam do PNAE em 2017 em **nível municipal**, todas as regiões apresentam um *gap* de produtores com DAP. Ou seja, ‘faltariam’ produtores com DAP em nível municipal para que o objetivo de compras de cada cenário fosse cumprido.

No caso da região Norte, por exemplo, seria necessário que 1.484 produtores fossem incluídos para que a cota mínima de 30% das compras da AF fosse realizada (C30). Contudo, existiria um *déficit* de 257 produtores sem DAP na região (**Tabela 10**). Esse *gap* está concentrado no município de Palmas para o caso da região Norte, onde existiria um *gap* de 118 produtores sem DAP para atingir a meta do C30. No Cenário 40% o *déficit* de produtores com DAP seria de 804 na região Norte (Palmas abriga 51% desse *déficit* (409 produtores)). Na mesma região, no Cenário 50%, o *déficit* seria de 1.789 produtores (703 ou 39% do *déficit* em Palmas).

Tabela 10. Número de produtores incluídos em cada cenário e déficit de agricultores familiares com DAP

	Região	Nº de produtores incluídos	Déficit de AFs com DAP*
C30 30% das compras	Norte	1.484	257
	Nordeste	5.406	7.649
	Sudeste	2.449	35.985
	Sul	538	2.599
	Centro-Oeste	1.228	2.844
	Região	Nº de produtores incluídos	Déficit de AFs com DAP
C40 40% das compras	Norte	2.577	804
	Nordeste	9.188	13.566
	Sudeste	4.022	52.111
	Sul	1.218	6.868
	Centro-Oeste	1.712	5.679
	Região	Nº de produtores incluídos	Déficit de AFs com DAP
C50 50% das compras	Norte	3.887	1.789
	Nordeste	13.045	20.235
	Sudeste	5.566	69.853
	Sul	2.065	11.665
	Centro-Oeste	2.145	8.858

A região Sudeste apresenta o maior déficit, de 35.985, 52.111 e 69.853 produtores sem DAP, para cumprir os objetivos dos cenários 30, 40 e 50, respectivamente. O grande déficit observado é decorrente da concentração do *gap* em grandes cidades. O município de São Paulo apresenta um déficit de 24.569 produtores no cenário 30 e Belo Horizonte um déficit de 15.178 produtores, representando 57% do déficit total da região Sudeste.

Entre as 10 cidades que apresentam os maiores déficits absolutos (>500 produtores) (**Figura 18**), no cenário 30 estão: São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Porto Alegre, Curitiba, Brasília, Cuiabá e Fortaleza (**Tabela 11**).

Vale ressaltar que esta análise considera, para um dado município, a possibilidade de inclusão apenas para produtores localizados no mesmo município. Existe a possibilidade de inclusão de produtores de municípios vizinhos, de acordo com os critérios de prioridade definidos no PNAE. No entanto, dado que no ano em questão para todos os municípios havia agricultores familiares não participantes do PNAE, isso evidencia que ações de inclusão e proposição de metas maiores que 30% devem ser desenvolvidas de modo a identificar gargalos logísticos e apoiar os produtores na superação de tais desafios e na obtenção de DAP.

Para os três cenários (30, 40 e 50%) identifica-se que o déficit de produtores na base do CAF (ou com DAP) se concentra em grandes cidades que têm uma grande demanda do PNAE, considerando o número de produtores familiares na escala municipal.

Aumentar a cota de compras da AF não seria suficiente nesses locais sem que outras soluções geograficamente orientadas sejam promovidas. Além do incentivo ao cadastramento de AF na base do CAF, a inserção de produtores de cidades vizinhas também deve ser levada em conta, bem como medidas que possibilitem o aproveitamento do potencial da inclusão da agricultura periurbana nesses grandes centros.

Figura 18. Distribuição espacial do número de produtores sem DAP que deveriam ser inseridos no PNAE, para cada cenário, a nível municipal

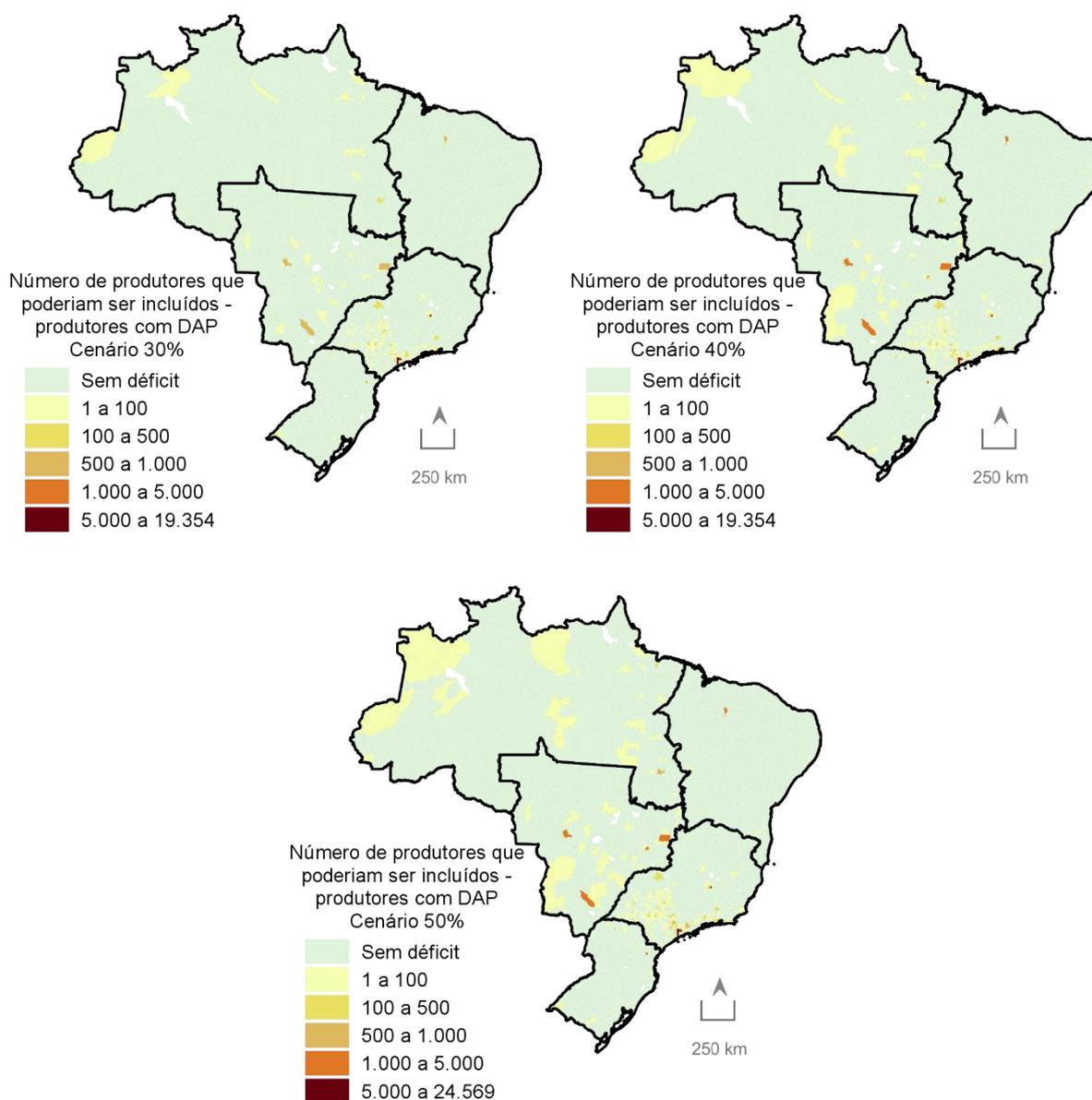


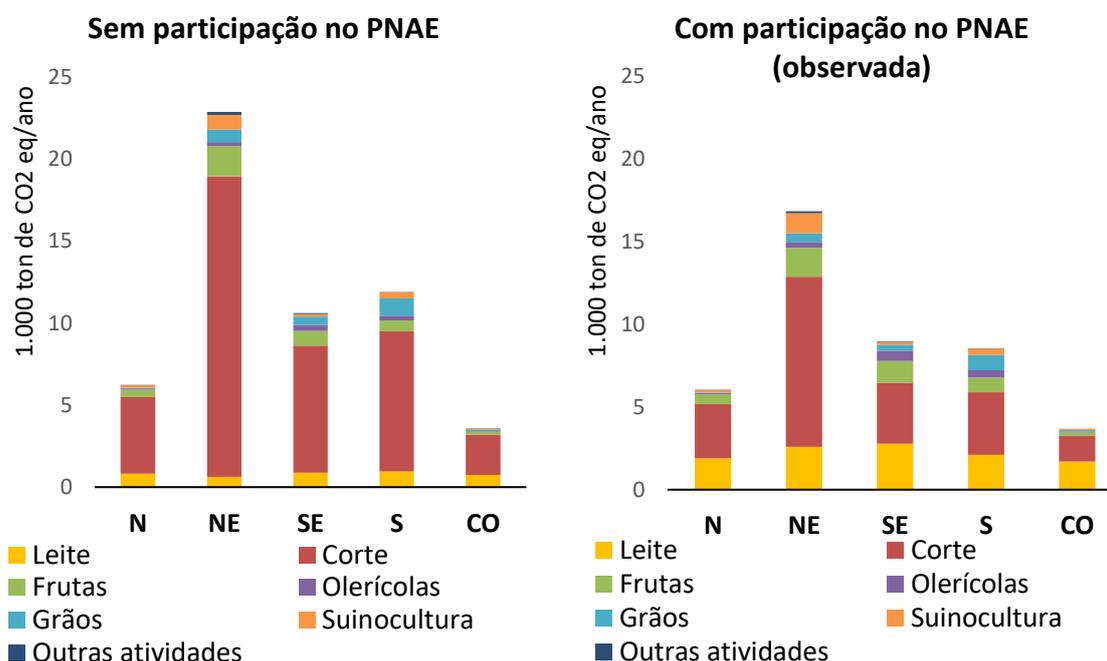
Tabela 11. Municípios com os maiores déficits absolutos e relativos (em relação a região) no cenário 30%

Município	UF	Cenário 30%	% região
São Paulo	SP	24.569	35
Belo Horizonte	MG	15.178	22
Rio de Janeiro	RJ	10.174	15
Salvador	BA	5.414	27
Recife	PE	4.476	22
Porto Alegre	RS	4.024	34
Curitiba	PR	3.813	33
Brasília	DF	2.244	25
Cuiabá	MT	2.147	24
Fortaleza	CE	2.028	10
Florianópolis	SC	1.921	16
Teresina	PI	1.596	8
Campo Grande	MS	1.593	18
Goiânia	GO	1.478	17
São Luís	MA	1.464	7
Vitória	ES	1.357	2
Maceió	AL	1.312	6
João Pessoa	PB	1.298	6
Natal	RN	934	5
Palmas	TO	703	39
Campinas	SP	679	1
Guarulhos	SP	659	1
Aracaju	SE	635	3
São José dos Campos	SP	622	1
Osasco	SP	598	1
Santos	SP	537	1

3.2.2.4. Mudanças na matriz produtiva do PNAE e impacto nos níveis de emissão de gases do efeito estufa

As emissões esperadas para a amostra de participantes do PNAE, considerando cenários de participação de não participação na política, são apresentadas na **Figura 19**. O cálculo considera a quantidade esperada produzida de cada produto por cada agricultor, dadas as condições de mercado e as outras variáveis exógenas do modelo.

Figura 19. Emissões de GEE, em CO₂ equivalente, com participação e na ausência de participação no PNAE, para a amostra de produtores participantes do PNAE (4.369 produtores)



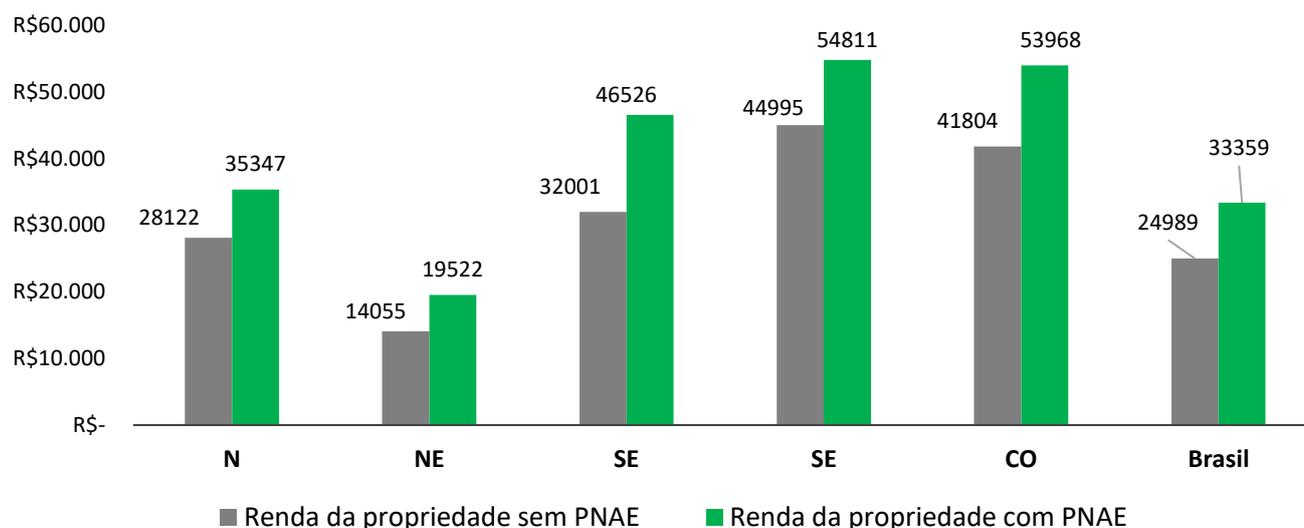
Os resultados evidenciam que as emissões oriundas da bovinocultura de corte ('corte' no gráfico) decrescem consideravelmente no Brasil (-19,120 mil toneladas de CO₂ eq/ano), e são substituídas principalmente pelas emissões da bovinocultura de leite (7,023 mil ton CO₂ eq/ano). O efeito final é de redução nas emissões totais (-11,116 mil ton CO₂ eq/ano) em todas as regiões do país, que é observado de forma mais intensa nas regiões Sul e Nordeste, sendo 28% e 26% menores do que seria observado na ausência do Programa, respectivamente (**Tabela 12**). O efeito total de redução, por fim, é de 20% nas emissões totais.

Tabela 12. Variação nas emissões por produto e por região devido à participação no PNAE, em mil ton CO₂ eq/ano

	Leite	Bovinocultura de corte	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Carne suína	Outras	Total
N	1,067	-1,389	0,133	0,008	-0,004	-0,005	-0,005	-0,196
NE	1,957	-8,011	-0,117	0,104	-0,224	0,317	-0,061	-6,035
SE	1,901	-4,060	0,427	0,246	-0,154	0,030	-0,020	-1,631
S	1,148	-4,755	0,215	0,165	-0,111	-0,001	-0,003	-3,343
CO	0,950	-0,904	0,045	0,012	-0,023	0,009	0,000	0,088
Brasil	7,023	-19,120	0,704	0,535	-0,517	0,350	-0,090	-11,116

É importante enfatizar **que a redução de emissões descrita acima se dá com aumento da inserção comercial dos produtores e na renda da agricultura familiar**. Uma análise da variação na renda dos produtores evidencia que, devido à participação no Programa, a renda média oriunda da produção agropecuária cresce, em média, 33,4%, um valor equivalente a R\$ 8.348,00/produtor.ano (**Figura 20**). Esse valor é 35,4% maior do que o *ticket* médio do PNAE no ano de 2017 (R\$ 6.167/ano), evidenciando que os efeitos realocativos do Programa contribuem para aumento da receita agropecuária dos participantes.

Figura 20. Renda agropecuária dos produtores participantes com participação no PNAE (observada) e sem participação no PNAE (estimada)



A redução das emissões associada ao aumento das receitas deve ser interpretada como um impacto positivo da participação no PNAE sobre o meio ambiente. O desenvolvimento socioeconômico requer intensificação produtiva, porém o que caracteriza o viés ambiental da intensificação é o balanço entre aumento de produção e redução da pobreza rural, dados os impactos inerentes a qualquer atividade produtiva.

Como forma de mensurar como a participação no PNAE está associada ao desenvolvimento social ambientalmente mais sustentável, estimou-se a variação no volume de emissões por unidade de receita (R\$) para os participantes, para cada produto, devido à participação no PNAE (**Tabela 13**).

Tabela 13. Mudança no nível de emissão por R\$ de receita da atividade devido à participação no PNAE

	Leite	Bovinocultura corte	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Suinocultura	Outras	Emissão/produtor
N	-19%	-0,8%	-3%	-21%	-21%	-17%	-2%	-16%
NE	-10%	-20%	-44%	-34%	-18%	-38%	-1%	-42%
SE	-7%	-2%	0%	-13%	-31%	-13%	4%	-41%
S	-10%	-8%	-14%	-13%	-5%	-5%	-1%	-39%
CO	-10%	0,4%	-13%	-13%	-18%	-12%	-	-19%
Brasil	-0,08	-0,1	-0,23	-0,18	-0,15	-0,16	1,2%	-0,37

A **Tabela 13** evidencia que o aumento do preço pago pelo PNAE, bem como o aumento na inserção comercial dos produtores, leva a uma redução no nível de emissões por R\$ gerado nas atividades produtivas, exceto para a categoria 'outras'. A explicação para tal resultado é que, embora o nível de emissão por kg de produto seja assumido constante no presente estudo, o preço pago pelos produtos varia no território e o PNAE remunera melhor, boa parte dos produtos, do que os demais mercados.

A mudança na matriz produtiva induzida pela participação no PNAE faz com que produtores ofertem não apenas os produtos ao Programa onde seu preço é mais vantajoso, mas também passem a ofertar produtos para outros mercados, de acordo com as condições locais. Por fim, o balanço final desse efeito de inserção comercial propiciado pelo programa é o **incremento da oferta de produtos em locais em que são mais bem**

remunerados e redução em locais em que são pior remunerados, melhorando a relação entre emissões necessárias para geração de 1 R\$ de receita por produto.

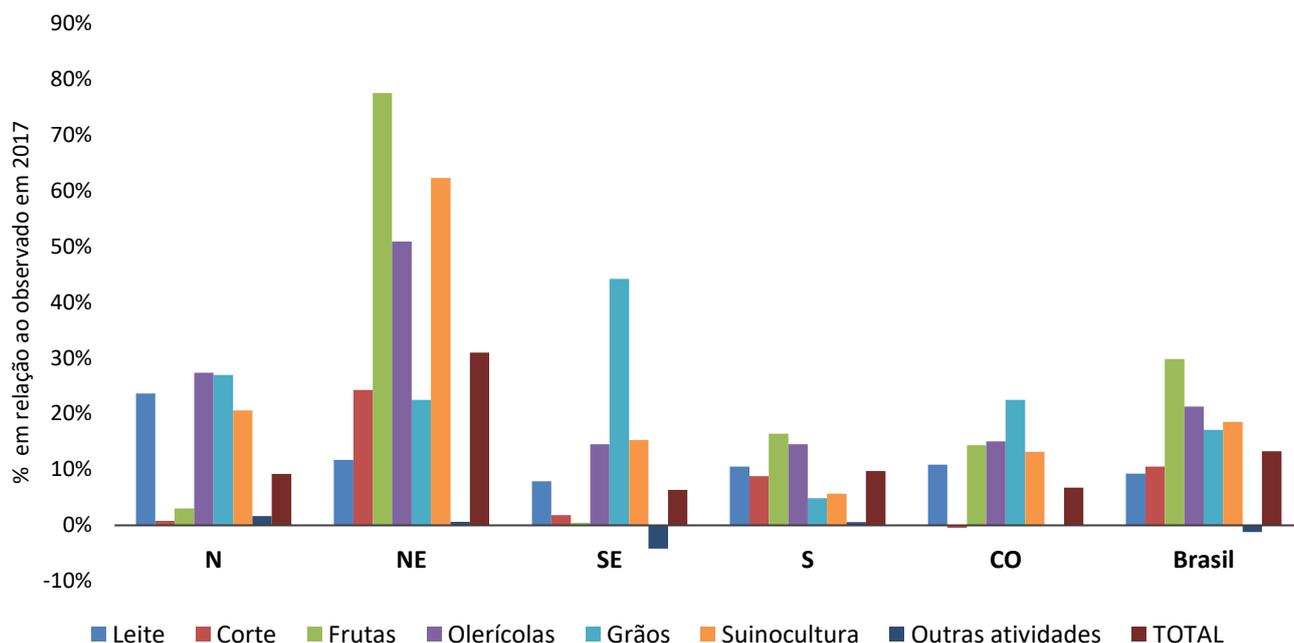
Estimando-se as emissões evitadas, incluindo o efeito de mudança na matriz produtiva, obtém-se que o PNAE propiciou condições para uma redução total de 20% em relação ao que seria observado na ausência do Programa (Tabela 14).

Tabela 14. Impacto percentual da participação do PNAE nas emissões em relação ao cenário sem Programa

	Leite	Bovinocultura corte	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Suinocultura	Outras	Total
N	129%	-30%	30%	11%	-9%	-3%	-45%	-3%
NE	312%	-44%	-6%	39%	-30%	35%	-36%	-26%
SE	214%	-52%	48%	67%	-30%	20%	-31%	-15%
S	119%	-56%	32%	58%	-11%	0%	-25%	-28%
CO	127%	-37%	25%	24%	-21%	13%	-	2%
Brasil	173%	-46%	17%	52%	-21%	21%	-35%	-20%

Conforme descrito anteriormente, o impacto do PNAE sobre as emissões se dá devido às mudanças causadas na matriz produtiva dos agricultores familiares. No entanto, ainda que fosse possível estimular tais mudanças na matriz produtiva por outros meios, que não os mercados institucionais, isso não propiciaria o balanço entre desenvolvimento social e preservação ambiental que é alcançado devido aos impactos do PNAE. Uma evidência dessa afirmação se observa quando é estimado o impacto da participação no PNAE sobre as emissões de gases de efeito estufa por meio do cálculo do nível de emissões que seriam observados caso os produtores participantes obtivessem a mesma receita observada em 2017, em termos de composição e valor, porém sem a participação no PNAE (Figura 21).

Figura 21. Emissão evitada entre participantes do PNAE (% em relação ao observado para os participantes em 2017)



Na **Figura 21** observa-se que, exceto para a categoria 'outras atividades', a participação no PNAE evita um volume considerável de emissões. Estima-se que, **na ausência do programa, os produtores participantes emitiriam 13% a mais de GEE para produzir o volume necessário para obter a mesma receita observada em 2017**. Vale ressaltar que esse cenário de geração da mesma receita e na mesma composição observada em 2017, sem participação no PNAE é utópico e, na sua ausência, os participantes e a sociedade estariam em uma situação muito pior: os produtores familiares com certeza obteriam menor receita e apresentariam uma matriz produtiva cuja relação entre impacto ambiental e benefício social seria muito mais desvantajosa.

Com esta análise, conseguimos responder à questão:

→ Qual a mudança estimada na emissão de gases de efeito estufa associada a tais impactos?

Considerando o efeito de mudança na matriz produtiva, o PNAE 'evitou' 20% das emissões de gases do efeito estufa, quando comparado às emissões dos produtores que não participam do programa.

3.2.2.5. Impactos de cenários de prêmio por produtos de agroindústria e de baixa emissão

Os produtos com alto nível de emissão por kg produzido, como a carne bovina por exemplo, causam impacto ambiental e representam um custo para a sociedade, a escolha do produtor por atividades com menores níveis de emissão apresenta um impacto positivo devido à emissão evitada.

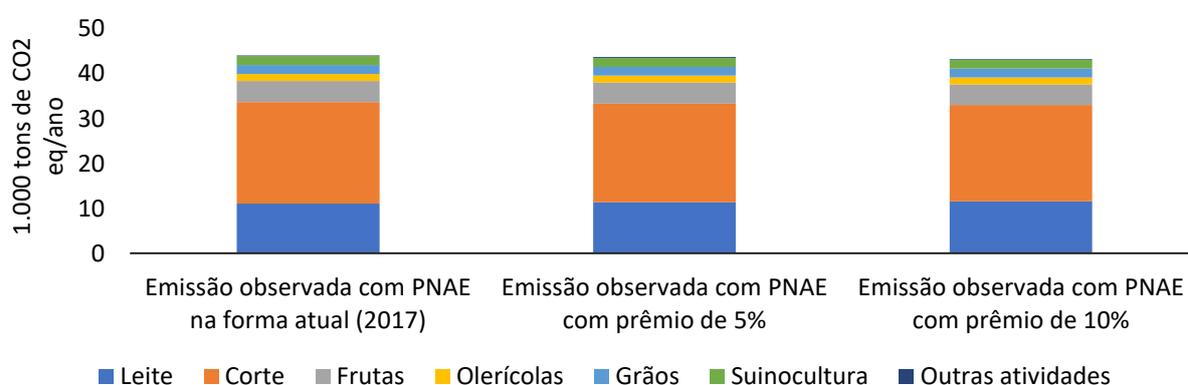
A escolha do produtor sobre o que ofertar está diretamente relacionada aos preços relativos dos produtos. Os resultados apresentados anteriormente mostram que as compras do PNAE estimulam a inserção

comercial e a venda pra outros mercados, e que os preços pagos pelo programa influenciam a natureza desse impacto.

Neste tópico analisa-se o efeito do pagamento de um prêmio sobre produtos de agroindústria e baixa emissão, os quais são de origem vegetal: frutas, olerícolas e grãos. Esse prêmio pode ser interpretado como um pagamento ao produtor por danos evitados caso o mesmo decida por reduzir a produção pecuária em sua propriedade. Um prêmio de 5%, por exemplo, significa que o PNAE pagaria um preço maior 5% por tais produtos do que o preço pago atualmente.

As emissões estimadas para a amostra de participantes do PNAE em 2017 com e sem a política de prêmio sobre produtos de baixa emissão são apresentadas na **Figura 22**.

Figura 22. Emissões de GEE, em CO₂ equivalente, para a amostra de produtores participantes do PNAE (4.369 produtores)



Os resultados apresentados na **Figura 22** mostram que o prêmio sobre produtos de baixa emissão leva a uma redução, ainda que singela, dos níveis de emissão da agricultura familiar. As emissões totais no cenário observado em 2017 são de 44,1 tons de CO₂eq, enquanto com prêmio de 5% são de 43,688 toneladas de CO₂ e com prêmio de 10% são 43,290 tons de CO₂ eq. O efeito por produto é apresentado na **Tabela 15**.

Tabela 15. Mudança percentual nas emissões, por produto, nos cenários de prêmio sobre produtos de baixa emissão

Emissão observada com PNAE com 5%	Leite	Carne bovina	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outros	Total
N	2,1%	-1,6%	-1,6%	-0,3%	0,7%	-0,5%	-0,5%	-0,36%
NE	2,5%	-2,0%	-3,1%	-0,8%	1,2%	-0,9%	-0,3%	-1,22%
SE	2,2%	-2,9%	-1,8%	-0,4%	0,6%	-0,9%	-0,3%	-0,79%
S	1,7%	-3,6%	-1,2%	-0,2%	0,3%	-0,9%	-0,1%	-1,32%
CO	2,0%	-2,2%	-1,0%	-0,3%	0,3%	-0,4%	0,0%	-0,04%
Brasil	2,1%	-2,4%	-2,1%	-0,4%	0,6%	-0,8%	-0,3%	-0,94%
Emissão observada com PNAE com 10%	Leite	Carne bovina	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outros	Total
N	4,3%	-3,2%	-3,2%	-0,6%	1,3%	-1,0%	-1,1%	-0,72%
NE	4,9%	-4,0%	-6,2%	-1,6%	2,3%	-1,8%	-0,6%	-2,42%
SE	4,4%	-5,7%	-3,5%	-0,9%	1,2%	-1,9%	-0,7%	-1,53%
S	3,4%	-7,2%	-2,3%	-0,3%	0,6%	-1,7%	-0,2%	-2,60%
CO	4,1%	-4,3%	-2,0%	-0,7%	0,7%	-0,9%		-0,06%
Brasil	4,3%	-4,7%	-4,2%	-0,9%	1,2%	-1,7%	-0,6%	-1,84%

Fonte: elaboração própria

Observa-se na **Erro! Fonte de referência não encontrada. Tabela 15** que a redução de emissões ocorre principalmente por meio da redução em emissões oriundas da carne bovina, frutas, e carne de porco. A política do prêmio levaria a um aumento das produções de Leite e Grãos, o que ocorre principalmente devido ao efeito de interação entre atividades produtivas. O resultado estimado mostra que 5% de aumento nos preços de produtos da agroindústria e baixa emissão pagos pelo PNAE leva a uma redução de 0,91% nas emissões. Um aumento de 10% nos preços leva à redução de 1,84% nas emissões. Em valores absolutos, para a amostra de 4.369 participantes do PNAE em 2017, isso representa reduções de 413 e 812 toneladas de CO₂ equivalente por ano nos cenários com prêmios de 5% e 10%, respectivamente (**Tabela 16**).

Tabela 16. Mudança absoluta nas emissões, em tons de CO₂ equivalente, nos cenários de prêmio sobre produtos de baixa emissão

Prêmio de 5%	Leite	Carne bovina	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outros	Total
N	40,6	-52,4	-9,2	-0,2	0,3	-0,8	-0,04	-21,8
NE	63,6	-207,9	-53,8	-3,1	6,2	-10,9	-0,3	-206,2
SE	61,3	-107,1	-23,2	-2,7	2,2	-1,7	-0,1	-71,3
S	36,1	-137,8	-10,4	-0,7	3,0	-3,3	-0,01	-113,1
CO	34,5	-33,5	-2,2	-0,2	0,3	-0,4	-	-1,4
Brasil	236,2	-538,7	-98,8	-6,9	12,0	-16,9	-0,5	-413,8
Prêmio de 10%	Leite	Carne bovina	Frutas	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outros	Total
N	81,2	-104,5	-18,4	-0,5	0,6	-1,6	-0,07	-43,2
NE	127,2	-411,3	-106,9	-6,1	12,3	-21,6	-0,7	-407,2
SE	122,7	-208,7	-46,4	-5,5	4,5	-3,4	-0,3	-137,0
S	72,3	-271,9	-20,7	-1,4	6,0	-6,6	-0,02	-222,4
CO	69,1	-66,5	-4,4	-0,4	0,6	-0,7	0,00	-2,4
Brasil	472	-1,1	-197	-14	24	-34	-1	-812,2

Fonte: Elaboração própria.

Calculando a elasticidade das emissões em relação ao prêmio sobre produtos de agroindústria e baixa emissão obtém-se um valor de 0,18: a cada 1% em prêmio, reduz-se em 0,18% as emissões. Esse impacto, ainda que pequeno, evidencia que mudanças nos preços pagos por produtos no PNAE tem **o potencial de alterar a decisão produtiva dos agricultores familiares e o impacto ambiental da agricultura familiar.**

Uma síntese dos efeitos dos cenários de prêmio para produtos de origem vegetal sobre a renda agropecuária e as emissões por participantes é apresentada na **Tabela 17.**

Tabela 17. Efeitos sobre a renda agropecuária (R\$/produtor) e nas emissões (kgCO₂eq/produtor.ano) para cenários de prêmio sobre produtos de baixa emissão

Região	N° de participantes em 2017	Prêmio de 5%		Prêmio de 10%	
		Mudança na renda agropecuária	Mudança nas emissões	Mudança na renda agropecuária	Mudança nas emissões
N	392	R\$ 121,9	-56	R\$ 246,1	-110
NE	2.235	R\$ 159,3	-92	R\$ 323,6	-182
SE	855	R\$ 62,3	-83	R\$ 131,7	-160
S	720	R\$ 183,6	-157	R\$ 373,0	-309
CO	167	R\$ 249,5	-8	R\$ 504,1	-14
Brasil	4.369	R\$ 173,7	-83	R\$ 322,9	-163

Os impactos dos cenários do prêmio são: aumento da renda agropecuária de participantes e redução de emissões. O aumento na renda é esperado uma vez que o prêmio representa um incremento no preço pago por produtos de baixa emissão e a redução nas emissões também é esperada dado que tais produtos se tornam mais competitivos. As emissões caem em 0,94% e em 1,84% nos cenários de prêmios de 5% e 10%, respectivamente, enquanto a renda aumenta em 0,52% e 0,96%.

O prêmio sobre produtos de baixa emissão comprados pelo PNAE é uma estratégia que tem potencial para reduzir emissões de GEE e aumentar a renda de produtores, porém o efeito é pequeno. O aumento de custos para a execução do prêmio é um aspecto desfavorável à sua implementação.

A participação no PNAE nos moldes em que foi implementado em 2017 é suficiente para promover considerável aumento de renda e redução nas emissões.

Ao invés de mudanças estruturais como o pagamento de prêmio, a estratégia mais efetiva para a ampliação do impacto do programa é a inclusão de um maior número de produtores, o que representa desafio considerável a ser enfrentado. A considerável ampliação da participação do fornecimento de alimentos pela agricultura familiar ao PNAE, principalmente nas médias e grandes cidades, contribuirá para mudanças estruturais na agricultura familiar brasileira.

3.2.3. PAA

3.2.3.1. Impacto do PAA na oferta de produtos agrícolas pela agricultura familiar

A análise dos impactos do PAA segue praticamente o mesmo procedimento adotado na análise do PNAE. O aspecto principal é que para o PAA não se diferencia a oferta para mercados institucionais da oferta para os demais mercados e, portanto, são estimados dois conjuntos de equações, um para participantes do PAA, e outros para não participantes.

A **Tabela 18** e a **Tabela 19** se destacam pela presença de resultados que se diferenciam em parte daqueles encontrados na análise do PNAE, evidenciando que os participantes dos dois programas, em média, diferem entre si em termos de como respondem a fatores exógenos. Entre os participantes do PAA, as elasticidades da oferta total são maiores do que aquelas observadas no caso do PNAE, o que provavelmente se deve ao menor nível de inserção comercial dos participantes do PAA em comparação aos do PNAE.

Tabela 18. Mediana das elasticidades estimadas para a amostra de participantes do programa

		Quantidade comercializada para todos os mercados (institucionais + não institucionais)							
		Participantes do PAA							
		Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Alimentícios agroindústria	Carne suína	Outros
Preço nos mercados não institucionais	Leite e lácteos	0.65	-2.77	0.34	-0.77	3.16	-1.69	-7.53	-3.57
	Carne bovina	-1.34	5.93	-0.74	1.58	-6.84	3.75	15.85	7.76
	Fruticultura	0.30	-1.33	0.19	-0.28	1.24	-0.97	-3.70	-1.74
	Olericultura	-0.36	1.40	-0.20	0.61	-2.14	0.86	4.30	1.76
	Grãos	0.61	-2.52	0.36	-1.04	4.08	-2.00	-7.98	-5.29
	Alimentícios agroind.	-0.53	2.14	-0.41	0.66	-2.34	2.67	4.96	3.46
	Carne suína	-0.85	3.70	-0.46	1.04	-4.55	1.70	16.48	3.81
	Outros	-0.61	2.56	-0.36	0.67	-4.77	2.26	5.66	14.10
Preço no PNAE	Leite e lácteos	1.35	-7.57	2.84	-2.48	11.54	-6.37	-18.17	-17.21
	Carne bovina	-0.38	0.44	-1.42	-0.56	0.21	0.74	-4.75	-0.78
	Fruticultura	1.65	0.42	-0.03	-0.15	0.67	-0.79	-0.23	-0.63
	Olericultura	-0.10	-1.17	-0.19	0.64	0.46	0.14	-1.73	1.01
	Grãos	-0.10	-0.47	-0.08	-0.11	-0.20	0.13	1.02	0.41
	Alimentícios agroind.	-0.08	-0.54	0.26	-0.48	0.06	-0.41	-0.60	0.14
	Carne suína	0.04	-0.04	-0.29	0.27	0.77	0.02	1.66	-0.57
Outros	Analfabeto	-0.30	-1.23	-1.45	-0.25	-0.34	0.49	-0.73	-0.96
	Ensino Superior	0.13	1.03	0.32	0.07	0.58	-0.17	-0.11	-0.83
	Área do estabelecimento	0.0001	0.0013	0.0001	0.0005	0.0003	0.0022	0.0025	0.0005
	Previdência ou benefícios	-0.56	2.09	-1.10	2.06	-3.34	2.49	14.48	0.78
	Tamanho da família	-0.14	-0.15	-0.05	0.28	-0.33	-0.31	1.02	0.11
	Participação em cooperativa	0.25	0.75	0.45	0.55	0.77	0.52	1.21	0.52

Tabela 19. Mediana das elasticidades estimadas para a amostra de não-participantes

		Não participantes do PAA							
		Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olericultura	Grãos	Alimentícios agroindústria	Carne suína	Outros
Preço nos mercados não institucionais	Leite e lácteos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Carne bovina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fruticultura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Olericultura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02
	Grãos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.02	-0.08	-0.01
	Alimentícios agroind.	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03	0.15	0.38	-0.08
	Carne suína	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.04	0.11	0.91	-0.18
	Outros	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	-0.06	-0.41	0.37
	Analfabeto	-0.38	-1.14	-0.93	-0.31	-2.16	-0.17	-0.96	0.07
	Ensino Superior	0.03	1.03	0.02	0.25	0.94	0.10	0.36	-0.12
	Área do estabelecimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Previdência ou benefícios	-0.02	-0.02	-0.20	-0.10	0.21	0.03	0.32	0.03
	Tamanho da família	-0.01	-0.16	-0.14	0.11	-0.53	-0.02	-0.30	0.27
	Participação em cooperativa	0.43	0.41	0.46	0.51	0.99	0.08	0.37	-0.11

Fonte: elaboração própria com base no modelo estimado.

Um resultado bastante relevante é a diferença entre as elasticidades dos participantes e não participantes do PAA. A elasticidade quase nula para muitos dos preços e para a área entre os não participantes indica que o público-alvo do PAA, quando não inseridos na política, são muito pouco responsivos a mudanças nos preços de mercado. O principal determinante para a oferta de tais produtores são os aspectos socioeconômicos, e entre as variáveis que mais afetam a oferta dos produtos estão o analfabetismo, com efeito negativo sobre todos os produtos, exceto para a categoria outros; o cooperativismo, com efeito positivo para todos, exceto para a categoria outros; e o tamanho da família, cujo aumento favorece a produção de olerícolas e outros produtos.

Os efeitos da participação no PAA sobre a comercialização de produtos pelos participantes são apresentados na **Tabela 20**.

Tabela 20. Impacto da participação no PAA na quantidade total produzida, para os participantes, por região

Região	Leite e lácteos	Carne bovina	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Produtos alimentícios	Carne suína	Outros
N	90%	-61%	60%	2%	60%	89%	60%	94%
NE	89%	70%	56%	50%	72%	91%	91%	79%
SE	86%	36%	74%	51%	49%	92%	88%	86%
S	73%	-71%	50%	1%	10%	86%	50%	84%
CO	84%	33%	66%	62%	36%	96%	72%	91%
Brasil	87%	50%	58%	44%	60%	91%	87%	83%

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da **Tabela 20** evidenciam que a participação no PAA promove aumento na oferta de todos os produtos, pelos participantes, em nível nacional. O valor de 87% para o leite no Brasil significa que a participação no PAA teve um impacto na produção de leite que é equivalente a 87% da produção observada entre os participantes. A oferta de carne bovina se reduz no Norte e Sul, mas o aumento nas demais regiões mais do que compensa tal queda. **Esses resultados permitem inferir que o PAA é eficiente na promoção de inserção comercial, mas como promove pouca mudança na matriz produtiva dos participantes, leva a um aumento generalizado na oferta de todos os produtos.**

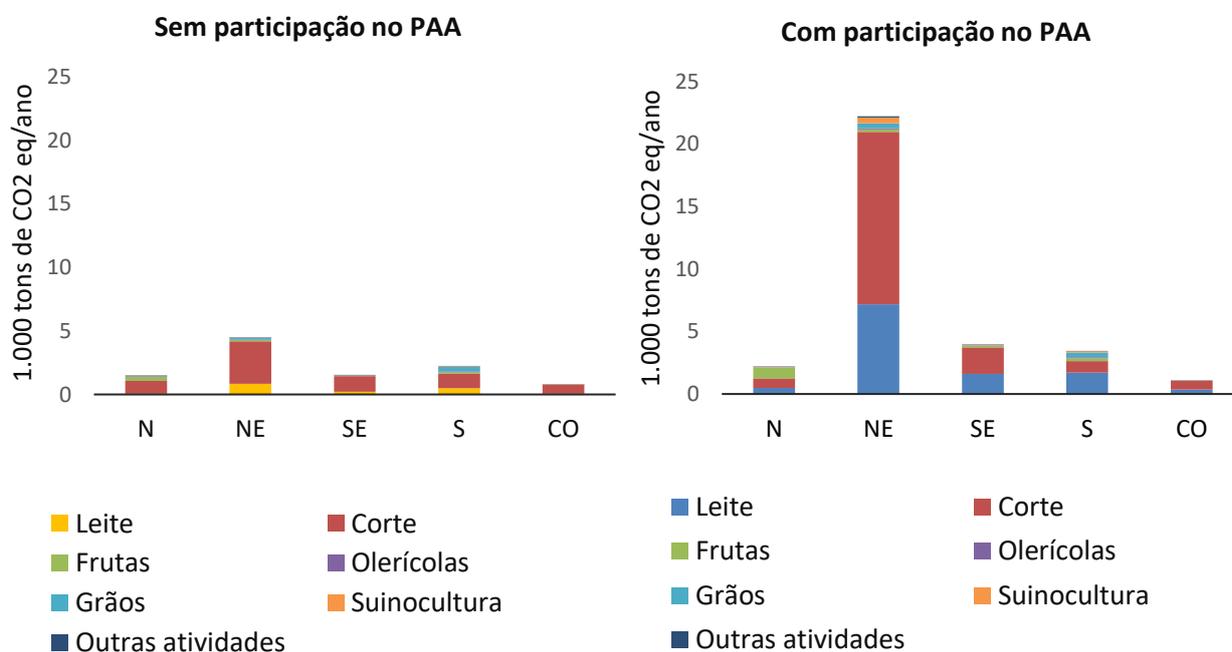
→ Qual o impacto total estimado do PAA em 2017 na composição e no montante produzido pela agricultura familiar?

O PAA é eficiente na promoção de inserção comercial, mas promove pouca mudança na matriz produtiva dos agricultores e leva a um aumento generalizado na oferta dos produtos da AF.

3.2.3.2. Mudanças na matriz produtiva do PAA e alteração nos níveis de emissão de gases do efeito estufa

As emissões esperadas para a amostra de participantes do PAA, caso não participassem na política, são apresentadas na **Figura 23**. O cálculo considera a quantidade esperada produzida de cada produto por cada agricultor, dadas as condições de mercado e as outras variáveis exógenas do modelo.

Figura 23. Emissões de GEE, em CO₂ equivalente, com participação e na ausência de participação no PAA, para a amostra de produtores participantes do PAA (2.821 produtores)



Os resultados evidenciam que **com a participação no PAA as emissões decorrentes da agropecuária crescem** de forma considerável, especialmente no Nordeste, onde se concentra o maior número de participantes. O efeito é mais intenso nas regiões Nordeste e Sudeste devido à grande expansão na produção

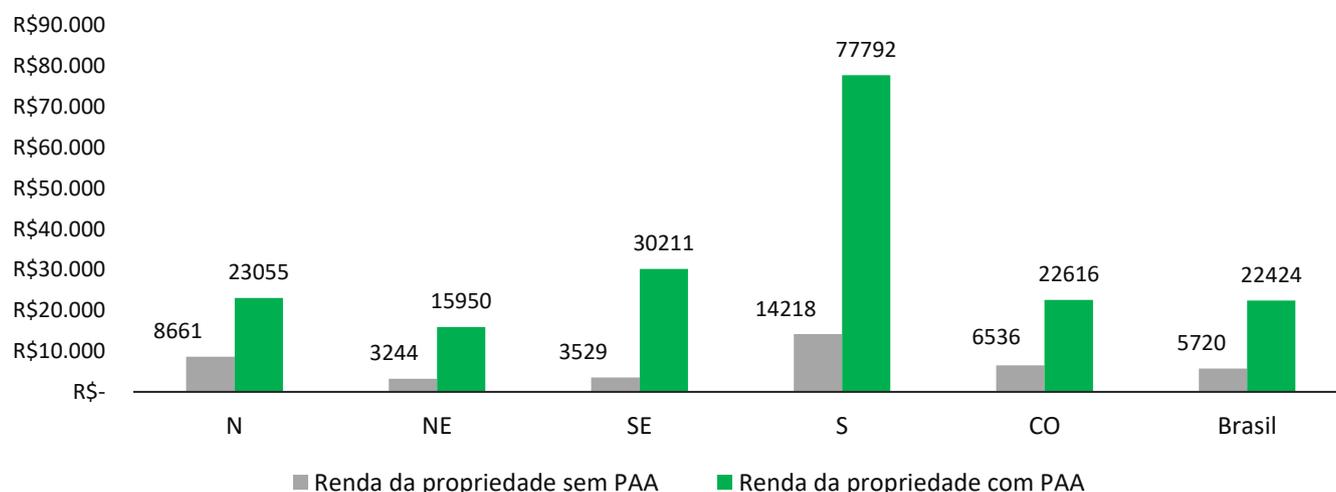
pecuária e baixo crescimento da produção de produtos da agricultura e de outras atividades, sendo 3,93 e 1,63 vezes menores do que o que seria observado na ausência do Programa, respectivamente (**Tabela 21**). O efeito total entra participantes, por fim, é de um aumento de 214% nas emissões totais.

Tabela 21. Variação nas emissões por produto e por região devido à participação no PAA, em mil tons de CO₂eq/ano

	Leite	Corte	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outras	TOTAL
N	0,43	-0,26	0,52	0,00	0,02	0,03	0,00	0,72
NE	6,34	10,44	0,11	0,05	0,26	0,43	0,08	17,71
SE	1,39	0,90	0,09	0,02	0,02	0,04	0,01	2,46
S	1,23	-0,24	0,12	0,02	0,01	0,05	0,00	1,19
CO	0,28	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,33
Brasil	9,67	10,86	0,85	0,09	0,31	0,54	0,10	22,42

É importante enfatizar que o aumento das emissões descrito acima se dá com o aumento da inserção comercial dos produtores e na renda da agricultura familiar. Uma análise da variação na renda dos produtores evidencia que, devido à participação no Programa, a renda média oriunda da produção agropecuária cresce, em média, 292%, um valor equivalente a R\$ 16.703/produtor.ano (**Figura 24**). Esse valor é 2,5 vezes maior do que o ticket médio do PAA no ano de 2017 (R\$ 6.682/ano), evidenciando que os efeitos realocativos do Programa contribuem para o aumento da receita agropecuária dos participantes.

Figura 24. Renda agropecuária dos produtores participantes com participação no PAA (observada) e sem participação no PAA (estimada)



O aumento das emissões devido ao aumento das receitas é esperado, dado que a expansão produtiva acarreta maior uso de insumos e maiores níveis de produção. O desenvolvimento socioeconômico requer aumento da renda e a relevância do PAA, nesse contexto, deve ser analisada pelo balanço entre aumento de produção e redução da pobreza rural, dados os impactos inerentes a qualquer atividade produtiva.

A fim de mensurar como a participação no PAA está associada ao desenvolvimento social ambientalmente mais sustentável, estimou-se a variação no volume de emissões por unidade de receita (R\$) para os participantes, para cada produto, devido à participação no PAA (**Tabela 22**).

Tabela 22. Mudança no nível de emissão por R\$ de receita da atividade devido à participação no PAA

	Leite	Corte	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outras	Emissão/ agricultor
N	2%	11.5%	0%	-24%	-7%	5%	-19%	-12%
NE	-1%	13%	2%	4%	-18%	1%	-5%	13%
SE	-1%	14%	-1%	-8%	4%	1%	-20%	-12%
S	-1%	-1%	-3%	-6%	-1%	-6%	-46%	-6%
CO	-1%	0.1%	11%	-8%	-10%	12%	-	-20%
Brasil	12%	14%	-2%	-8%	2%	24%	-9.3%	18%

A **Tabela 22** evidencia que a inserção comercial dos produtores é acompanhada por um aumento no nível de emissões por R\$ gerado nas atividades produtivas, exceto para frutas, olerícolas, e outras atividades. A explicação para tal resultado é o fato de que a participação no PAA favorece o aumento da produção de leite, corte, suinocultura e grãos, em áreas em que a relação entre emissão e preço por unidade de produto é maior nessas categorias, piorando a relação entre emissões necessárias para geração de 1 R\$ de receita por produto.

Estimando-se a mudança nas emissões decorrentes da participação no PAA devido ao efeito de mudança na matriz produtiva, obtém-se que o PAA propiciou condições para um aumento de 10% em relação ao que seria observado na ausência do Programa, para obtenção da mesma receita que os participantes alcançam por meio da participação (**Tabela 23**).

Tabela 23. Impacto da participação do PAA nas emissões em relação ao cenário sem Programa caso os produtores obtivessem a mesma receita, em mil tons de CO₂eq/ano

	Leite	Corte	Fruticultura	Olerícolas	Grãos	Carne suína	Outras	Total
N	0,01	0,08	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,07
NE	-0,06	1,61	0,00	0,00	-0,09	0,00	-0,01	1,46
SE	-0,02	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,23
S	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,04	-0,08
CO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Brasil	1,17	2,18	-0,03	-0,02	0,02	0,02	-0,03	3,31

Fonte: elaboração própria com base no modelo estimado.

Esses resultados são relevantes no sentido em que evidenciam que a inserção comercial promovida pelo PAA está associada a um aumento no nível de emissões, o que pode ser interpretado como seu custo ambiental. O papel do PAA no apoio à agricultura familiar e combate à insegurança alimentar é inegável, e deve ser sempre reconhecido como a qualidade absoluta do Programa.

O efeito de aumento das emissões que foi observado nesta análise pode ser modificado ou mitigado por meio de estratégias que explorem as qualidades do PAA enquanto programa social. Incentivos por meio de preços diferenciados para atividades que apresentam maior vantagem em relação à dimensão por unidade de produto podem ser trabalhados, de modo a reduzir os efeitos de expansão da pecuária de corte e favorecer a produção agrícola ou de leite.

→ Qual a mudança estimada na emissão de gases de efeito estufa associada a tais impactos?

A inserção comercial promovida pelo PAA está associada a um aumento no nível de emissões, o que pode ser interpretado como seu custo ambiental. O papel do PAA no apoio à agricultura familiar e combate à insegurança alimentar é inegável, devendo ser reconhecido como sua grande virtude. O efeito de aumento das emissões pode ser modificado por meio de estratégias que promovam a modificação de matrizes e sistemas produtivos, em âmbito local, principalmente, a substituição da produção pecuária pela de agricultura.

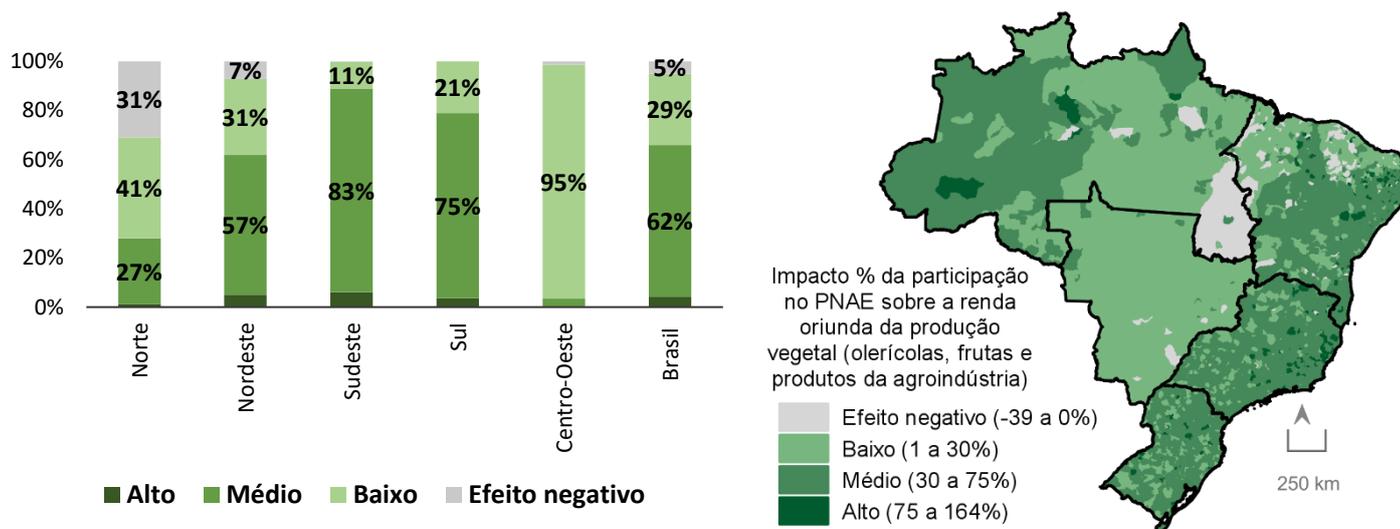
3.2.4. Análise espacial exploratória

O objetivo desta seção é apresentar um exemplo de aplicação dos resultados do estudo em conjunto a análise espacial de variáveis secundárias com o intuito de mostrar o potencial para aprimoramento de prioridades regionais das políticas de compras públicas. Ressalta-se que essa modalidade de análise pode ser construída de diferentes maneiras com diferentes variáveis e só tem efetividade quando elaborada em consonância às perguntas e intenções dos gestores da política e, preferencialmente, com acesso aos dados atuais de aplicação de recursos. Nesse sentido, o exercício não tem a função dentro do projeto de se apresentar como análise definitiva, mas sim de ser utilizada como ponto de partida na interlocução com gestores e na construção de parcerias futuras.

A seguir são caracterizados os municípios relacionando o efeito da mudança na matriz produtiva com o tipo de produção (animal ou vegetal) prevalente no município, o tipo de agricultor familiar prevalente e desmatamento. A mudança da matriz produtiva é representada aqui pelo impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção, tanto para a produção de leite, de vegetais (olerícolas, frutíferas e produtos da agroindústria) quanto para a produção pecuária (carne bovina)⁵⁵. Para cada tipo de produção uma classificação em três classes foi realizada.

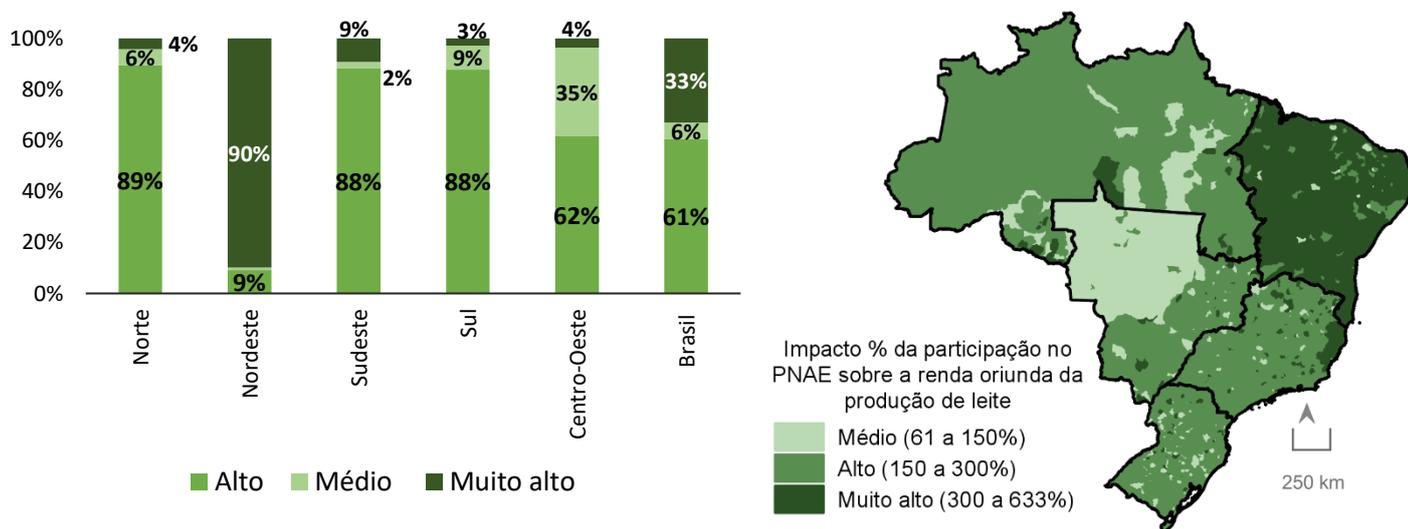
O impacto na produção vegetal foi classificado como baixo (de 0 a 30%), médio (de 30 a 75%) e alto (de 75 a 164%). No Brasil, em 62% dos municípios (3.434 municípios) o impacto da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção vegetal é médio, em 29% o impacto é baixo (1.614), em 5% (277) o efeito é negativo (a renda oriunda da produção vegetal diminui com a participação no PNAE) e em 4% (238) o impacto é alto. Na região Centro-Oeste o impacto da PNAE na renda agropecuária da produção vegetal é predominantemente baixo (**Figura 25**).

Figura 25. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção vegetal (número de municípios em cada classe)



O impacto na produção de leite, por ser positiva em todos os municípios, foi classificado como médio (de 61 a 150%), alto (de 150 a 300%) e muito alto (de 300 a 633%). No Brasil, em 62% dos municípios (3.370 municípios) o impacto da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção de leite é alto, em 33% o impacto é muito alto (1.833) e em 6% (360) o efeito é médio. Na região Nordeste o impacto da PNAE na renda agropecuária da produção de leite é predominantemente muito alto (em 90% dos municípios da região) (Figura 26).

Figura 26. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção de leite (número de municípios em cada classe)



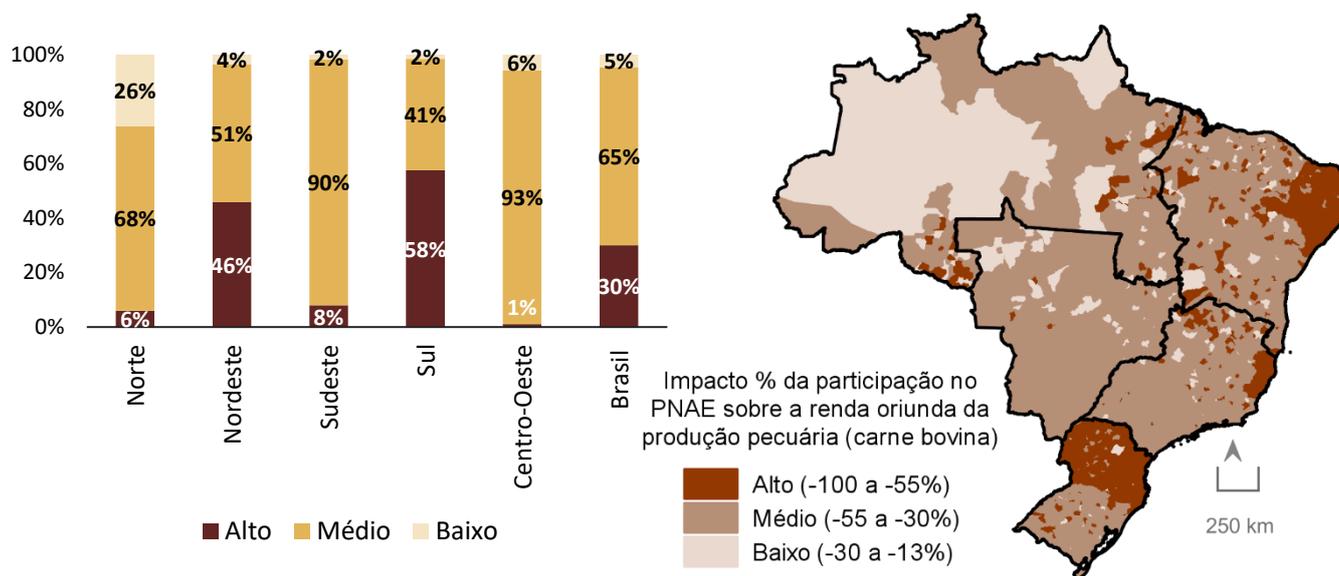
O impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária (de carne bovina) é negativo em todo o território nacional, ou seja, a participação no PNAE diminui a renda da produção pecuária, desincentivando a produção pecuária, e, conseqüentemente, reduzindo a emissão de gases do efeito estufa. O impacto percentual na pecuária foi classificado como baixo (de -30 a -13%), médio (de -30 a -55%) e alto (de -55 a -100%).

No Brasil, em 65% dos municípios (3.635 municípios) o impacto da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária (carne bovina) é médio, em 30% o impacto é alto (1.673) e em 5% (255) o efeito é baixo. Em todas as regiões é possível observar a diminuição da renda oriunda da pecuária com a participação no PNAE. Na região Sul, 58% dos municípios apresentam efeito alto e na região Nordeste 46% dos municípios são impactados de maneira bastante significativa (**Figura 27**).

Como a mudança na matriz produtiva impulsionada pela participação no PNAE é ocasionada principalmente pela redução na produção pecuária e que esse fator está diretamente relacionado com a redução da emissão de gases do efeito estufa, a partir deste ponto a análise terá como foco os municípios onde o impacto da participação no PNAE na renda oriunda da pecuária teve efeitos significativos.

Primeiro será feita a seleção dos municípios onde a agricultura familiar tem forte presença e em seguida o perfil destes municípios será caracterizado, de acordo com o tipo de produção prevalente e com o tipo de produtor de cada município. Posteriormente, esse perfil será relacionado com o desmatamento de cada município.

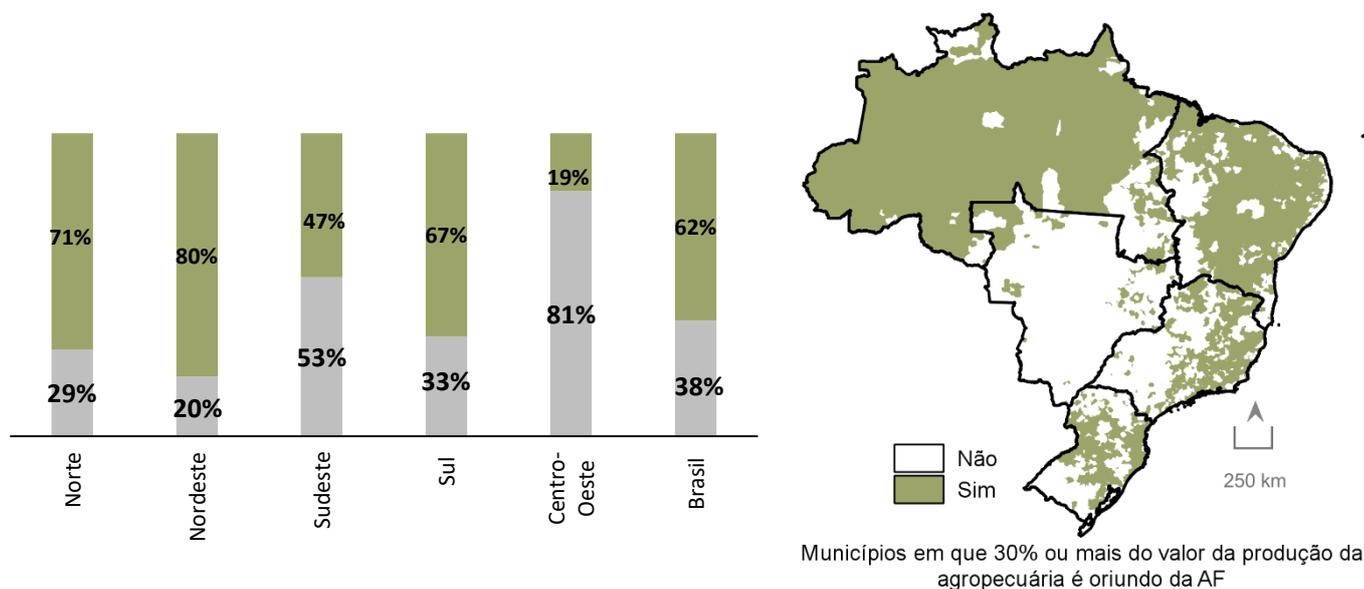
Figura 27. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária e gráfico do percentual de municípios em cada classe)



• Participação de agricultura familiar nos municípios brasileiros

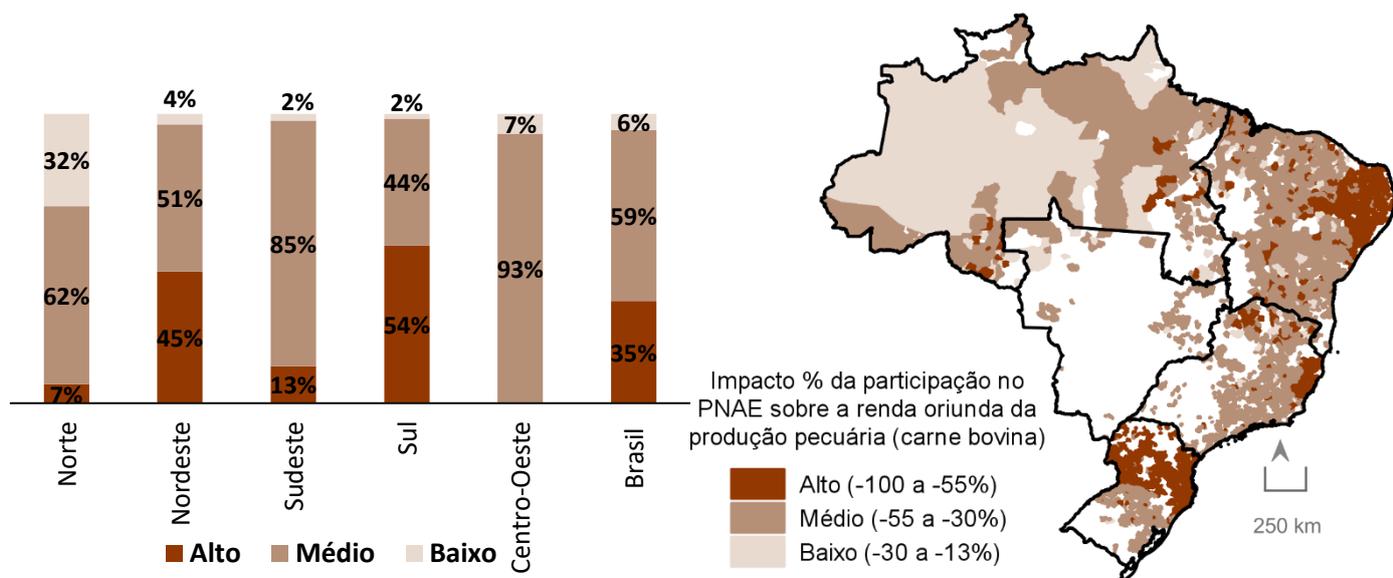
Os municípios foram classificados de acordo com o valor de produção agropecuária. Caso o valor de produção da agricultura familiar fosse maior ou igual a 30% no município, considerou-se que a agricultura familiar tem presença relevante. No Brasil, 3.436 municípios (62%) possuem valor de produção significativo da agricultura familiar e 2.126 municípios não tem presença relevante da agricultura familiar (**Figura 28**). Nordeste e Norte são as regiões que mais possuem municípios onde o valor de produção da agricultura familiar é relevante. No Centro-Oeste, a produção da agricultura familiar não é tão expressiva.

Figura 28. Percentual de municípios em que 30% ou mais do valor de produção da agropecuária é oriundo da AF e especialização



Com a seleção dos municípios onde a presença agricultura familiar é relevante, o impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária foi analisado. O impacto do PNAE é alto em 35% (1.208) dos municípios em que a AF tem participação relevante, o impacto é médio em 59% (2.017) e é baixo em 6% (192 municípios). Na região Sul do país o impacto é alto em 54% (434) dos municípios da região e na região Nordeste o impacto é alto em 45% (654 municípios). Na região Centro-Oeste, o impacto da participação no PNAE sobre a renda oriunda da pecuária é médio em 93% dos municípios e baixo em 7% dos municípios (**Figura 29**). Nos municípios em que o impacto é alto (a renda oriunda da pecuária diminui com a participação no PNAE) é esperado que haja maior redução da emissão de GEE.

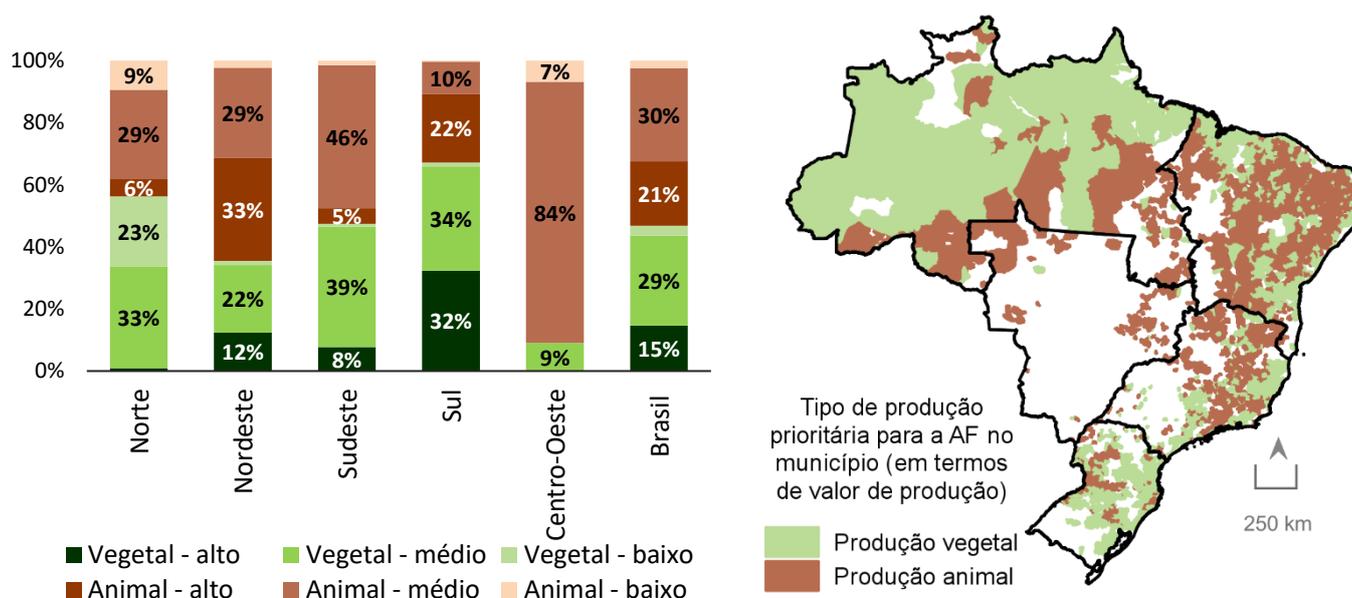
Figura 29. Impacto percentual da participação no PNAE sobre a renda oriunda da produção pecuária nos municípios onde a AF é presente



A identificação do tipo de produção prevalente (animal ou vegetal), que gera a maior renda para a agricultura familiar, é um indicador do perfil do município. Nos municípios onde o impacto do PNAE sobre a renda oriunda da pecuária é alto e o perfil de produção do município é animal, pode haver uma mudança na matriz produtiva relevante, por exemplo. No geral, 47% dos municípios (1.601) do Brasil apresentam perfil produtivo vegetal (o valor de produção vegetal da agricultura familiar é maior do que o valor de produção animal da AF no município) e 53% (1.813) perfil de produção animal. No Brasil, 21% dos municípios (709) apresentam impacto alto e perfil de produção animal e 15% (499) impacto alto e perfil de produção vegetal. 30% dos municípios (1.024) impacto médio e perfil de produção animal e 29% (993) impacto médio e perfil de produção vegetal. Por fim, 2% (83) dos municípios apresentam impacto baixo e perfil de produção animal e 3% (109) apresentam impacto baixo e perfil de produção vegetal (**Figura 30**).

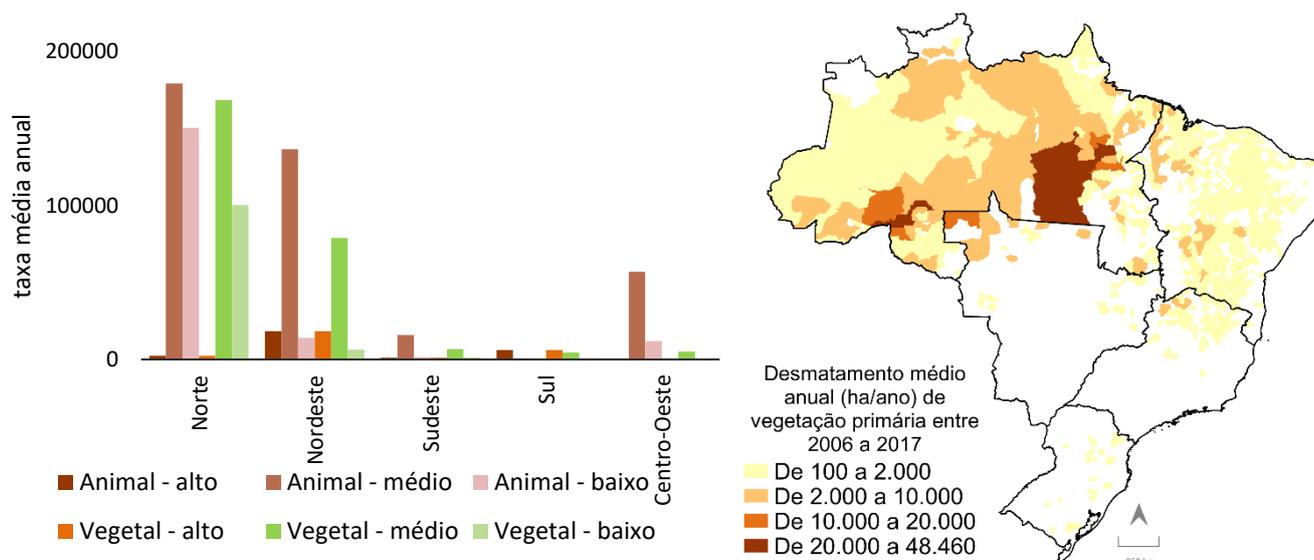
Na região Nordeste do país cerca de 64% (928) dos municípios apresentam perfil de produção animal e 36% (511) perfil de produção vegetal. Do total de municípios da região 33% (476) apresentam impacto alto da participação no PNAE e apresentam perfil de produção animal. Nestes municípios pode-se esperar que o PNAE cause um efeito de mudança de perfil produtivo, ou seja, de um perfil de produção animal passe a apresentar um perfil de produção vegetal, e, conseqüentemente reduza a emissão de gases do efeito estufa.

Figura 30. Perfil de produção nos municípios onde a agricultura familiar é presente e relação com o impacto da participação no PNAE na renda oriunda da pecuária



O desmatamento da vegetação primária acumulado entre 2006 e 2017 nos municípios com perfil de produção animal foi de 7,7 milhões de hectares, com taxa média de 0,65 Mha/ano, enquanto o desmatamento de vegetação primária acumulado no mesmo período nos municípios com produção vegetal foi de 4,8 Mha, com taxa média de 0,40 Mha/ano. Com exceção da região Sul, os municípios com perfil de produção animal apresentaram taxas de desmatamento maiores comparados aos municípios de perfil de produção vegetal (**Figura 31**).

Figura 31. Taxa de desmatamento de vegetação primária (2006 - 2017) nos municípios em que a produção familiar é relevante



Após a caracterização dos municípios quanto ao impacto da participação no PNAE sobre a renda oriunda da pecuária, ao tipo de perfil de produção e ao desmatamento, o próximo passo foi caracterizar o município quanto ao tipo de produtor presente (produtor, pluriativo, semipluriativo, desativação previdenciária, assistido, extremamente pobre com benefício e extremamente pobre sem benefício), conforme a categorização descrita no item **3.1.5**. No Brasil, nos municípios com produção de agricultura familiar relevante, do total de produtores cadastrados na base da DAP (1.220.537), 48% são produtores (479.424), 27% extremamente pobres sem benefício (264.881), 8% extremamente pobres com benefício (84.142), 7% estão dentro da categoria desativação previdenciária (74.721), 4% são assistidos (42.713), 3% são semipluriativos (31.717) e 2% (19.992) são pluriativos (**Figura 32 e Figura 33**).

Figura 32. Categorização dos produtores familiares com base nas DAPs (2017) nos municípios onde a produção da AF é relevante

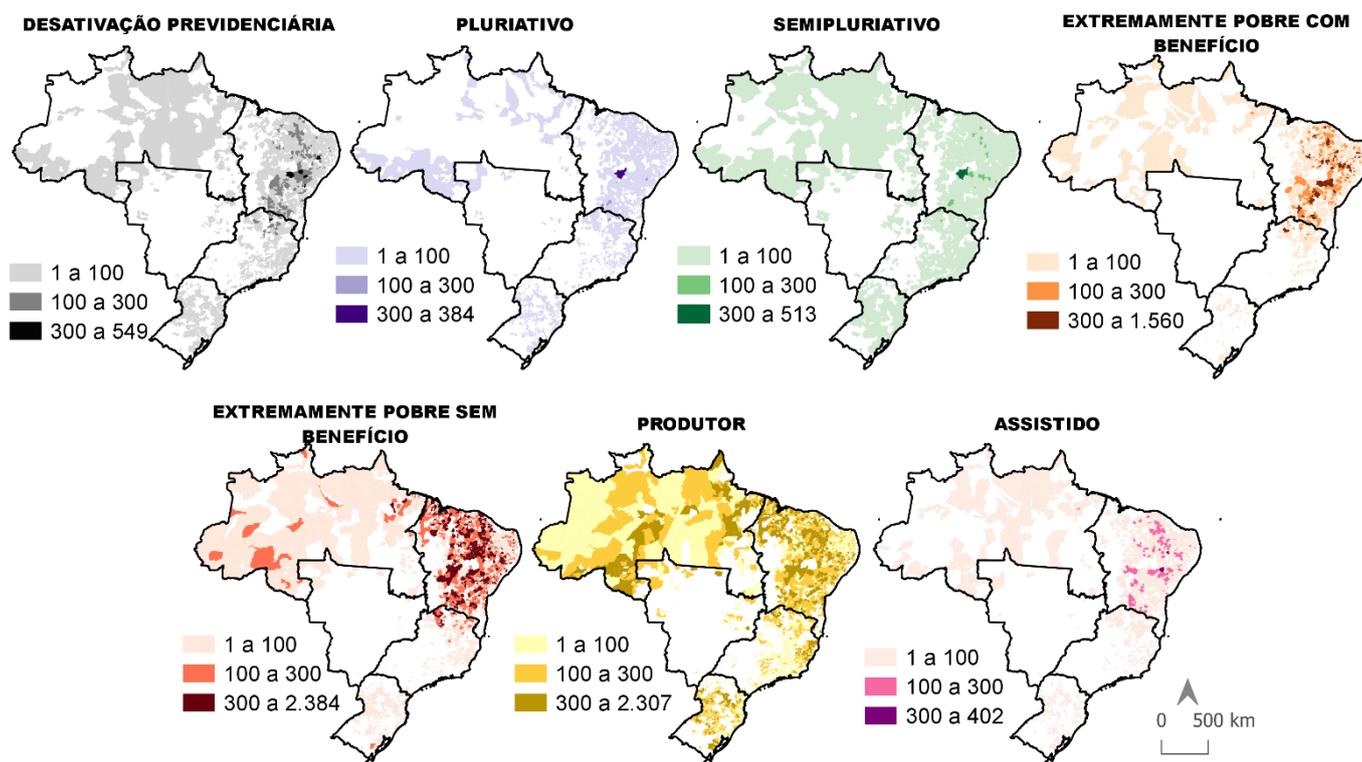
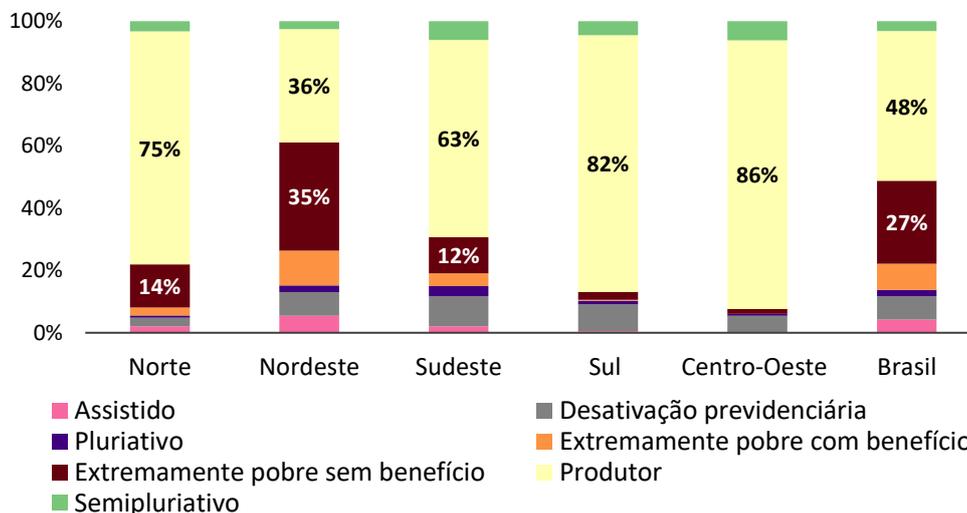


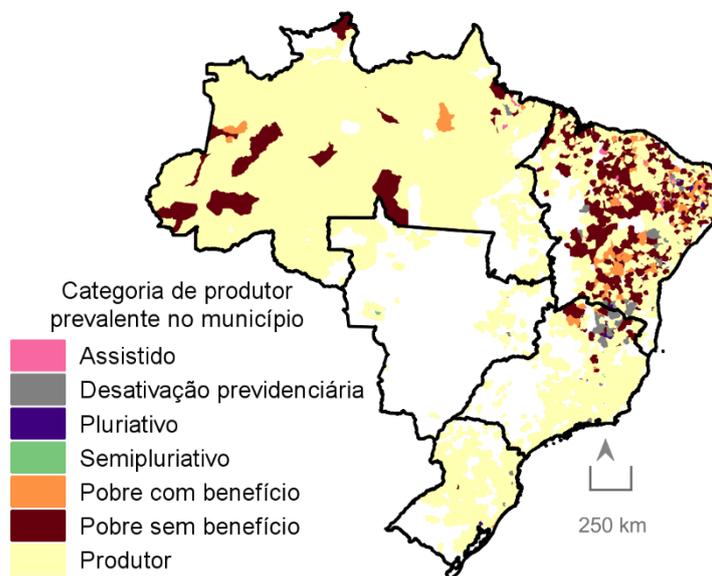
Figura 33. Percentual de categorias de produtor por região e no Brasil



Na região Centro-Oeste do país 86% dos agricultores familiares são categorizados como produtores, 6% como semipluriativos, 5% como desativação previdenciária, 2% são extremamente pobres sem benefício e 1% são pluriativos. Na região Nordeste, o número de agricultores categorizados como produtores e como extremamente pobres sem benefício são similares, 252.861 (36%) e 240.570 (35%), respectivamente. Os agricultores familiares extremamente pobres com benefício somam 77.950 (11%). No total, são 318.520 produtores em situação de extrema pobreza na região Nordeste, indicando uma situação de grande vulnerabilidade.

Considerando o número de produtores prevalente por município, é possível observar a grande concentração de agricultores familiares pobres na região Nordeste, no Norte do estado de Minas Gerais e na região amazônica (Figura 34).

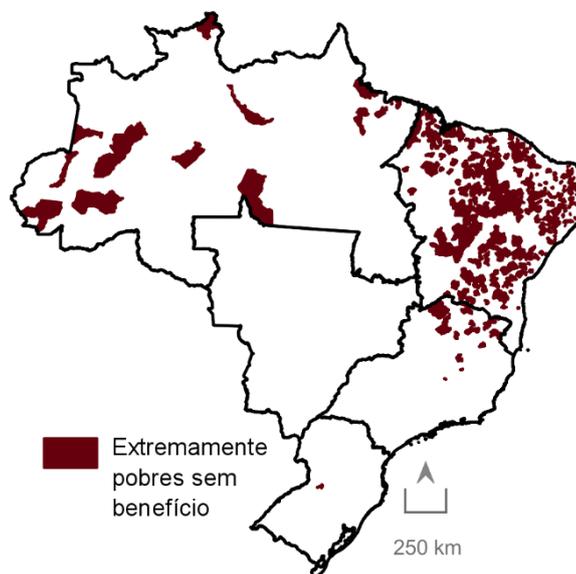
Figura 34. Categoria de produtor familiar prevalente nos municípios em que a produção da AF é relevante



Na região Sul do Brasil 99% dos municípios apresentam prevalência de agricultores familiares produtores e 1% de agricultores em situação de desativação previdenciária. No Norte, 90% dos municípios tem prevalência dos agricultores familiares produtores, 8% dos pobres sem benefício, 2% dos pobres com benefício e 1% dos assistidos. No Sudeste, 92% dos municípios tem prevalência de agricultores familiares produtores, 4% de extremamente pobres sem benefício, 3% de agricultores em situação de desativação previdenciária, 1% de pluriativos e 1% de extremamente pobres com benefício. Na região Nordeste em 51% dos municípios há a prevalência de agricultores familiares produtores, em 32% de extremamente pobres sem benefícios, 11% extremamente pobres com benefício, 3% desativação previdenciária, 2% assistido e 1%

pluriativo. Os municípios onde há o maior número de agricultores extremamente pobres sem benefício (Figura 35) podem ser priorizados em programas de compras públicas ou de assistência.

Figura 35. Espacialização dos municípios de produção da agricultura familiar - Extremamente pobres em benefícios



O PNAE pode promover a mudança na matriz produtiva no município (de produção animal para produção vegetal), promover a redução da emissão de gases do efeito estufa e gerar renda estável para os agricultores familiares, sendo um programa de compra institucional que tem o potencial de lidar com questões ambientais e sociais conjuntamente. Considerando três principais aspectos: i) municípios em que os agricultores familiares extremamente pobres são prevalentes; ii) municípios com perfil de produção animal e iii) municípios onde o impacto da participação no PNAE sobre a renda é alto, é possível identificar alguns municípios que podem ser prioritários na tomada de decisão (Figura 36).

Figura 36. Municípios prioritários



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados deste estudo trazem elementos até então não revelados sobre impactos da participação da agricultura familiar no PNAE e no PAA, os quais merecem ser debatidos e aprofundados.

Dentre os aspectos relevantes dos impactos da participação da AF no PNAE podem ser destacados:

- O PNAE pode ser entendido como uma política de comercialização que promove inserção direta dos agricultores familiares em um mercado institucional com preços geralmente melhores do que aqueles recebidos quando na venda para atravessadores. A participação no PNAE altera as restrições de mercado enfrentadas pelos agricultores familiares e aumenta a produção agrícola. Aumentando o custo de oportunidade (receita que pode ser obtida) da terra e trabalho, o PNAE viabiliza a produção comercial, estimulando a realocação de recursos para a produção comercial. A realocação de recursos antes reservados para a subsistência impacta não apenas a produção dos bens comercializados para o PNAE, mas também a produção comercializada para outros mercados, gerando aumento de renda. O efeito de aumento na produção comercializada para mercados não institucionais é não neutro, gerando mudança relevante na matriz produtiva.
- A participação no PNAE promove a mudança na matriz produtiva dos agricultores familiares. De forma geral há um aumento na produção vegetal (de frutas, vegetais e de produtos da agroindústria), uma diminuição na produção de grãos ou commodities e a transição de uma produção pecuária de corte para uma pecuária leiteira.
- Essa alteração da matriz produtiva impacta os níveis de emissão de gases do efeito estufa, devido principalmente à diminuição da produção de carne bovina. A mudança, além de reduzir as emissões, garante o aumento da renda média dos agricultores participantes do programa.
- Considerando os diversos benefícios da participação do PNAE - mudança na matriz produtiva, redução da emissão de GEE, inserção dos agricultores em mercados não institucionais e promoção do aumento da renda dos agricultores familiares participantes - três cenários que simulam a expansão do Programa foram analisados no trabalho. Em um cenário de atendimento da cota mínima de 30% de compra direta da agricultura familiar em todos os municípios do Brasil (em atendimento à Lei nº 11.947/2009), considerando os agricultores com DAP/CAF de cada município, seria possível incluir cerca de 27 mil agricultores no Programa. Em um cenário de expansão de compras para 40%, seria possível incluir cerca de 47 mil produtores e em um cenário de expansão 50% seria possível incluir cerca de 70 mil produtores no PNAE.
- O potencial de inclusão de agricultores em cada cenário seria ainda maior caso não houvesse déficit de produtores do município com DAP/CAF. Potencialmente seriam incluídos no Brasil cerca de 77 mil produtores no cenário de 30%, 126 mil no cenário de 40% e 182 mil no cenário de 50%.
- O prêmio sobre produtos de baixa emissão de GEE comprados pelo PNAE é uma estratégia que tem potencial para reduzir emissões e aumentar a renda de produtores, porém o efeito é pequeno. O aumento de custos para a execução do prêmio é um aspecto desfavorável à sua implementação.

- A melhor estratégia para ampliação dos impactos positivos do PNAE – mudança para uma matriz produtiva com menor produção da pecuária de corte e consequente redução da emissão de gases, e aumento da renda dos agricultores familiares -, é a inclusão de produtores no Programa.

Dentre os aspectos relevantes dos impactos da participação da AF no PAA podem ser destacados:

- A participação no PAA aumenta de forma generalizada a produção dos agricultores familiares, gerando inserção no mercado e o aumento da renda dos agricultores. A renda média dos participantes do PAA aumenta em média 292% mais do que a renda média observada nos agricultores que não participam do Programa. Como a produção agropecuária aumenta de forma generalizada, é observado um aumento na emissão de GEE.
- O desenho de cada programa influencia na alteração da matriz produtiva, bem como na emissão de GEE. O PAA atende produtores mais vulneráveis do que aqueles que participam do PNAE. Desse modo, o PAA promove o aprendizado necessário para que a entrada do agricultor familiar em mercados mais complexos como o PNAE.
- A análise espacial conjugada às variáveis de caracterização produtiva e socioeconômica indica caminhos para a focalização territorial das políticas, visando explorar o máximo potencial em geração de renda e mudanças na matriz produtiva. Esse enfoque pode ser aprofundado em parceria com os gestores locais e federais, de modo a responder a perguntas e problemas específicos, incorporando as ferramentas de análise territorial na tomada de decisão em políticas públicas.

Os resultados encontrados são extremamente relevantes, pois demonstram o papel do PNAE como programa de promoção de uma mudança estrutural na matriz produtiva e inserção comercial, que transfere bem-estar para agricultores familiares, gerando efeitos de transbordamento relevantes. Esses efeitos promovem desenvolvimento social, além de resultar em menor impacto para o meio ambiente, reduzindo as emissões, em relação ao que seria observado na ausência do Programa.

No caso do PAA, o ponto forte do programa é a inclusão de produtores com pouca capacidade de resposta aos estímulos de mercado (preços). Essa inclusão, nos moldes em que o Programa foi executado no ano de 2017, propiciou condições para o aumento total da oferta de produtos sem alterar consideravelmente a matriz produtiva, gerando aumento de renda, porém acarretando maiores níveis de emissão derivados do aumento da produção agropecuária.

5. FASE II – ANÁLISE QUALITATIVA

A fase quantitativa da pesquisa retorna argumentos para subsidiar um debate propositivo de soluções com atores relevantes na área de desenvolvimento rural sustentável. A discussão com diferentes segmentos envolvidos na execução das compras públicas da AF certamente será capaz de oferecer respostas objetivas para as questões colocadas no início do estudo e, além disso, propor estratégias que ajudem no fortalecimento da agricultura familiar e, conseqüentemente, na construção de sistemas alimentares integrados e sustentáveis.

Na fase qualitativa do estudo diversas apresentações foram realizadas envolvendo diferentes especialistas, entre eles especialistas do Instituto Clima e Sociedade (ICS), Instituto Comida do Amanhã (ICA), Cátedra Josué de Castro, Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), etc. A última etapa da fase qualitativa envolve a organização de um evento programado para o segundo semestre de 2023, em conjunto com o Laboratório Urbano de Políticas Alimentares (LUPPA), que visa a exposição dos resultados encontrados para gestores municipais, de pelo menos cinco municípios brasileiros. O objetivo do evento é levantar os principais entraves para a ampliação da execução do PNAE e do PAA, bem como compreender como os resultados encontrados conversam com a realidade dos municípios.

5.1. Disseminação dos resultados

Os resultados parciais do estudo foram apresentados para o contratante – Instituto Clima e Sociedade/ICS – no dia 12 de janeiro de 2023. Na data de apresentação, embora os resultados não abrangessem a análise de cenários e a análise de redução de emissão de gases de efeito estufa, os mesmos se demonstraram suficientemente interessantes e inovadores. Após a reunião, um dos principais encaminhamentos foi a disseminação dos resultados e a construção de pontes com instituições parceiras. A apresentação dos resultados, já aprimorados, foi realizada dia 15 de fevereiro para o Instituto Comida do Amanhã (ICA). A partir desta reunião diversos pontos foram levantados, como a questão do número de produtores sem DAP, a desatualização dos dados (infelizmente não há dados disponíveis mais atuais) e a sugestão da agregação da análise por tamanho de municípios. A reunião com o ICA deu início a parceria firmada entre o LUPPA e o Grupo de Políticas Públicas (**Quadro 4**). O evento com a participação dos gestores, organizados pelas duas instituições, será realizado no dia 23 de agosto de 2023.

Além destes encontros, os resultados do projeto foram discutidos com especialistas da Cátedra Josué de Castro, no dia 23 de março de 2023. Após essa conversa os resultados puderam ser melhor desenvolvidos, especialmente no que se refere à comunicação e à apresentação dos dados. Importantes reuniões para discussão da incidência dos resultados foram realizadas com o envolvimento de órgãos governamentais. A primeira ocorreu no dia 06 de junho de 2023 com o Ministério do Desenvolvimento Agrário e a segunda no dia 28 de junho de 2023, com a participação do MDA e do Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS).

Quadro 4. Agenda de apresentação dos resultados do estudo com diferentes atores

Data	Atores envolvidos	Pauta principal
12/01/2023	GPP e ICS	Apresentação dos resultados preliminares
15/02/2023	GPP e ICA	Apresentação e discussão dos resultados parciais
23/03/2023	GPP, ICS, Cátedra Josué de Castro	Apresentação e discussão dos resultados parciais
06/06/2023	GPP, ICS e MDA	Apresentação e discussão dos resultados finais
16/06/2023	GPP e ICA	Formalização de parceria e organização de evento para consulta de gestores
28/06/2023	GPP, MDS e MDA	Apresentação da categorização dos agricultores familiares

6. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A principal limitação em relação às análises está ligada a não incorporação de relações sistêmicas entre políticas de compras públicas (PAA e PNAE) e as emissões de gases de efeito estufa. Este tipo de resultado é alcançável com modelagem de equilíbrio geral computável (modelo EGC. TERM-BR), que simula todas as relações insumo-produto de funcionamento da economia e permite estimar o efeito de aplicação de uma determinada política, pareado a uma linha de base sem a política. A modelagem é intensa em investimento de recursos para calibragem de choques específicos relacionados às políticas de compras públicas que ainda não estão detalhadas internamente. Nesse sentido, sua utilização, apesar de teoricamente possível, deveria assumir como choque da política de compras seus efeitos estimados sobre renda e produtividade da pecuária da AF e, com isso, calcular endogenamente todo o encadeamento em variáveis socioeconômicas e emissões de GEE em escala de detalhamento estadual.

A alternativa aqui proposta priorizou a análise causal do impacto das políticas sobre as mudanças da matriz produtiva, porém renunciando a uma análise de outras mudanças decorrentes do encadeamento sistêmico na economia brasileira via modelo de EGC (*hard link*). Explora-se, desse modo, impactos das políticas na inserção comercial dos produtores familiares, relações espaciais (*soft link*) entre o que já é conhecido em termos de emissões de GEE e a geografia de execução do PAA e PNAE nos territórios cujo potencial de adaptação ou aprofundamento das políticas de compras públicas será definido tanto na fase quantitativa do estudo como na fase qualitativa.

Uma segunda limitação identificada está relacionada ao período temporal da análise de impacto relacionada à execução do PAA e PNAE. A extensão das análises para outros períodos é dependente de novas bases e demanda dados do Censo Agropecuário que só estão disponíveis para 2006 e 2017 no período recente.

7. APÊNDICE - Modelo de equilíbrio parcial estimado para o PNAE

O modelo é descrito a seguir considerando-se o caso do PNAE. A mesma estratégia é aplicável para a participação no PAA. Assume-se um problema de otimização que inclui o consumo de subsistência e, para fins analíticos, é resolvido em duas etapas. Na primeira etapa, os agricultores minimizam o custo do consumo de subsistência dada uma pré-alocação de terra e mão de obra entre as culturas.

$$\text{Min}_{L_S, l_S, Y_B} C_S = r_L(R)L_S + r_l(R)l_S + P_B Y_B \quad (1)$$

St

$$Fl \cdot \theta_s \leq Y_S + Y_B$$

$$Y_S = f_S(L_S, l_S)$$

$$L_S \leq L - \sum_{i=1}^m L_i$$

$$Fl_S \leq Fl - \sum_{i=1}^m Fl_i$$

$$R + Prev \geq P_B Y_B$$

Onde C_S é o custo de subsistência; R é a receita gerada pelo excedente comercial da produção; $r_L(R)$ e $r_l(R)$ são os preços sombra da terra e do trabalho, respectivamente, que são dados pela receita marginal desses recursos se forem alocados em excedente comercial; L_S é a terra alocada à produção de subsistência; Fl_S é o trabalho alocado à produção de subsistência; P_B é o preço de mercado dos bens de subsistência. Y_S é a produção de subsistência e Y_B é a quantidade de bens de subsistência comprados de outros mercados; Fl é o número de membros da família e θ_s é o consumo de subsistência per capita e $Prev$ é a renda de aposentadoria, pensões e programas de redistribuição de renda.

Ao decidir sobre o consumo de subsistência, agricultores podem produzir ou comprar bens de subsistência. Se decidirem utilizar os recursos disponíveis para produzir tais bens, enfrentarão o custo de oportunidade de alocar recursos para outras atividades e obter remuneração que poderia ser usada para comprar Y_B .

Resolvendo a equação (1), a função de custo resultante é dada em função de suas restrições de recursos, do número de membros da família, dos preços de mercado e da renda de pensões e programas de redistribuição de renda. O Lema de Shepard fornece expressões para a terra e o trabalho familiar alocados para a subsistência

$$L_S^* = f_L(Prev, P_B, R, L, L_i, Fl, Fl_i) \quad (2)$$

$$Fl_S^* = f_l(Prev, P_B, R, L, L_i, Fl, Fl_i) \quad (3)$$

Na segunda etapa, os agricultores maximizam a receita sujeita às restrições de recursos, que são dadas como o trabalho e a terra restantes ($Fl - Fl_S^*(.)$) e ($L - L_S^*(.)$):

$$\text{Max}_{y_i, L_i, Fl_i} R = \sum_{i=1}^m (P_i^0) Y_i(L_i, Fl_i, z) \quad (4)$$

St

$$\sum_{i=1}^m L_i \leq L - L_S^*(.)$$

$$\sum_{i=1}^m Fl_i \leq Fl - Fl_S^*(.)$$

$$\sum_{i=1}^m y_i Y_i(L_i, Fl_i, z) P_i^0 \leq \bar{R}^0$$

$$Y_i = f_i(L_i, Fl_i)$$

$$R^*(\mathbf{P}^{T0}, \mathbf{z}, L, L_s^{**}(\mathbf{P}^{T0}, \mathbf{z}), Fl, Fl_s^{**}(\mathbf{P}^{T0}, \mathbf{z}), \bar{R}^0) \quad (5)$$

A solução para esse problema é a função receita (5), onde \mathbf{P}^{T0} é a restrição de mercado (um vetor de preços de produtos). \mathbf{z} é um vetor de insumos quase fixos não alocáveis (tecnologia, aptidão agrícola e capital humano); L e L_s são terras totais e terras destinadas à produção para consumo de subsistência; e Fl e Fl_s são mão de obra familiar alocada na produção e em subsistência. A participação no PNAE leva a uma mudança na restrição do mercado de \mathbf{P}^{T0} para $\mathbf{P} = \mathbf{P}^{T0} \cup \mathbf{P}^{T1}$, mas os produtos vendidos às escolas são restritos por uma cota de receita \bar{R}^0 , que é a mesma para todos os participantes em um determinado ano. Como nossa estimativa é realizada usando dados de corte transversal (ano de 2017), \bar{R}^0 é a mesma para toda a amostra e, portanto, é omitida.

Dado que o mesmo produto pode ser vendido aos mercados tradicionais ou ao PNAE, a mudança na restrição do mercado pode levar a mudanças na produção. Se não houver poder de mercado para intermediários e o custo de transporte for o mesmo, independentemente de quem transporta a produção, não se espera que a participação no PNAE impacte os níveis de produção. No entanto, os custos transacionais provavelmente diferem entre agricultores familiares e intermediários, então a participação no programa poderia diminuir consideravelmente os custos transacionais para os agricultores familiares, uma ideia que é apoiada por estudos de caso (Damin, 2016⁵⁶; entre outros). Nesse caso, o PNAE impactaria os preços relativos e as decisões de produção.

No presente estudo, analisamos essa hipótese estimando uma função de receita para agricultores familiares, incluindo o impacto da participação no PNAE. A maioria dos agricultores produz usando principalmente mão de obra familiar (menos de 1% dos agricultores em nossa amostra relataram usar mão de obra contratada) e obtém uma parcela importante de sua renda com a venda de sua força de trabalho em outras propriedades ou atividades urbanas. Conforme mencionado anteriormente, consideramos que a venda da força de trabalho é também uma forma de alocação de seus recursos.

Diferenciando a equação (5) no que diz respeito aos preços observados nos mercados gerais, a partir do Lema de Hotelling, obtém-se um sistema de equações de oferta:

$$\frac{dR^*(.)}{dP_i} = Y_i^*(.) = f(\mathbf{P}, \mathbf{z}, L, L_s^{**}(\mathbf{P}, \mathbf{z}), Fl, Fl_s^{**}(\mathbf{P}, \mathbf{z})) \quad (6)$$

Onde $Y_i^*(.)$ é a oferta de produção nos mercados gerais (outros que não o mercado institucional); e \mathbf{P} inclui os preços nos mercados gerais e os preços no PNAE para os participantes; e apenas os preços nos mercados gerais para os agricultores que não comercializam para o mercado institucional.

O impacto do PNAE na oferta do produto i pode ser estimado como:

$$\begin{aligned} & Y_i(. | PNAE = 1) - Y_i(. | PNAE = 0) \\ & = Y_i^{PNAE}(.) + \sum_{j=1}^J \frac{dY_i^*(\mathbf{P}, \mathbf{z}, L, L_s^*(\mathbf{P}, \mathbf{z}), Fl, Fl_s^*(\mathbf{P}, \mathbf{z}))}{dP_{PNAE j}} \cdot P_{PNAE j} \end{aligned} \quad (7)$$

⁵⁶ Damin, A. T. (2016). A economia institucional do Programa Nacional de Alimentação Escolar e a agricultura familiar no oeste catarinense. Trabalho de Conclusão de curso (graduação). Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Chapecó, SC, 2016.

$$\Delta\%Y_i = \frac{1}{Y_i(\cdot|P_{NAE}=0)} \left\{ Y_i^{P_{NAE}}(\cdot) + \sum_{j=1}^J \left[\frac{dY_i^*}{dP_{P_{NAE}j}} \Big|_{L_S, Fl_S} + \left(\frac{dY_i^*}{dL_S^*} \frac{dL_S^*(\cdot)}{dP_{P_{NAE}j}} + \frac{dY_i^*}{dFl_S^*} \frac{dFl_S^*(\cdot)}{dP_{P_{NAE}j}} \right) \right] \cdot P_{P_{NAE}j} \right\}$$

Onde $Y_i^{P_{NAE}}$ é a quantidade do produto i vendida ao PNAE; Y_i^* é a oferta de bens i nos mercados em geral; $P_{P_{NAE}j}$ é o preço da produção j no PNAE. Espera-se que o primeiro argumento entre colchetes em (7) seja negativo, pois se trata do impacto de uma mudança nos preços do PNAE para um produto j sobre a oferta de i em mercados não institucionais, dada uma alocação fixa de trabalho e terra para subsistência. O segundo argumento, entre parênteses, se supõe fracamente positivo, porque dá o impacto da mudança nos preços do PNAE devido ao efeito sobre a realocação de trabalho e terra da subsistência para a produção comercial. À medida que o preço do PNAE aumenta, os preços sombra da terra e do trabalho também aumentam e tornam a produção de subsistência mais cara. Assim, a alocação ótima de terra e mão de obra para subsistência diminui, aumentando os níveis de recursos remanescentes para a produção comercial.

Resumindo, a metodologia utilizada considera o fato de que a tomada de decisão dos produtores familiares tem como elemento essencial a satisfação do consumo de subsistência. Em grandes fazendas o gestor da propriedade procura maximizar o lucro da atividade agropecuária, enquanto em uma propriedade familiar primeiro é necessário garantir o sustento da família e, apenas após isso estar assegurado, se pensa em obter receita. Isso faz com que a produção de subsistência e a produção comercial estejam conectadas na agricultura familiar.

Portanto, o modelo configura uma propriedade de agricultura familiar não apenas como uma firma, mas como uma unidade em que os agentes gerem seus recursos (terra e trabalho) de modo a garantir sua sobrevivência social (subsistência) e econômica (geração de receita), estando sujeitos às restrições exógenas, ou seja, aos aspectos que não estão sob seu controle no curto prazo, como o montante de terra.

Sistema de equações de oferta

A função de receita normalizada quadrática expressa em (8) é parametrizada como:

$$\tilde{R} = \alpha_0 + \sum_{m=1}^M \alpha_m \tilde{P}_m + \sum_{j=1}^6 \gamma_j z_j + 0.5 * \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} \tilde{P}_m \tilde{P}_n + \sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^6 \gamma_{mj} \tilde{P}_m z_j + \sum_{m=1}^M \beta_m \tilde{P}_m L + 0.5 \beta_0 L^2 + \sum_{j=1}^6 \gamma_{Lj} L z_j \quad (8)$$

Onde \tilde{R} é a receita normalizada em relação ao preço do trabalho; \tilde{P}_m são os preços relativos dos produtos em relação ao preço do trabalho; z_j são fatores quase fixos; L é o tamanho da terra; e α_m , α_{mn} , γ_j , γ_{mj} , β_m , β_0 e θ_m são parâmetros a serem estimados; \tilde{P}_m inclui preços nos mercados tradicionais e preços do PNAE para os participantes ($M=15$). e apenas os preços nos mercados tradicionais para os não participantes ($M=8$).

Aplicando o Lema de Hotelling para os preços nos mercados gerais, obtém-se um sistema de 8 equações de oferta, representadas como:

$$Y_m = \alpha_m + 0.5 * \sum_{n=1}^M \alpha_{mn} \tilde{P}_n + \sum_{j=1}^6 \gamma_{mj} z_j + \beta_{Lm} L + \beta_{tm} l \quad (9)$$

Onde Q_m é a quantidade do produto m vendida para outros mercados que não o PNAE. Estimou-se simultaneamente o sistema composto pelas 8 equações de oferta para: leite e lácteos, carne bovina, frutas, legumes, grãos, produtos alimentícios transformados (agroindústria), carne suína e outros. A venda da força de trabalho, que é um dos produtos, é omitida porque o preço do trabalho é usado como denominador para a normalização. As variáveis explicativas da equação (9) estão descritas na **Tabela A 1**.

Tabela A 1. Variáveis incluídas nas funções de oferta (Y_m)

Variável	Descrição	Variável no modelo	Média	Desvio padrão	Fonte
Tamanho da família	Nº de membros da família que vivem no estabelecimento	variável z	3.40	1.61	Conjunto de dados de DAPs
Dimensões do terreno	Dimensão do terreno em hectares	Variável L	18.57	29.92	Conjunto de dados de DAPs
Analfabeto	Educação do operador primário (=1 se analfabeto)	variável z	0.032	0.18	Conjunto de dados de DAPs
Ensino superior	Educação do operador primário (=1 se superior ao ensino médio)	variável z	0.029	0.17	Conjunto de dados de DAPs
Aptidão agrícola	Índice relativo à qualidade e ao relevo do solo, variando entre 0(pior) e 100(melhor)	variável z	27.266	12.25	Sparovek et al. (2015)
Acesso à energia	A distância média das propriedades da fonte de energia trifásica	variável z	4.586	11.35	GPP (2020)
Participação em cooperativas	Participação na cooperativa (=1 se sim)	variável z	0.077	0.27	Conjunto de dados de DAPs
Rendimentos da reforma	o rendimento per capita da reforma e de outras prestações sociais	variável z	698.54	2.300	Conjunto de dados de DAPs
Preço do leite e dos lácteos	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.33	1.04	IBGE (2019)
Preço da carne bovina	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	1.97	0.83	IBGE (2019)
Preço das frutas	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	1.82	0.90	IBGE (2019)
Preço dos produtos hortícolas	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.06	0.98	IBGE (2019)
Preço dos grãos	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.00	0.77	IBGE (2019)
Preço dos produtos alimentícios	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.74	1.25	IBGE (2019)
Preço da carne suína	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.55	1.00	IBGE (2019)
Preço de outras produções agrícolas	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	1.76	0.60	IBGE (2019)
Preço PNAE do leite e dos lácteos	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	1.77	0.57	SCU (2020)
Preço PNAE da carne bovina	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.71	0.88	SCU (2020)
PNAE preço das frutas	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	3.77	4.00	SCU (2020)
Preço dos produtos hortícolas PNAE	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.14	0.79	SCU (2020)
Preço PNAE dos grãos	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	3.15	7.22	SCU (2020)

Preço PNAE dos produtos alimentícios	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.07	0.98	SCU (2020)
Preço PNAE da carne suína	Índice Divisia / preço da mão de obra (nível municipal)	Variável P	2.18	1.32	SCU (2020)

A estimativa é realizada usando mínimos quadrados não lineares irrestritos. Impõem-se a homogeneidade do grau 1 dos preços e a convexidade nos preços de mercados gerais. A convexidade é imposta através da fatorização de Cholesky, e os valores iniciais para o problema de otimização são escolhidos seguindo Hovav (1989). O problema de otimização é resolvido em R, usando o algoritmo de Broydn-Fletcher-Goldfarb-Shanno (BFGS), um método quase-Newton para resolver problemas de otimização não-linear irrestrita. Erros-padrão para os parâmetros estão sendo estimados por *bootstrap*, seguindo Arnade e Kelch (2007)⁵⁷.

Tabela A 2. Regressão logística para o PSM (40.867 observações)

PNAE	Coefficiente.	Std. Erro.	z	P>z	[Intervalo de 95% Conf.]	
Idade	0.009253	0.001196	7.74	0.00	0.006908	0.011597
Nº de membros da família	0.052404	0.009635	5.44	0.00	0.033520	0.071287
Dimensões do terreno	-0.002922	0.000567	-5.15	0.00	-0.004034	-0.001811
Rendimentos da reforma	-0.000030	0.000007	-4.55	0.00	-0.000042	-0.000017
Aptidão agrícola	0.007245	0.001473	4.92	0.00	0.004358	0.010131
Distância para o acesso à energia	0.000003	0.000002	1.80	0.07	0.000000	0.000007
Distância das rodovias	-0.000001	0.000001	-1.03	0.30	-0.000003	0.000001
Mulher	-0.376518	0.035215	-10.69	0.00	-0.445538	-0.307498
Casado	-0.020458	0.036065	-0.57	0.57	-0.091144	0.050227
Único	0.042088	0.132599	0.32	0.75	-0.217802	0.301978
Participação na cooperativa	0.165967	0.064521	2.57	0.01	0.039509	0.292425
Não associado	0.012478	0.037524	0.33	0.74	-0.061068	0.086023
Analfabeto	-1.215908	0.130608	-9.31	0.00	-1.471894	-0.959922
Ensino superior	0.511952	0.089956	5.69	0.00	0.335643	0.688262
Preço do leite e dos laticínios	0.035098	0.039854	0.88	0.38	-0.043014	0.113209
Preço da carne bovina	-0.266091	0.056989	-4.67	0.00	-0.377788	-0.154394
Preço das frutas	0.067287	0.025285	2.66	0.01	0.017730	0.116844
Preço dos produtos hortícolas	-0.191519	0.035619	-5.38	0.00	-0.261330	-0.121708
Preço dos grãos	0.039493	0.038463	1.03	0.31	-0.035893	0.114880
Preço dos produtos alimentares	0.112956	0.019183	5.89	0.00	0.075358	0.150554
Preço da carne suína	-0.089357	0.035776	-2.50	0.01	-0.159477	-0.019237
Preço de outras produções agrícolas	-0.164772	0.052030	-3.17	0.00	-0.266750	-0.062795
Razão preço de lácteos PNAE/outros mercados	0.028175	0.120120	0.23	0.82	-0.207257	0.263606
Razão preço da carne bovina PNAE/outros mercados	-0.648154	0.068372	-9.48	0.00	-0.782160	-0.514147
Razão preço das frutas PNAE/outros mercados	-0.019994	0.009120	-2.19	0.03	-0.037869	-0.002119

⁵⁷ Arnade, C., & Kelch, D. (2007). Estimation of area elasticities from a standard profit function. *American Journal of Agricultural Economics*, 89(3), 727-737

Razão preço dos produtos hortícolas PNAE/outras mercados	-0.220484	0.051661	-4.27	0.00	-0.321736	-0.119231
Razão preço dos grãos PNAE/outras mercados	0.021006	0.002981	7.05	0.00	0.015164	0.026849
Razão preço dos produtos alimentares PNAE/outras mercados	0.373909	0.047040	7.95	0.00	0.281712	0.466106
Razão preço da carne suína PNAE/outras mercados	0.532375	0.054167	9.83	0.00	0.426209	0.638540
Intercepto	-1.299154	0.197250	-6.59	0.00	-1.685756	-0.912552

Tabela A 3. Testes de balanceamento para o propensity score matchin

Variável	Grupo	Média		p-valor	V(T)/V(C)	Variável	Grupo	Média		p-valor	V(T)/V(C)
		Tratado	Controle					Tratado	Controle		
Idade	U	45.464	43.994	0	0.83*	Preço legumes	U	2.037	2.2095	0	0.76*
	M	45.464	45.62	0.595	0.83*		M	2.037	2.0511	0.482	1.08*
Tamanho da família	U	3.4156	3.2963	0	0.99	Preço dos grãos	U	1.9795	2.1195	0	0.90*
	M	3.4156	3.4057	0.771	0.86*		M	1.9795	1.9971	0.275	1.12*
Área	U	18.94	102.74	0.354	0.00*	Preço da agroindústria (alimentos)	U	2.7064	2.7823	0	1.16*
	M	18.94	19.235	0.635	1.08*		M	2.7064	2.7206	0.584	1.21*
Aposentadoria e benefícios	U	785.51	920.41	0.004	0.70*	Preço da carne suína	U	2.5203	2.8209	0	0.87*
	M	785.51	777.93	0.885	1.07*		M	2.5203	2.5367	0.434	1.09*
Aptidão agrícola	U	27.475	25.336	0	1.22*	Preço dos outros	U	1.7411	1.8908	0	0.87*
	M	27.475	27.358	0.643	1.07*		M	1.7411	1.7564	0.226	1.18*
Acesso à energia	U	5671.9	3870.5	0	4.46*	Preço do leite e laticínios (razão PNAE/outras mercados)	U	0.81558	0.81626	0.848	1.22*
	M	5671.9	4949.4	0.024	1.62*		M	0.81558	0.81054	0.299	1.23*
Acesso a rodovias	U	19781	18034	0	1.67*	Preço da carne bovina (razão PNAE/outras mercados)	U	1.4218	1.4533	0	0.98
	M	19781	19041	0.063	1.25*		M	1.4218	1.4164	0.377	1.02
Mulher	U	0.301	0.40646	0	.	Preço frutas (razão PNAE/outras mercados)	U	2.7181	2.4164	0	2.90*
	M	0.301	0.28607	0.112	.		M	2.7181	2.4477	0.007	2.23*
Casado	U	0.71662	0.7056	0.118	.	Preço das hortícolas (razão PNAE/outras mercados)	U	1.1701	1.16	0.161	1.34*
	M	0.71662	0.72419	0.413	.		M	1.1701	1.1599	0.331	1.15*
Solteiro	U	0.01486	0.01545	0.756	.	Preço dos grãos (razão PNAE/outras mercados)	U	4.044	1.533	0	131.91*
	M	0.01486	0.0156	0.768	.		M	4.044	2.7105	0.006	2.16*
Participação na cooperativa	U	0.08087	0.04889	0	.	Preço da agroindústria (alimentos) (razão PNAE/outras mercados)	U	0.86095	0.84853	0.027	1.42*
	M	0.08087	0.09149	0.066	.		M	0.86095	0.90189	0.002	0.26*
Não associado	U	0.24899	0.24877	0.973	.	Preço da carne suína (razão PNAE/outras mercados)	U	0.87635	0.82683	0	1.29*
	M	0.24899	0.25019	0.893	.		M	0.87635	0.88288	0.34	1.13*
Preço do leite e dos laticínios	U	2.3073	2.4913	0	0.74*	Analfabeto	U	0.01443	0.04488	0	.
	M	2.3073	2.3354	0.19	1		M	0.01443	0.01688	0.34	.

Preço da carne bovina	U	1.9485	2.1253	0	0.80*	Ensino superior	U	0.0363	0.01999	0
-----------------------	---	--------	--------	---	-------	-----------------	---	--------	---------	---

Tabela A 4. Parâmetros estimados para as equações de oferta dos mercados não institucionais

	Leite	Carne bovina	Fruta	Verduras	Grãos	Agroindústria	Carne suína	Outros
Preço do leite e dos laticínios	0.050	-0.320	0.058	0.383	0.201	0.063	-0.137	-0.448
Preço da carne bovina	-0.320	5.676	-5.682	-0.026	-3.314	1.657	5.896	10.142
Preço das frutas	0.058	-5.682	36.288	2.047	-10.399	15.271	-19.753	-28.744
Preço dos produtos hortícolas	0.383	-0.026	2.047	5.476	-2.310	5.225	0.330	-2.204
Preço dos grãos	0.201	-3.314	-10.399	-2.310	53.174	-30.422	0.700	-49.969
Preço dos produtos alimentares	0.063	1.657	15.271	5.225	-30.422	22.855	-3.310	14.630
Preço da carne suína	-0.137	5.896	-19.753	0.330	0.700	-3.310	16.711	12.431
Preço de outras produções agrícolas	-0.448	10.142	-28.744	-2.204	-49.969	14.630	12.431	110.781
Preço PNAE do leite e dos laticínios	27.689	-9.046	71.983	64.064	4.458	9.971	-12.421	-31.695
Preço PNAE da carne bovina	5.127	3.228	-16.459	-16.918	-25.763	7.861	15.277	17.587
PNAE preço das frutas	22.040	-6.963	-0.116	-2.992	1.698	-0.688	1.030	-0.798
Preço dos produtos hortícolas PNAE	7.524	4.414	-20.697	11.257	2.033	-3.365	-3.874	5.495
Preço PNAE dos grãos	1.709	-13.079	1.074	1.394	0.563	0.798	-0.158	-2.338
Preço PNAE dos produtos alimentares	10.841	-8.105	2.242	-12.555	1.305	-3.628	0.178	-2.760
Preço PNAE da carne suína	4.003	0.202	-17.720	-16.196	12.908	-7.762	-5.064	-6.670
N° de membros da família	0.706	-6.230	-3.530	0.648	-3.368	-3.084	0.100	3.670
Dimensões do terreno	0.729	5.094	0.434	0.264	0.952	0.170	0.524	0.790
Rendimentos da reforma	0.023	-0.007	-0.002	0.001	-0.004	0.016	0.003	0.021
Analfabeto	-29.024	-25.631	-31.017	-25.789	-12.954	-6.981	-11.683	-9.219
Ensino superior	11.799	50.565	36.469	18.629	46.274	9.963	16.649	9.364
Aptidão agrícola	-0.197	2.288	0.345	1.835	3.553	-0.313	1.191	-0.274
Distância para o acesso à energia	2.305	-4.418	-1.781	0.960	-3.987	-0.138	0.089	-0.443
Participação na cooperativa	95.191	9.291	100.820	41.987	174.299	15.577	38.201	20.056
Intercepto	37.733	-58.041	88.634	-35.735	87.527	-63.532	-79.802	-145.670