



**TRADE, DEVELOPMENT &
THE ENVIRONMENT HUB**

Campeões em produção, campeões em desenvolvimento?

Uma análise dos indicadores socioeconômicos em
territórios de produção da soja no Brasil

**ARILSON FAVARETO^{1,2}, LOUISE NAKAGAWA¹, LUCAS SILVA², THIAGO
MORELLO², BRUNA FERNANDES²**

¹Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP)

²Universidade Federal do ABC (UFABC)



Parceiros



Financiadores





The UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF) Trade, Development and the Environment Hub is working with over 50 partner organisations from 15 different countries. The project aims to make sustainable trade a positive force in the world by focusing on the impact of the trade of specific goods and seeking solutions to these impacts.

Como citar este documento:

FAVARETO, A., NAKAGAWA, L., SILVA, B., MORELLO, T., FERNANDES, B. (2022). ***Campeões em produção, campeões em desenvolvimento? Uma análise dos indicadores socioeconômicos em territórios de produção da soja no Brasil***. UK Research and Innovation Global Challenges Research Fund (UKRI GCRF) Trade, Development and the Environment Hub. ISBN: 978-65-86362-15-2

Sumário

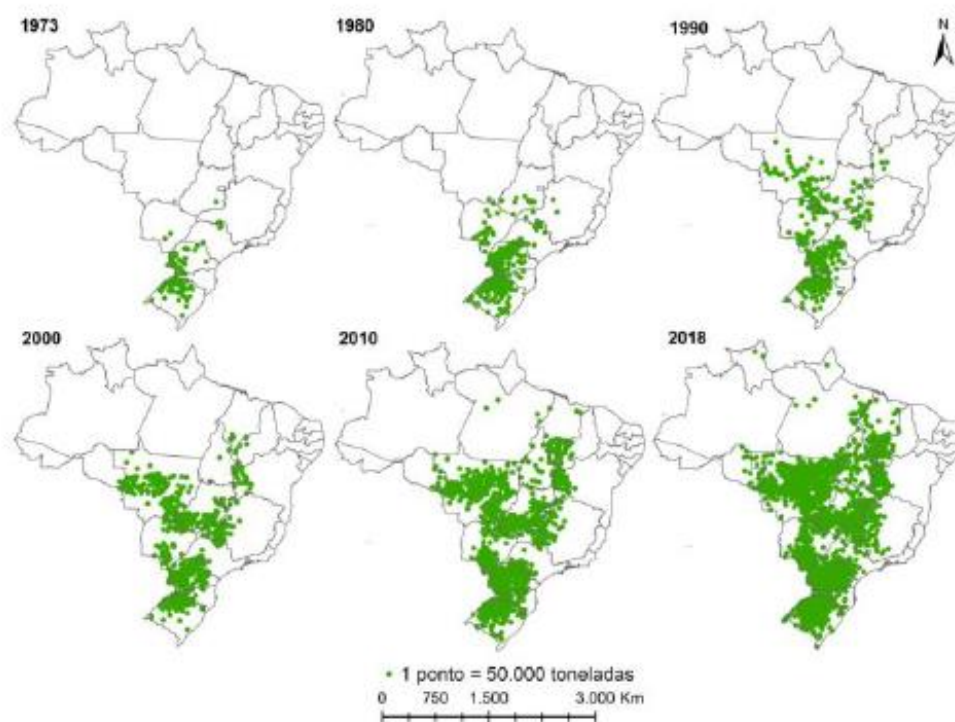
1. Introdução.....	5
2. O que diz a literatura?	8
2.1. Os cinco aspectos mais relevantes na literatura existente sobre impactos territoriais da soja	8
2.2. Um balanço da literatura e desafios para novos estudos	14
3. Materiais e métodos empregados	15
3.1. Dados utilizados e agregação dos municípios em Áreas Mínimas Comparáveis ..	15
3.2. Uso dos dados	17
3.3. Modelo econométrico	20
4. Resultados	23
4.1. Resultados do modelo econométrico aplicado às AMC por grandes regiões	23
4.2. A importância da heterogeneidade intrarregional	25
4.3. Um retrato do que acontece nos municípios com maior produção de soja.....	38
5. Conclusões	41
Referências	42
Anexo.....	50

1. Introdução

No intervalo de poucas décadas o Brasil deixou de ser um país deficitário na produção de alimentos para tornar-se um dos maiores exportadores do mundo (Vieira et al. 2019). Nesse panorama, a soja vem se tornando o principal produto, tanto no que diz respeito à área plantada quanto à sua participação nas exportações (Embrapa, 2021). Em trinta anos, a área cultivada com o grão cresceu mais de 200%, enquanto a produção aumentou cerca de 500% (Embrapa, 2019). Em 2018, o valor total exportado ultrapassou os US\$ 40 bilhões (Agrostat, 2018), e no ano de 2019, foram plantados em torno de 36 milhões de hectares de soja. Aproximadamente 70% dessa produção é exportada (Trase, 2019; Soterroni et al., 2019).

Até os anos 1970 as plantações do grão eram restritas ao sul do Brasil, onde predominam pequenos agricultores. A partir disso, essas lavouras se espalharam pelo interior do país, avançando sobre o Cerrado e a Amazônia (figura 1). Após a década de 1980, a consolidação desse cultivo ocorreu principalmente no Cerrado central. Na década seguinte, avançou para as fronteiras com a Amazônia. Com a substancial expansão da soja pelo país, e mais recentemente avançando em direção à região do Matopiba, o Cerrado é o bioma que mais sentiu os efeitos das mudanças no uso da terra em decorrência da produção de grãos (Carneiro & Costa, 2016; PAM, 2019; Soterroni et al. 2019).

Figura 1. Produção de soja (toneladas) de 1973 a 2018.



Fonte: GEMAP (2019) extraído de PAM/IBGE. Elaborado por Valdemar Wesz Jr. & Leite (2020).

Mas esse desempenho se traduz em bons indicadores de desenvolvimento? O argumento das lideranças empresariais é inequívoco: a contribuição do agronegócio, em geral, a da soja, em especial seria positivo ao transformar regiões marcadas por precariedade e baixo dinamismo em áreas prósperas e com bons indicadores de desenvolvimento (Abag, 2016). Problemas como o desmatamento seriam um custo necessário ao progresso. As evidências científicas, contudo, sugerem que esses efeitos são, sobretudo, ambíguos.

De um lado, a presença do cultivo é associada à melhoria de indicadores de produção agropecuária (Embrapa, 2021), PIB (Vieira et al., 2019), renda (VanWey et al., 2013; Weinhold et al., 2013), emprego (Weinhold et al., 2013; Brandão et al., 2005) e pobreza (Weinhold, Killick & Reis, 2013; Sassen, 2014; Cheng et al., 2019). Também há evidências que apontam para uma correlação positiva entre a presença da soja e o desempenho de variáveis sociais. Algumas dessas evidências são medidas por índices sintéticos como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), outras por indicadores específicos como a qualidade do ensino (VanWey et al., 2013; Garrett & Rausch, 2016).

Em contrapartida, ao gerar concentração de terra e ampliar o seu preço, existe a tendência em ampliar a desigualdade de renda (Garrett et al., 2013; Garrett & Rausch, 2016; Weinhold et al., 2013). Há também estudos que abordam problemas relacionados à migração, êxodo rural e possível aumento da pobreza urbana, considerando o deslocamento de pequenos produtores e trabalhadores para os centros urbanos (Domingues & Bermann, 2012; Alves, 2015; Sauer, 2018; Carvalho et al., 2019). Como a expansão desse cultivo está associada a grandes propriedades, altamente mecanizadas, os empregos gerados podem não ser suficientes para absorver os que se veem despojados dos seus meios de vida tradicionais, estando na base de vários tipos de conflitos sociais (Weinhold, Killick & Reis, 2013; ActionAid, 2017; Sauer, 2018; Cerqueira et al., 2020; Porto-Gonçalves; Chagas, 2021). Grilagem e especulação de terras é um dos aspectos mais enfatizados entre esses conflitos (Alves, 2009; Frederico & Buhler, 2015; Pereira & Pauli, 2016; Bassi, Castilho & Vendrame, 2017; Dulci, 2017; Pitta, Boechat & Mendonça, 2017; Stabile et al., 2020). E uma vasta literatura aponta para os problemas ambientais relacionados ao desmatamento (Sassen, 2014; Rajão et al., 2020; Reis et al., 2020; Vasconcelos et al., 2020), à erosão da biodiversidade (Souza, Teixeira & Ostermann, 2015; Green et al., 2019; Duran et al., 2020), à emissão de carbono (Rekow, 2019; Escobar et al., 2020), ao uso de agrotóxicos e seus efeitos sobre a saúde humana (Bombardi, 2012; Pignati et al., 2017; Greenpeace, 2019) e sobre os crescente conflitos hídricos (CPT, 2020).

Mais ainda, há uma dinâmica de complexidade e interdependência envolvendo setores (soja e pecuária) e regiões (Cerrado e Amazônia) (Sawyer, 2009; Silva & Oliveira, 2018; Carvalho et al., 2019; Lima et al., 2019; Marques et al., 2019; Waroux et al., 2019; Stabile et al., 2020). Com a expansão do cultivo, outras atividades agrícolas, como a pecuária, seriam deslocadas para a Amazônia gerando os chamados efeitos indiretos sobre o meio ambiente e grupos locais. Além de

ambíguo, o impacto territorial das grandes lavouras tende a ser bastante heterogêneo. Também é importante destacar que as pesquisas já realizadas são, em geral, restritas a uma região ou bioma (Weinhold et al., 2013; Favareto et al., 2019; Lopes; Lima; Reis, 2021). Outras limitações envolvem a abrangência temporal, com frequência limitada a uma década (Weinhold et al., 2013; Lima-de-Oliveira; Alonso, 2017) ou sem comparação intertemporal (VanWey, 2013).

Portanto, neste relatório, buscamos contornar alguns desses limites. Com dados cobrindo um espaço de trinta anos, entre 1991 e 2010, período que corresponde à expansão da soja no Brasil, e abrangendo todos os municípios brasileiros, utilizamos uma combinação de métodos e uma abrangência de dados sem precedentes, resultando em uma contribuição inédita para a investigação dos efeitos territoriais da expansão de soja.

Os principais resultados obtidos podem ser traduzidos em cinco mensagens principais, sumarizadas a seguir:

- a) Tomando em conta exclusivamente a dimensão socioeconômica, os efeitos da produção de soja sobre um conjunto de indicadores socioeconômicos, nas regiões produtoras, não corroboram a narrativa segundo a qual os efeitos ambientais negativos seriam compensados por efeitos positivos em indicadores econômicos e sociais. O que se vê é uma realidade muito mais heterogênea, entre as grandes regiões e dentro das grandes regiões do país, no que diz respeito aos indicadores de renda, pobreza e mortalidade infantil, analisados isoladamente. E com um grande grupo de indicadores para os quais os resultados observados são inconclusivos: desigualdade, IDH, ocupação/emprego, PIB e anos de estudo.
- b) Quando se olha para a manifestação combinada desses indicadores nos municípios produtores de soja, o que predomina é uma situação intermediária: 46% dos municípios apresentam desempenho melhor do que a média do estado em aproximadamente metade dos indicadores analisados, mas pior na outra metade; em seguida temos o grupo dos municípios que apresentam desempenho inferior à média do estado em pelo menos dois terços dos indicadores analisados, o que corresponde a 33% dos municípios produtores de soja; e finalmente, com desempenho superior à média do estado em pelo menos dois terços dos indicadores estão apenas 21% dos municípios produtores.
- c) Se tomarmos em conta apenas o grupo dos municípios com produção de soja superior à média do estado, a mesma situação se repete: há uma maior concentração dos locais com desempenho intermediário, agora com 54,6% dos municípios apresentando resultados melhores do que a média estadual, em aproximadamente metade dos indicadores analisados, mas pior na outra metade; em seguida temos o grupo dos municípios com desempenho inferior em pelo menos dois terços dos indicadores analisados, com 26,7% dos

municípios nesse grupo; e, finalmente, com desempenho superior em pelo menos dois terços dos indicadores, estão apenas 18,5% dos municípios.

- d) Por fim, tomando em conta apenas os vinte municípios campeões do agronegócio brasileiro, quase a totalidade deles dedicados à produção de soja, mais uma vez o padrão se repete: em apenas três deles há um desempenho superior à média do estado, em dois terços ou mais dos indicadores analisados; quatro municípios estão no extremo oposto, com desempenho inferior à média estadual, em dois terços ou mais dos indicadores analisados; a grande maioria encontra-se em situação intermediária, com desempenho superior em aproximadamente metade dos indicadores, mas com desempenho inferior na outra metade.

Para demonstrar esses achados, o texto está organizado em três partes, além desta introdução e de uma breve conclusão. Na seção 2, detalhamos a literatura existente sobre as evidências quantitativas em torno dos efeitos da produção de soja no Brasil. Na seção 3, são apresentados os aspectos metodológicos deste estudo, com a apresentação dos dados e dos procedimentos utilizados. Na seção 4 são expostos os resultados, em diálogo com a literatura. A conclusão traz uma síntese dos resultados e os principais temas para os desdobramentos desta pesquisa.

2. O que diz a literatura?

2.1. Os cinco aspectos mais relevantes na literatura existente sobre impactos territoriais da produção de soja

De acordo com a revisão da literatura, podemos listar cinco aspectos relevantes, que dizem respeito ao tipo de evidência mobilizada, temas priorizados e escala dos dados usados pelos pesquisadores:

- **A maioria dos estudos está focada nos impactos ambientais, principalmente no desmatamento e seus efeitos. Há uma disputa de narrativas sobre o papel da soja.**

A maioria dos estudos revisados apresenta aspectos negativos sobre os efeitos ambientais gerados pela produção de soja e a pecuária na Amazônia e Cerrado. Esses impactos referem-se principalmente ao desmatamento (Fearnside, 2005; Angelsen, 2010; Prado, 2011; Meirelles Filho, 2014; Garcia et al., 2019; Lima et al., 2019; Rajão et al., 2020; Stabile et al., 2020; Trase, 2020; Vasconcelos et al., 2020), às mudanças no uso do solo (Hunke et al., 2014; Silva e Oliveira, 2018; Vieira Filho, 2018; Soterroni et al., 2019; TNC, 2019; Waroux et al., 2019; Alencar et al., 2020; Guedes Pinto et al., 2020), à perda de biodiversidade, especialmente de espécies endêmicas (Green et al., 2019; Rekow, 2019; Duran et al., 2020), e às emissões de carbono, agravando ainda mais as mudanças climáticas (Strassburg et al., 2009; Brancalion et al., 2017; Escobar et al., 2020). A relação estabelecida pelos autores entre o avanço da produção de commodities agrícolas e o aumento da

supressão da vegetação nativa, em grande parte ilegal, é notável (Guedes Pinto et al., 2020; Rajão et al., 2020; Reis et al., 2020; Vasconcelos et al., 2020). Com isso, surgem pelo menos duas narrativas concorrentes.

A primeira delas reforça a falta de necessidade de expandir a atividade agrícola para novas áreas, e sim, ocupar aquelas já desmatadas, sobretudo em pastagens degradadas. E aliado a isso, implantar uma política eficiente de redução do desmatamento. Conforme mencionado anteriormente, a rápida expansão da produção de commodities está associada ao aumento da supressão da vegetação nativa, mas não só. Essa expansão resulta em outros impactos ambientais tão graves quanto o desmatamento, como a escassez de água e assoreamento de rios (Fearnside, 2005; Hunke et al., 2014; Bolson, 2018; Guidotti et al., 2020), a contaminação por agrotóxicos (Bombardi, 2012; Pignati et al., 2017; Rekow, 2019), a perda de insetos polinizadores (Priess et al., 2007) e de espécies endêmicas que dependem dos ecossistemas para se reproduzir e se alimentar (Vynne et al., 2010; WWF, 2015), e a redução do estoque de carbono devido à perda de biomassa (Salati & Nobre, 1991; Nogueira et al., 2018; Roitman et al., 2018; Silva, 2018). Os estudos que sustentam essa narrativa questionam a eficiência das políticas em vigor e destacam a fragilidade da legislação ambiental brasileira, como o Código Florestal (Sparovek et al., 2012; Rajão et al., 2020; Trase, 2020) e o monitoramento de áreas onde ocorrem atividades agrícolas (Fearnside, 2005). Essas pesquisas também sinalizam que mesmo os mecanismos de mercado, como a Moratória da Soja na Amazônia, são insuficientes para garantir a não conversão de florestas em pastagens (Carvalho et al., 2019; Lima et al., 2019; Waroux et al., 2019). Nesse sentido, diversos estudos têm reforçado a necessidade de políticas que incentivem e exijam a redução do desmatamento atrelado a mecanismos mais eficientes de rastreabilidade e transparência da cadeia de valor da soja e da carne bovina (Fearnside, 2005; Angelsen, 2010; TNC, 2019; Ferguson, Sekula & Szabó, 2020; Rajão et al., 2020; Reis et al., 2020).

Por outro lado, a segunda narrativa busca abordar a questão dos impactos ambientais, sugerindo melhorias na atividade agropecuária e o uso de novas tecnologias, como a intensificação da pecuária (Cerri et al., 2018; Vieira Filho, 2018), o aumento da produtividade com baixo custo (Saath & Fachinello, 2018; TNC, 2019), o uso de indicadores de sustentabilidade (Agol et al., 2014) e a implantação de sistemas Integrados Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) (Balbino et al., 2012; Cerri et al., 2018). Já outros autores, que também apoiam esta narrativa, colocam maior ênfase na implementação de mecanismos de mercado, como Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) (TFA, 2020) e estratégias de certificação como forma de reduzir o desmatamento e as ilegalidades ambientais (Brancalion et al., 2017; Ingram et al., 2018; Ferguson, Sekula & Szabó, 2020). Além disso, destacam a necessidade de regularização fundiária para reduzir a grilagem e a especulação fundiária (Carvalho et al., 2019; Stabile et al., 2020), visto que o preço da terra ainda é um fator importante e que mobiliza a supressão de vegetação nativa. Outras estratégias apontadas como

alternativas são os investimentos em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (Negrões et al., 2011; Lima & Franco, 2013) e a promoção da assistência técnica aos pequenos produtores rurais (Brancalion et al., 2017; Stabile et al., 2020).

- **Há mais atenção aos indicadores monetários (PIB, renda, exportação, produtividade) entre os estudos voltados para impactos econômicos. E os resultados não são homogêneos.**

Ao tratar dos impactos econômicos gerados pela produção de commodities agrícolas, parte significativa do trabalho aponta que apesar dos problemas ambientais, políticos e sociais, houve uma mudança no comportamento do setor com o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias e práticas de conservação (Buainain et al., 2014; Brancalion et al., 2017; Latawiec et al., 2017; Buainain, Garcia & Vieira Filho, 2017; 2018; Cerri et al., 2018; Saath & Fachinello, 2018; Viera Filho, 2018; TNC, 2019). Isso tem se refletido diretamente nas negociações internacionais, aumentando também o volume das exportações (Agrostat, 2018; Embrapa, 2019; Soterroni et al., 2019; Trase, 2019). Esse novo padrão de agricultura tem se fortalecido nos últimos anos e teria trazido desenvolvimento e crescimento econômico às regiões produtoras (Buainain et al., 2014; Castro, Miranda & Lima, 2015), com melhorias sobretudo na renda (Weinhold, Killick & Reis, 2013), junto da criação de empregos (Roessing & Lazzarotto, 2004; Abag, 2016).

Nesse contexto, temos outras duas narrativas concorrentes. A primeira, representada por pesquisadores que demonstram impactos econômicos positivos, é apoiada por estudos que indicam uma forte correlação entre o aumento da produção e exportações, e o crescimento do PIB do município produtor (Buainain & Garcia, 2016; Serigati & Possamai, 2016). Outros estudos mostram uma correlação positiva entre o aumento da produção de soja e o crescimento da renda per capita na região produtora, com a consequente redução da pobreza monetária (Domingues & Bermann, 2012; Weinhold, Killick & Reis, 2013).

Mas, há uma parte das pesquisas econômicas que destacam os impactos negativos do avanço das commodities. Alguns autores reforçam que esses trabalhos se restringem ao uso de indicadores monetários (Cheng et al., 2019). E, ao contrário dos estudos que visam demonstrar melhoria de renda e redução da pobreza, chamam atenção para a alta concentração de recursos financeiros e fundiários por um pequeno grupo de produtores e empresas transnacionais (Pita, Boechat & Mendonça, 2017; Favareto et al., 2019; Guedes Pinto et al., 2020; Rajão et al., 2020). Isso ocorre porque os indicadores usados analisam apenas os fluxos, não os estoques. Por exemplo, não consideram a concentração de propriedades. Outros estudos mostram como os resultados, mesmo considerando apenas indicadores monetários, são mais heterogêneos entre regiões, e entre municípios da mesma região (Favareto et al., 2019). Ou como, ainda que haja redução da pobreza, há simultaneamente um aumento da desigualdade (Weinhold et al., 2013; Favareto et al., 2019). Portanto, os impactos positivos da expansão do agronegócio não podem ser generalizados. Como

resultado dessa concentração de renda, ocorre um movimento de migração dos mais vulneráveis para municípios vizinhos, o que dá a falsa impressão de que os indicadores econômicos melhoraram (Favareto et al., 2018; Sauer, 2018). Esta dinâmica de concentração de riqueza tem um impacto notável no desenvolvimento regional dos municípios produtores (Heredia, Moreira & Leite, 2010), que se transformam em ilhas de produção com uma economia pouco dinâmica e diversificada (Favareto et al., 2018).

- **A maioria dos estudos sobre impactos sociais está relacionada a conflitos agrários e insegurança alimentar. Porém, pouco se olha para outras dimensões relevantes para o bem-estar da população das regiões produtoras.**

Ao revisar a literatura sobre os impactos socioeconômicos decorrentes da expansão da produção de commodities agrícolas, o que se observa é que a maioria dos estudos está ligada a conflitos agrários e questões relacionadas à insegurança alimentar. Como foi apontado no item anterior, se o avanço das commodities gera impactos positivos nas regiões produtoras, como crescimento econômico, aumento da renda e redução da pobreza, por outro lado, a atividade resulta em elevada concentração de riquezas e principalmente de terras. Isso interferiu brutalmente na distribuição de recursos e no aumento da desigualdade social, e influenciou no aumento do preço da terra e na especulação fundiária (Sauer & Leite, 2012; Dulci, 2017; Pita, Boechat & Mendonça, 2017; Sauer, 2018; Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2018), resultando na grilagem de terras e aumento da violência nas áreas rurais (AATR, 2017; ActionAid, 2017).

Esses conflitos têm gerado movimentos migratórios para cidades vizinhas em busca de menores custos de vida. Autores como Ribeiro, Silva & Corrêa (2015), Flexor & Leite (2017), Sauer (2018), Favareto et al. (2018) e Almeida & Junior (2019) afirmam que a expansão das monoculturas aumentou o preço e a disputa por terras. A Comissão Pastoral da Terra (CPT) destacou que os pequenos agricultores estão sendo expulsos de suas propriedades, aumentando o êxodo rural. Os preços da terra nas regiões de fronteira agrícola aumentaram substancialmente desde os anos 2000 (Pita, Boechat & Mendonça, 2017). Isso tem motivado a especulação fundiária, a expropriação e a resistência de grandes fazendeiros que não reconhecem os direitos dos povos originários e das comunidades tradicionais. Esse comportamento intensifica ainda mais os conflitos (AATR, 2017; Sauer, 2018; Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2018). Além disso, as áreas antes utilizadas por essas comunidades têm sido ocupadas por grandes produtores. Muitas vezes, essa ocupação é ilegal, e tem sido a forma que esses produtores encontraram para compensar o desmatamento em outra região. Esse novo tipo de compensação das Reservas Legais, conhecido como Grilagem Verde (Sauer & Borrás Jr, 2016), tem gerado sérios conflitos, principalmente na região do Matopiba (Favareto et al., 2018).

Segundo a CPT (2019) no documento "Conflitos no Campo no Brasil", do total de registros de conflitos agrários em 2019, 60% ocorreram na Amazônia. Dos trinta e dois assassinatos, vinte e sete ocorreram no mesmo bioma (84,4%). De 2018 a 2019, o aumento dos conflitos por terra foi de 77%. No intervalo de 2010 a 2019, essas ocorrências aumentaram em mais de 68%, passando de 13,3 para 53,3 milhões de hectares de terras reivindicadas. A luta pelo acesso à água é outro problema que tem piorado, principalmente com as mudanças climáticas. No período de 2010 a 2019, os conflitos pela água aumentaram 18%, com crescimento de 71% de pessoas envolvidas.

Outro documento que apresenta um panorama dos conflitos rurais no Brasil, publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), é o "Atlas da Violência no Campo" (Cerqueira et al., 2020). Os autores apontam que existe uma correlação positiva entre a taxa de homicídios e territórios indígenas e projetos de assentamento de reforma agrária, para além da Amazônia Legal. Os pesquisadores concluem que a taxa de homicídios é maior nos municípios rurais onde há maior vulnerabilidade socioeconômica entre os jovens. Nesse contexto, diversos trabalhos têm destacado a violência contra trabalhadores rurais, populações indígenas e comunidades tradicionais como quilombolas, quebradeiras de coco babaçu, ribeirinhos, comunidades de fundo e fecho de pasto, geraizeiros e outros grupos tradicionais brasileiros (Alves, 2015; Heck & Menezes, 2016; AATR, 2017; ActionAid, 2017; Favareto et al., 2018; Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2018; CPT 2019).

A insegurança alimentar é outro tema crítico levantado na literatura que trata da produção de commodities agrícolas e seus impactos socioeconômicos. Para autores como Grisa, Gazolla & Schneider (2010), Silva (2011) e Sauer & França (2012), os crescentes investimentos na produção de monoculturas, em especial a soja, têm sinalizado sérias preocupações quanto ao aumento da exposição à insegurança alimentar e nutricional das populações mais vulneráveis. Segundo Silva (2011), com o desmantelamento da produção de alimentos básicos, rompem-se os laços culturais e altera-se o equilíbrio ambiental. Com isso, a agricultura familiar tem cada vez mais perdido espaço, importância e incentivos, o que impacta não apenas na segurança nutricional, mas na diversificação da produção e na dinâmica socioeconômica da região. Ao promover a agricultura familiar, os pequenos agricultores ficam menos expostos às oscilações dos preços de mercado (Sarris, 2013). Além de manter sua autonomia alimentar (autoconsumo), que não é apenas uma fonte de receita monetária, a atividade é uma forma de reduzir gastos com a aquisição de alimentos e de diversificar o sustento dessas famílias (Grisa, Gazolla & Schneider, 2010). No entanto, esses estudos abordam o tema de forma geral, sem mobilizar evidências sobre regiões produtoras específicas.

- **Faltam estudos sobre os impactos socioeconômicos abrangendo a escala nacional/bioma.**

Ainda em relação à literatura sobre os impactos socioeconômicos das commodities, o que se observa é que existem muito mais estudos com abordagens locais do que em escala nacional ou de bioma.

Os resultados dos estudos referem-se principalmente aos efeitos da expansão das monoculturas na escala da comunidade, municípios ou, no máximo, à escala regional (Weinhold, Killick & Reis, 2013; Hunke et al., 2014; Ribeiro, Silva & Corrêa, 2015; Pignati et al., 2017; Sauer, 2018; Silva & Oliveira, 2018; Almeida & Junior, 2019). As pesquisas que tratam da Amazônia ou do Cerrado têm como escopo um município emblemático ou região de maior importância sobre um determinado tema. A título de exemplo, podemos citar a produção de soja na região de Sorriso, no estado de Mato Grosso (cidade conhecida por sua pujança agrícola), ou Santarém, no Pará (que, apesar de sua importância econômica, reúne casos de conflitos sociais e fundiários), ou um conjunto recente de estudos sobre a região do Matopiba.

- **Os estudos sobre mudanças no uso da terra se limitam à análise espacial dos indicadores selecionados. Há uma carência de estudos territoriais considerando as interdependências da mudança do uso da terra, efeitos socioeconômicos e impactos ambientais nas regiões produtoras de commodities.**

Ao abordar os impactos gerados pela mudança no uso da terra, a maior parte dos trabalhos concentram-se na análise espacial. Esses estudos usam imagens de satélite e modelos sofisticados de análise quantitativa para entender e projetar o avanço do desmatamento e a ocupação do solo (Guedes Pinto et al., 2020; Rajão et al., 2020; Vasconcelos et al., 2020), bem como a capacidade e aptidão agrícola (Barreto et al., 2013; Piatto & Inakake, 2016; Silva & Oliveira, 2018; TNC, 2019), o potencial de emissões de carbono (Strassburg et al., 2009; Escobar et al., 2020), entre outros. Embora incorporem as heterogeneidades espaciais da paisagem, poucas pesquisas analisam esses impactos sob uma perspectiva territorial, apoiada em análises qualitativas. Conforme mencionado no item anterior, situação semelhante foi observada nos trabalhos sobre as implicações sociais no território. Como o escopo dos estudos geralmente é de escala muito pequena, torna-se difícil entender a dinâmica do uso da terra em uma escala maior do que a local.

Outro achado importante foi observado. A maioria dos trabalhos relacionados ao tema trata dos impactos ambientais e socioeconômicos como eventos distintos. Essas análises são feitas em dimensões específicas e muito diferentes. No caso dos impactos socioeconômicos, as pesquisas baseiam-se em indicadores monetários como renda, produção, consumo, exportação. Ainda assim, outros expandem o campo de análise e consideram o acesso à educação e saúde. Esses indicadores são comumente usados para medir a pobreza e o bem-estar. Da mesma forma, os impactos ambientais também são analisados apenas sob a perspectiva dos efeitos nos ecossistemas, na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos. As métricas utilizadas pelos pesquisadores se restringem ao cálculo de emissões de carbono, perda de espécies, perda de cobertura florestal, esgotamento do solo, poluição, capacidade hídrica, etc.

No entanto, autores como Weinhold, Killick & Reis (2013), Sassen (2014) e Cheng et al. (2019) destacam que existem outras dimensões da pobreza e do bem-estar que precisam ser consideradas, como diferenças culturais, acesso aos recursos naturais e serviços ecossistêmicos, equidade de gênero, entre outros. Assim, é fundamental considerar, também, as interdependências entre as dimensões social, econômica e ambiental, e a integração entre elas em um arcabouço de análise mais robusto e abrangente.

Cheng et al. (2019) apontam que é possível mitigar a pobreza por meio de melhorias ambientais. Para isso, é necessário compreender como os diferentes aspectos da pobreza respondem a fatores da dinâmica ambiental. Ademais, Sassen (2014) destaca a importância da conservação da biodiversidade como forma de mitigar a pobreza. Por exemplo, a floresta pode oferecer serviços ecossistêmicos como água potável, lazer, alimentação e promover benefícios para o grupo de indivíduos que vive no local, melhorando a saúde mental, segurança física, integridade cultural, relações sociais, etc. (Raymond et al., 2009). Ainda no estudo de Sassen (2014), é constatado que é o contexto institucional, social e político, sobre o qual os indivíduos atuam, que influencia os resultados da atividade agrícola e a preservação das florestas. Portanto, outro ponto de atenção é que a expansão da agricultura e o desmatamento não podem estar diretamente associados a indicadores socioeconômicos em uma única dimensão, como demografia ou preço, por exemplo.

2.2. Um balanço da literatura e desafios para novos estudos

Tudo isso sugere uma dinâmica bastante multifacetada e inconclusiva a respeito dos efeitos territoriais da expansão da soja. Em resumo, há estudos cuja ênfase recai sobre os efeitos positivos, com as commodities sendo vistas como um vetor de dinamização econômica (Vieira Filho & Gasques, 2016; Latawiec et al., 2017; Vieira Filho 2018; Saath & Fachinello, 2018). Há aqueles que vão na direção oposta, ao enfatizar os efeitos negativos, com a soja sendo vista como um vetor de degradação (Alves, 2009; Bombardi, 2012; Domingues & Bermann, 2012; Alves, 2015; ActionAid, 2017; Dulci, 2017; Pignati et al., 2017; Pitta, Boechat & Mendonça, 2017; Favareto et al., 2018; Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2018; Sauer, 2018). E um terceiro grupo que chama a atenção para os resultados multifacetados, a depender do indicador para o qual se olha ou para a região que se toma em conta (Weinhold, Killick & Reis, 2013; Favareto et al. 2019).

Para aprofundar o entendimento disponível sobre os efeitos territoriais da produção da soja, o balanço da literatura sugere que seriam bem-vindos estudos que pudessem: cobrir todo o território nacional, e não apenas uma ou outra região, de forma a ter um balanço dos efeitos agregados no espaço e que permitisse compreender em melhor grau a heterogeneidade territorial dos efeitos desse cultivo; abordar esses impactos de maneira multidimensional, abrangendo temas usuais como PIB e pobreza, mas também outros menos presentes nos estudos disponíveis como bem-estar e gênero; analisar os efeitos indiretos da produção da soja, explorando as interdependências entre cultivos,

com eventual deslocamento de atividades econômicas, e entre biomas, explorando os efeitos da expansão da produção sobre a Amazônia e no Cerrado, por exemplo; explorar a evolução temporal dos indicadores, de forma a compreender seus efeitos dinâmicos; analisar os determinantes da heterogeneidade espacial, de forma a compreender as variáveis que explicam os melhores desempenhos.

A metodologia apresentada a seguir, e aplicada neste estudo, buscou responder a uma parte desses desafios, em especial: aquele que diz respeito à ampliação da base geográfica, explorando a totalidade dos municípios brasileiros; a dimensão temporal, ao analisar dados de três décadas, correspondentes ao período de expansão da produção da soja no Brasil; e ampliação das dimensões em análise, cobrindo indicadores monetários e não monetários.

3. Materiais e métodos empregados

3.1. Dados utilizados e agregação dos municípios em Áreas Mínimas Comparáveis

Para ampliar a base empírica tradicionalmente utilizada nas pesquisas mencionadas, foi organizado um banco de dados na escala municipal com informações de diversas fontes. Para as variáveis relativas às áreas de cultivo foram usadas três: Produção Agrícola Municipal (PAM), Censo Agropecuário e Atlas das Pastagens Brasileiras (elaborado pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento, LAPIG). Para os dados socioeconômicos, foi utilizado o Censo Demográfico e outras pesquisas produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A relação das variáveis usadas e respectivas fontes estão indicadas na tabela 1, a seguir.

Tabela 1. Variáveis do banco de dados.

GRUPO	VARIÁVEL	JUSTIFICATIVA PARA INC	FONTE
Dependente: medida econômica	PIB municipal (R\$ 1 mil)	Weinhold et al., 2013	IBGE
Dependente: medida econômica	Renda média (R\$)	Weinhold et al., 2013; VanWey et al., 2013	Censo Demográfico
Dependente: medida econômica	Renda média 1° e 5° quintil (R\$)	Weinhold et al., 2013; VanWey et al., 2013	Censo Demográfico
Dependente: medida social	Índice desigualdade Gini	Garret e Rausch, 2016	Atlas do Desenvolvimento Humano
Dependente: medida social	Índice desigualdade Theil	Weinhold et al., 2013; Garret e Rausch, 2016	Atlas do Desenvolvimento Humano
Dependente: medida social	IDH municipal	Garret e Rausch, 2016	Atlas do Desenvolvimento Humano
Dependente: medida social	Número pobres	Weinhold et al., 2013	Censo Demográfico
Dependente: medida social	Mortalidade infantil (óbitos por mil nascimentos)	Makhlouf, Yousef e Vinogradov, 2017	Atlas do Desenvolvimento Humano
Dependente: medida social	Desocupação	Favareto et al., 2019	Censo Demográfico
Dependente: medida social	Nível educacional (expectativa anos estudo)	VanWey et al., 2013	Atlas do Desenvolvimento Humano
Principal variável explicativa	Área de soja (ha)	Weinhold et al., 2013	Produção Agrícola Municipal

GRUPO	VARIÁVEL	JUSTIFICATIVA PARA INCLUSÃO	FONTE
Principal variável explicativa	Área de soja	Weinhold et al., 2013	MapBiomas
Controle: estrutura setorial	PIB indústria (R\$ 1 mil)	Novais, Acca, Favareto, 2019	IBGE
Controle: estrutura setorial	PIB setor serviços (R\$ 1 mil)	Novais, Acca, Favareto, 2019	IBGE
Controle: estrutura setorial	PIB do setor primário (incluindo agricultura) (por R\$ 1.000)	Novais, Acca, Favareto, 2019	IBGE
Controle: infraestrutura	Extensão total de estradas (km)	VanWey et al., 2013	Atlas Milton Santos
Controle: infraestrutura	Proporção da população com acesso a saneamento básico	VanWey et al., 2013	PNUD (Primária: Censo)
Controle: infraestrutura	Proporção da população com acesso a eletricidade	Gómez e Silveira, 2010	Censo
Controle: confundidores agrícolas	Área de pastagem (ha)	Weinhold et al., 2013	Atlas das Pastagens Brasileiras
Controle: confundidores agrícolas	Área de culturas anuais exceto soja (ha)	Weinhold et al., 2013	Produção Agrícola Municipal
Controle: confundidores agrícolas	Área de culturas anuais exceto soja (ha)	Weinhold et al., 2013	MapBiomas
Controle: confundidores agrícolas	Área de estabelecimentos agrícolas (ha)	Weinhold et al., 2013	Censo Agropecuário
Controle: confundidores agrícolas	Área de culturas permanentes (ha)	Weinhold et al., 2013	Produção Agrícola Municipal
Controle: confundidores agrícolas	Área de culturas anuais exceto soja (ha)	Weinhold et al., 2013	MapBiomas
Controle: gerais	Área do município (ha)	Weinhold et al., 2013	IBGE
Controle: gerais	População rural	Weinhold et al., 2013	Censo Demográfico
Controle: gerais	População urbana	Weinhold et al., 2013	Censo Demográfico

Nota: dados provenientes de imagens de satélite, processados pelo consórcio Mapbiomas, são destacados com cor de fundo cinza.

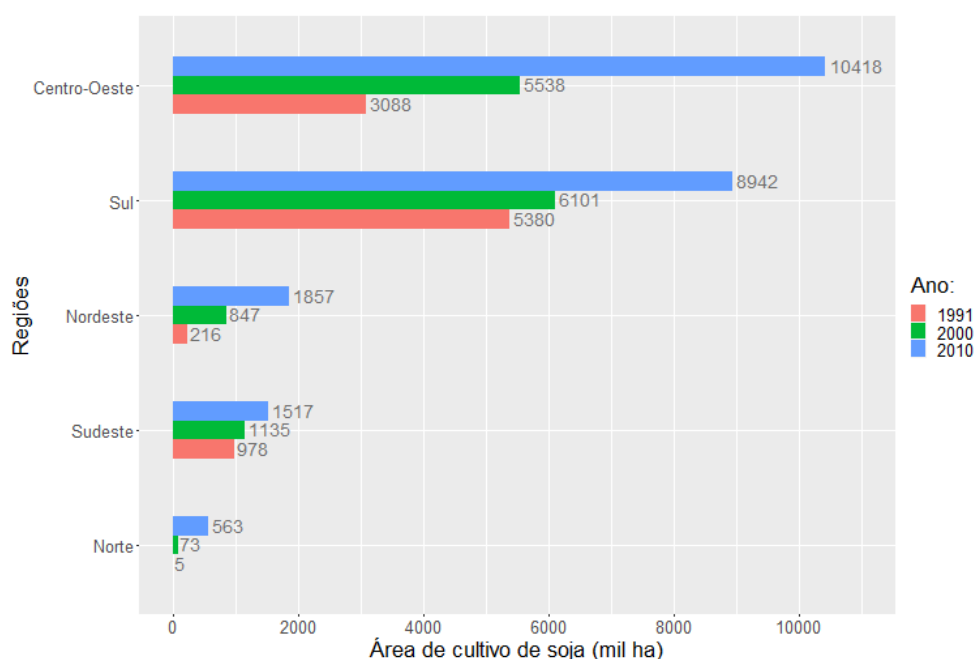
Os anos base para utilização dos dados cobrem as três últimas décadas, período de expansão acentuada da produção da soja no Brasil (Embrapa, 2021). O painel de dados acompanha a periodicidade do Censo Demográfico do IBGE, principal fonte de informações: 1991, 2000 e 2010. Entretanto, os dados sobre os estabelecimentos rurais estão disponíveis somente no Censo Agropecuário, disponível para os anos 1985, 1995, 2006 e 2017. O PIB municipal, não está disponível para 1991, havendo dados para 1985 e 1996. Portanto, como proxy para estas variáveis foi realizado a interpolação linear entre os anos mais próximos.

Outra dificuldade a ser contornada envolve a significativa transformação da malha municipal no período analisado. Para comparar as informações, foi necessário aglutinar os municípios que sofreram alterações em Áreas Mínimas de Comparação (AMC). Os procedimentos adotados estão descritos no anexo 1. A implementação desse procedimento levou à criação de 3.822 AMC, sendo 3.037 iguais a um município e 785 representando mais de um. Dessa forma, os municípios que formam uma única AMC tiveram os valores das variáveis somados ou realizado uma média ponderada pela população residente em cada ano. Daqui em diante, o termo município é usado em sentido equivalente a AMC.

3.2. Uso dos dados

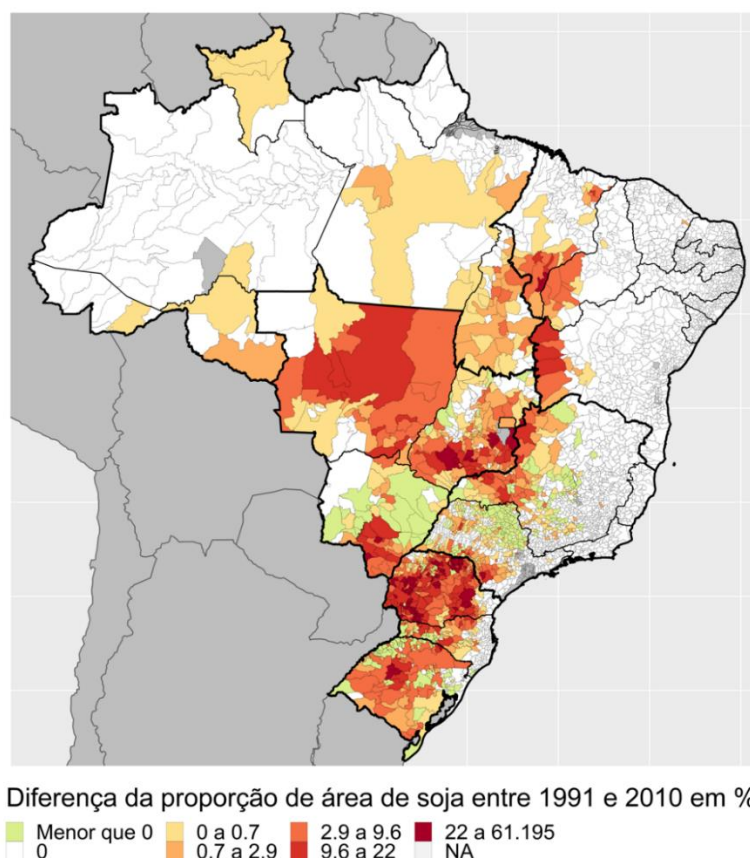
Com relação à variável sobre a qual visamos compreender os efeitos, isto é, a expansão da soja mensurada pela área de cultivo, podemos ver pelo gráfico na figura 2, que entre 1991 e 2010 a região Centro-Oeste ultrapassou o Sul como região com mais área alocada para o cultivo, existindo um fator de multiplicação expressivo na área plantada de 3,4. Apesar de também existir um aumento expressivo na região Sul, a área de soja entre 1991 e 2010 foi multiplicada em 1,7. Já nas outras regiões, mesmo não existindo uma presença tão grande do grão como nessas duas, podemos destacar a sua inserção no Nordeste nas duas décadas, e no Norte, especialmente entre 2000 e 2010. Por sua vez, no Sudeste houve menor crescimento em comparação às outras regiões. Por meio do mapa da figura 3, podemos identificar em quais áreas houve aumento da proporção de terra alocada para soja. Isto é, o mapa expõe a distribuição espacial da diferença da razão entre a área desse cultivo em 1991, dividido pela área total com a razão para a soja em 2010. Vemos que as maiores alterações se dão justamente no Sul, com destaque para o Paraná, e no Centro-Oeste, em que há uma elevada alteração no sul do Mato Grosso do Sul, grande parte do Mato Grosso e leste e sul de Goiás.

Figura 2. Área de soja por região entre 1991 e 2010.



Fonte: Elaboração própria com dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE).

Figura 3. Mapa da evolução da proporção da área de soja entre 1991 e 2010.



Fonte: Elaboração própria com dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE).

Com base nas regiões que apresentaram uma variação positiva para área de cultivo de soja, buscamos expor a heterogeneidade das variáveis sociais nos diferentes locais em que ocorreu expansão, deixando para a econometria a apuração de possíveis relações entre as variáveis. A tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para a regressão.

Tabela 2. Estatísticas descritivas.

Variáveis	N.	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.
PIB (R\$ mil)	11,465	328,400.10	3,235,053.00	-571.6	197,933,954.00
Renda média (per capita)	11,466	365.2	225.1	43.7	2,043.70
Renda média 1º quintil	11,466	71.9	58.8	0	377.4
Renda média 5º quintil	11,466	1,032.20	640.4	103.6	6,735.10
Theil	11,466	0.5	0.1	0.1	3.2
Gini	11,466	0.5	0.1	0.3	0.9
Número pobres	11,466	5,338.20	11,733.10	0	269,146.00
Mortalidade infantil (por mil crianças)	11,466	33.4	19.9	8.6	120.1
Taxa de desocupados	11,466	0.1	0.1	0	0.6
Anos estudos (expectativa)	11,466	8.5	1.8	0.9	12.8
Área soja cultivada (ha)	11,297	4,130.10	44,860.50	0	3,669,517.00
Área cultura anual (ha)	11,297	13,211.10	70,023.80	0	5,430,268.00
Área cultura permanente (ha)	11,463	136.2	1,745.00	0	78,567.30
Área estabelecimentos rurais (ha)	11,389	91,890.20	370,167.30	3.5	14,112,940.00
Área pasto (ha)	11,463	40,883.40	147,722.00	0	5,255,485.00
PIB Agropecuária	11,465	19,009.20	46,227.60	-59,195.50	1,727,611.00
PIB Indústria	11,465	89,181.40	783,230.80	-1,126.60	50,034,770.00
PIB Serviço	11,465	185,376.30	2,094,976.00	-20,283.00	129,378,778.00
Extensão de rodovias federais (km)	11,466	18.8	50	0	1,714.10
Pessoas sem energia elétrica (%)	11,466	13.3	19	0	97
Pessoas com esgoto inadequado (%)	11,466	12.6	17.8	0	98.8
Área total	11,466	222,469.30	1,090,023.00	361.2	34,941,156.00
População rural	11,466	8,504.20	16,370.50	0	621,065
População urbana	11,466	35,746.60	222,404.20	332	11,152,344

Para descrever o comportamento da variável evolução da soja e variáveis de interesse (renda per capita, índice de Gini, proporção de extremamente pobres em relação ao total de população da AMC, mortalidade infantil, expectativa de anos de estudo e taxa de desocupação) agrupamos as AMC com base na similaridade nos valores das variáveis relativas à expansão e presença de soja em 2010. Foram tomadas duas variáveis para definir os agrupamentos. Em primeiro lugar, visando captar a dimensão temporal, tomou-se por base a variação temporal, entre 1991 e 2010, da parcela da área da AMC ocupada com o cultivo. Em segundo lugar, visando captar o tamanho relativo das áreas de soja, foi empregada a parcela da área da AMC ocupada com o grão no ano de 2010.

Uma vez que a análise de clusters é puramente descritiva, não visando mensurar correlações, não é necessário a inclusão de variáveis de controle. Nesse sentido, não foi necessário adicionar variáveis interpoladas, assim criando-se uma nova malha de AMC para 1991, 2000 e 2010 com 4.258 AMC.

O método empregado para classificar as áreas produtoras foi o *k-medoids* ou *partitioning around medoids* (PAM). Este algoritmo, com base em um número *k* de grupos previamente selecionados, particiona as observações em clusters visando minimizar a distância de uma observação que representa o centro do grupo (*medoid*) com as demais observações. Ou seja, dada uma medida de distância entre uma observação *x* com *k medoids*, *x* será classificado como pertencente ao grupo cuja distância for a menor em relação ao *medoid*. No caso, a medida de distância utilizada foi a euclidiana, com os valores normalizados. Já, como critério de seleção de número de grupos (*k*), utilizamos a média da silhueta. A silhueta é uma medida que visa comparar quão similar é uma observação com o seu respectivo cluster, sendo 1 a similaridade perfeita e -1 a dissimilaridade perfeita. Desse modo, utilizamos a média dessa medida para os cenários em que o número de clusters de 1 a 20, e tomamos o *k* com maior média como o número adequado de clusters.

Além dessa análise se limitar aos municípios produtores de soja em 2010 (AMC cujas áreas de cultivo foram superiores a zero), esse método foi aplicado para cada região do país, evitando assim um número demasiado de clusters ao analisar todo o Brasil, o que poderia dificultar a interpretação dos resultados.

3.3. Modelo econométrico

Para estipular se a presença de soja nos municípios brasileiros apresenta medidas socioeconômicas diferentes de outros municípios, foram estimados modelos econométricos de dados em painel explicando cada uma das variáveis dependentes listadas na tabela 3. Foram utilizados dois estimadores: (i) efeitos fixos; e (ii) efeitos aleatórios. Ademais, foram empregadas matrizes de variância-covariância robusta para não-esfericidade. Para estipular a estimação mais adequada, utilizamos o teste de sobre-identificação de Sargan-Hansen adaptado para estipular se o modelo de efeitos é adequado (hipótese nula) ou de efeitos fixos (hipótese alternativa) (Arellano, 1993). Desse modo, será estimada a seguinte equação:

$$\text{Desenvolvimento}_{ti} = \beta_0 + \beta_1 \log(\text{área soja})_{ti} + \text{controles} + a_i + \varepsilon_{ti} \quad (1)$$

As medidas de desenvolvimento, bem como uma lista preliminar de variáveis de controle se encontram na tabela 3. Ademais, incluímos a interação da área de cultivo de soja com a região e a interação da região com o ano para controlar, por especificidades regionais, a relação da soja e variáveis dependentes (multiplicação da soja pela variável binária que identifica uma região específica, também foi considerado versões com os estados, entretanto não se mostraram consistentes, como é exposto no próximo parágrafo).

Tabela 3. Resultados da estimação de efeitos fixos com variância robusta.

Var. independentes	Renda per capita (log.)	Renda média 1º quintil (log)	Renda média 5º quintil (log.)	N. Pobres (log)	Mortalidade Infantil
Área soja (log.)	0.0079** (0.0037)	0.0280** (0.0141)	0.0037 (0.0046)	-0.0361*** (0.0073)	-0.4263*** (0.1400)
Área c. anual (log.)	-0.0178*** (0.0029)	-0.0412*** (0.0079)	-0.0163*** (0.0036)	0.0286*** (0.0097)	0.5867*** (0.1319)
Área c. permanente (log.)	-0.0059*** (0.0015)	-0.0061** (0.0028)	-0.0047** (0.0020)	0.0015 (0.0063)	0.2484*** (0.0603)
Área estabelecimentos	-0.0050 (0.0102)	0.0346 (0.0359)	-0.0133 (0.0116)	-0.0721** (0.0351)	-0.3503 (0.4640)
Área pasto (log.)	0.0031 (0.0051)	-0.0203 (0.0156)	0.0102* (0.0057)	-0.0069 (0.0127)	-0.8906*** (0.2113)
Pessoas sem energia (%)	-0.0035*** (0.0002)	0.0004 (0.0007)	-0.0036*** (0.0003)	-0.0012** (0.0006)	0.0710*** (0.0090)
Esgoto inadequado (%)	-0.0007*** (0.0002)	0.0031*** (0.0008)	-0.0006*** (0.0002)	0.0019*** (0.0003)	0.0008 (0.0091)
População rural	-0.0136*** (0.0049)	-0.0280*** (0.0098)	-0.0104** (0.0048)	0.1299*** (0.0295)	0.0255 (0.1848)
População urbana	-0.0274** (0.0131)	0.0160 (0.0312)	-0.0108 (0.0161)	0.3287*** (0.0409)	1.2938*** (0.4969)
Constante	6.1228*** (0.1766)	5.2990*** (0.5309)	6.7629*** (0.2061)	2.2644*** (0.5743)	46.1284*** (7.3512)
Região x Soja (log.)					
Nordeste	0.0004 (0.0059)	-0.0408** (0.0187)	0.0088 (0.0064)	0.0306*** (0.0102)	0.8902*** (0.2254)
Sudeste	-0.0085** (0.0041)	-0.0296** (0.0144)	-0.0047 (0.0052)	0.0303** (0.0136)	0.4519*** (0.1464)
Sul	-0.0061 (0.0046)	-0.0421*** (0.0151)	0.0006 (0.0059)	0.0484*** (0.0138)	-0.3809** (0.1595)
Centro-Oeste	-0.0044 (0.0049)	-0.0262 (0.0167)	-0.0013 (0.0063)	0.0144 (0.0134)	0.3619** (0.1596)
Controles					
PIB por setor (log.)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Extensão de rodovias	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Área AMC* ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observações					
R2 (ajustado)	11257	11257	11257	11257	11257
F	0.89	0.57	0.80	0.71	0.91
LL	1990	834	1040	632	1635
Sargan-Hansen ^a	8804	-2943	5974	-5024	-32400
	2156***	1806***	1652***	1824***	1279***

^a Elaborado a partir do teste de sobre-identificação da regressão por efeitos aleatórios sem especificação espacial. Erros padrão entre parênteses (* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01)

Especificações alternativas foram estimadas em caráter de teste de robustez. Foram implementadas, também, diferentes regressões com variações em elementos secundários (como retirada de *outliers* por exclusão das observações acima do percentil dos 5% superiores) com a interação (multiplicação) de variáveis binárias de unidades da federação com a área de soja e/ou ano. Isto é, ao invés de considerar, como no modelo final, termos de interação envolvendo grandes regiões, de um lado, e, de outro, área de soja ou variáveis binárias de ano, foram considerados termos de interação referentes aos estados. As variáveis dependentes com sinal para o coeficiente da área de soja com variação relevante comparando-se as especificações alternativas e a especificação final foram consideradas inconclusivas, ou seja, sujeitas a incerteza intolerável e, portanto, omitidas dos resultados.

Cabe esclarecer os procedimentos para a correta interpretação do coeficiente da área de cultivo, visto que essa variável é incorporada tanto isoladamente como em interação com a região brasileira. Devido a esta interação, e como a região de localização é uma variável categórica, cuja incorporação

se dá a partir de variáveis binárias (as quais assumem valor unitário para regiões específicas e valor nulo alternativamente), o efeito de um incremento infinitesimal na área de soja é a soma do coeficiente do grão somado à variável binária referente à uma das cinco regiões brasileiras, exceto pela Norte, que é a referência. É o que se tem na equação abaixo, em que β representa os coeficientes das variáveis em subscrito (no caso das regiões, sendo a sua interação com a soja). Isto ocorre devido às variáveis binárias de região serem excludentes (quando uma assume o valor de um, as demais são necessariamente zero). No caso, quando todas as variáveis de região incluídas na regressão forem zero, significa que o município pertence ao Norte, sendo essa, portanto, a região de referência. Pela equação, vemos que o efeito marginal (correlação parcial) da soja é igual ao coeficiente que aparece multiplicado por tal variável na especificação econométrica aumentado pelo coeficiente de uma das quatro regiões brasileiras exceto pela região de referência (Norte). Com isso, o efeito marginal da região de referência é estritamente equivalente ao coeficiente da variável área de soja.

$$\begin{aligned} \text{Efeito marginal da soja na variável dependente} = & \beta_{\text{Soja}} + \beta_{\text{Nordeste}} \times \text{Nordeste} + \\ & \beta_{\text{Sudeste}} \times \text{Sudeste} + \beta_{\text{Sul}} \times \text{Sul} + \beta_{\text{Centro}} \times \text{Centro} \quad (2) \end{aligned}$$

Por fim, para a apresentação dos dados, partimos da identificação dos municípios nos quais há maior ou menor proporção de área dedicada ao cultivo, distinguindo aqueles nos quais essa proporção está acima da média da respectiva unidade da federação, e aqueles nos quais a área está abaixo da média. Os municípios sem presença da soja foram desconsiderados. Em seguida foi observado o desempenho de seis indicadores específicos naqueles municípios – renda, desigualdade de renda, pobreza, número médio de anos de estudo, desemprego, mortalidade infantil. E, finalmente, foram criados três grupos para os municípios com maior presença da soja (S+), e outros três grupos para os municípios com menos presença da soja (S-). Os três grupos para os municípios S+ são respectivamente: S+A, com os municípios com produção de soja acima da média e cinco a seis indicadores sociais positivos (isto é, melhor do que a média da respectiva unidade da federação); S+B, com municípios com produção de soja acima da média e três a quatro indicadores sociais positivos, apenas; S+C, com municípios com produção de soja acima da média e até dois indicadores sociais positivos. Já para o universo dos municípios S-, os grupos ficaram assim definidos: S-D, com menor participação da soja e cinco a seis indicadores sociais positivos; S-E, com menor participação da soja e três a quatro indicadores sociais positivos; S-F, com menor participação da soja e até dois indicadores sociais positivos, apenas.

4. Resultados

4.1. Resultados do modelo econométrico aplicado às AMC por grandes regiões

A influência da área de soja se mostrou inconclusiva para cinco das dez variáveis dependentes: ocupação e emprego, IDH, PIB, desigualdade, educação (tabela 4). As variáveis explicadas com resultados conclusivos foram: renda per capita, rendas médias do primeiro e do quinto quintil, número de indivíduos em situação de extrema pobreza e mortalidade infantil. Dessas cinco variáveis, apenas a renda média do quintil superior apresentou correlação parcial nula com a área de cultivo de soja. Para as demais variáveis, houve variação considerável do sinal e da magnitude da correlação parcial ao longo das regiões brasileiras, atestando-se expressiva heterogeneidade geográfica na influência da área de soja.

A renda média per capita é, em geral, maior em municípios com maior área de soja, dado a relação média positiva entre as variáveis. Ou seja, corrobora-se que a expansão do cultivo aumenta a riqueza local. Entretanto, não é o que ocorre nos municípios do Sudeste, onde o aumento da soja se associa a uma renda per capita menor. Isto pode ser explicado pela rentabilidade maior de outras atividades não relacionadas ao grão em certos municípios. Embora o efeito seja negativo na região Sudeste, sua magnitude é menor do que nas demais, pois a cada aumento percentual na área de soja, espera-se um aumento na renda média de 0,008% no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul, sendo que no Sudeste há uma diminuição de 0,001%.

Olhando a renda no quintil mais pobre (20%), há correlação positiva entre soja e a variável nas regiões Norte e Centro-Oeste. Já no restante do país ocorre o inverso, isto é, onde há mais soja a média da renda dos mais pobres é menor. Por sua vez, o cultivo não apresenta correlação com a renda média dos residentes mais ricos para nenhuma região. Ou seja, um aumento da soja em um determinado município não estaria levando a um aumento ou diminuição de renda dos habitantes mais ricos, pois os coeficientes estimados não foram estatisticamente diferentes de zero.

Quanto ao número de indivíduos extremamente pobres, esse apresentou correlação negativa com a área de soja em todas as regiões, com exceção da região Sul, e o efeito negativo foi maior nas regiões Norte e Centro-Oeste. Cabe procurar entender a razão de tais resultados explorando-se a relação entre número de extremamente pobres e renda do quintil inferior. Tais variáveis tendem a ser negativamente relacionadas. Entretanto, não é isto que ocorre no Nordeste e Sudeste, pois nos municípios dessas regiões com maior presença de soja, embora a renda do quintil mais pobre seja menor, há menor quantidade de pobres. Isto pode acontecer por diversos fatores, pois enquanto a definição de extrema pobreza é fixa (R\$ 70 por residente de um determinado domicílio), o primeiro quintil é definido pelos 20% mais pobres, uma classificação feita na escala municipal, e, portanto, o nível de renda de corte é geograficamente variável. Adicionalmente, o grupo social definido pelo

primeiro quintil de renda tende a abranger mais indivíduos do que o grupo de extremamente pobres, e, portanto, é possível ter aumento do número de extremamente pobres concomitantemente com redução da renda média dos 20% mais pobres.

Já a mortalidade infantil apresenta uma correlação negativa com o cultivo nas regiões Norte, Sul e Centro-Oeste. Contudo, no Nordeste e Sudeste a soja apresenta relação positiva com o indicador. No Sudeste, vemos que os municípios com crescimento da proporção do grão, entre 1991 e 2010, acima da média tiveram uma redução da mortalidade infantil 2,1 unidades menor que os municípios abaixo da média de crescimento do cultivo. No Nordeste, essa diferença também apresentou a mesma magnitude. Além disto, nessa região, comparando os 5% dos municípios com menor mortalidade infantil abaixo e acima da média de presença de soja, vemos que a mortalidade infantil, em média, é o dobro para os que possuem mais soja (9,3 para 18,2).

Tabela 4. Efeitos marginais da área cultivada de soja.

Var. Dependente	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Renda per capita (log.)	0.008	0.008	-0.001	0.008	0.008
Renda média 1º quartil (log)	0.028	-0.013	-0.002	0.014	0.028
Renda média 5º quartil (log.)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N. Pobres (log)	-0.036	-0.006	-0.006	0.012	-0.036
Mortalidade Infantil	-0.426	0.464	0.026	0.807	-0.064

Apesar das diferenças de método, há similaridades entre os resultados obtidos neste estudo e em outros realizados anteriormente. O mais notável é a associação positiva da soja com o nível de renda. Esse é o caso da área de soja na Amazônia Legal, como auferido por Weinhold et al. (2013) e também por VanWey et al. (2013) no Mato Grosso. Como exposto anteriormente, essa é uma tendência existente em quase todo o território nacional, com exceção do Sudeste, onde há menor expansão relativa da soja, mas com PIB expressivo, sugerindo maior rentabilidade em outras atividades da região.

Outra similaridade é a relação negativa entre o número de extremamente pobres e a área de soja. Weinhold et al. (2013) também capta a presença menor de indivíduos em situação de extrema pobreza na Amazônia Legal. Na presente pesquisa, essa afirmação também é válida para os municípios da região Norte (abrangendo maior parte da Amazônia Legal) e se estendendo às demais regiões com exceção do Sul.

Embora não seja possível fazer afirmações causais, as evidências não apontam para a rejeição da hipótese de que a soja, ao fomentar atividades econômicas locais, favoreça o aumento de renda de pessoas extremamente pobres. Entretanto, a renda média do primeiro quintil explicita que a relação entre os provimentos dos mais pobres e a soja não é trivial. Pois, embora os municípios com mais

cultivo no Nordeste e Sudeste tenham tendencialmente menor quantidade de extremamente pobres, há a diminuição relativa da renda média dos mais pobres. Vale lembrar aqui a hipótese sugerida por parte da literatura (Sauer, 2019) de exportação de pobres para outras áreas, algo que não pôde ser verificado neste estudo.

Já a renda do primeiro quintil (maior renda) mostrou não haver correlação com a soja em nenhuma região. E o uso da variável desigualdade de renda se mostrou inconclusiva. Desse modo, não é possível afirmar se a soja possui relação com a desigualdade ou não, pois tendo efeito apenas na renda dos mais pobres, não há como estipular se há um distanciamento ou não entre ricos e pobres.

Lima-de-Oliveira e Alonso (2017), afirmam que, entre 2000 e 2010, a presença do grão possuiu efeitos contraditórios, aumentado o índice de Gini ao realizar uma regressão com a diferença dos valores das variáveis entre 2000 e 2010, mas não havendo esta correlação na análise de pareamento (comparar a presença de soja em municípios com os demais atributos similares).

Relacionar área de soja e mortalidade infantil é exercício sem paralelo nos artigos considerados. A hipótese de que a soja poderia, ao melhorar a renda, melhorar também a capacidade de oferta de serviços públicos e consequentemente melhorar os indicadores sociais não apresenta evidências favoráveis no Nordeste e Sudeste, podendo ser válida no Norte, Sul e Centro-Oeste. Vale lembrar que o mecanismo que poderia atuar para proporcionar maior bem-estar aos residentes dos municípios com maior presença de soja, isto é, o aumento de arrecadação, não foi constatado por Lima-de-Oliveira e Alonso (2017). Ou melhor, observou-se justamente o oposto naquele estudo, uma correlação negativa entre soja e o orçamento municipal.

Esses dados dizem respeito ao desempenho individual de cada variável. Mas, além das diferenças inter-regionais já apontadas, os dados analisados mostraram também alta diversidade intrarregional, como aponta o tópico seguinte.

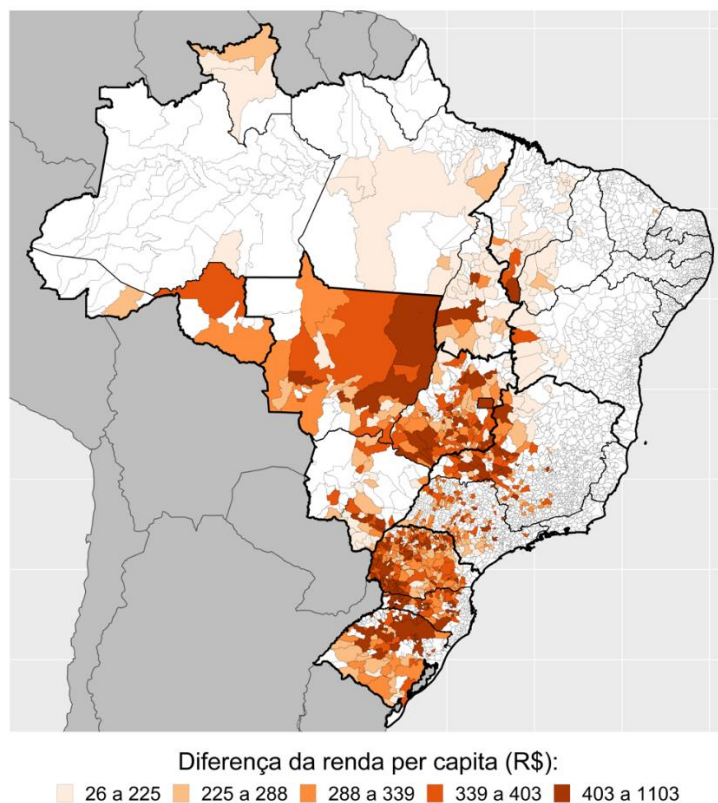
4.2. A importância da heterogeneidade intrarregional

Tratando-se da renda per capita, as regiões produtoras de soja apresentaram uma dispersão elevada da diferença de renda entre 1991 e 2010 (figura 4). No Norte e Nordeste essa variação de renda não foi tão expressiva com exceção de municípios de Rondônia, no Norte, Piauí e duas AMC no Maranhão e uma na Bahia, no Nordeste. Por outro lado, essas duas regiões foram as que apresentaram elevação na desigualdade mensurada pelo índice de Gini nas áreas produtoras de soja (figura 5). As demais regiões tiveram preponderantemente uma diminuição da desigualdade.

Apesar da elevação da desigualdade (figura 6), os municípios produtores do Norte e Nordeste apresentaram uma redução expressiva no número de pobres, fato também constatado no Paraná (figura 7). Essas mesmas áreas destacadas também coincidiram com uma menor mortalidade infantil

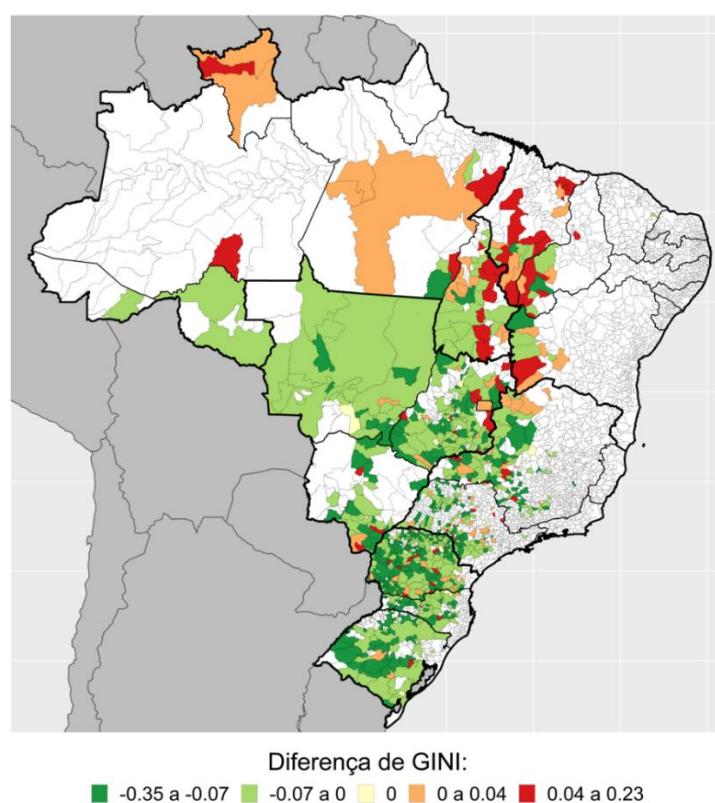
(figura 8). Já a expectativa de anos de estudo apresentou elevação em grande parte dos municípios produtores, exceto nas AMC do Rio Grande do Sul e oeste de Minas Gerais (figura 9). Por sua vez, a taxa de desocupação apresentou uma heterogeneidade considerável entre municípios produtores de soja de uma mesma região. Mesmo com a maioria dos municípios apresentando uma tendência de elevação de desocupação, há áreas com a diferença próxima de zero ou inferior (figura 10). Destacando-se Piauí e Paraná como estados com forte heterogeneidade e as AMC do Nordeste como mais homogêneos (tendendo a uma maior desocupação).

Figura 4. *Evolução da renda per capita entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja*



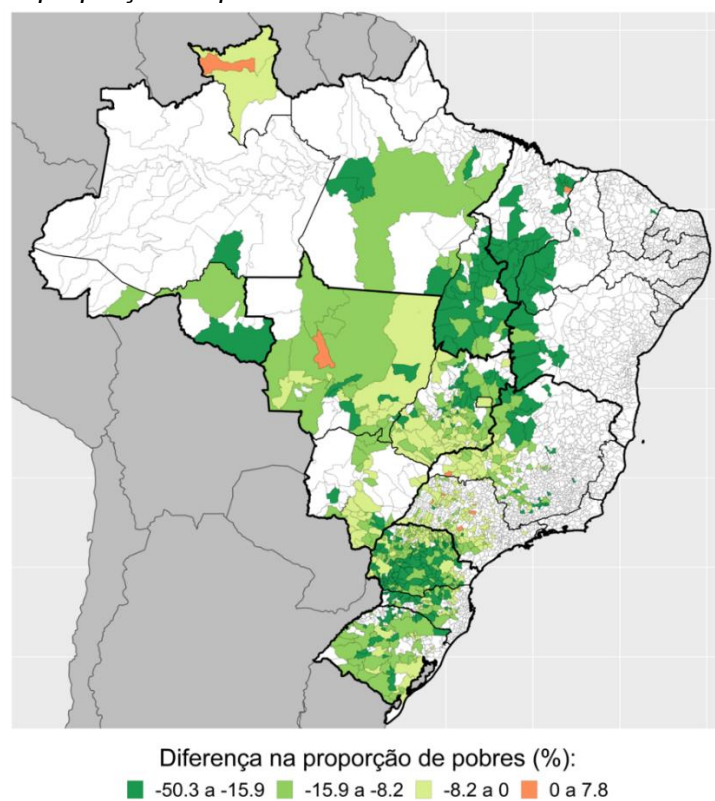
Fonte: *Elaboração própria com dados do Censo Demográfico (IBGE).*

Figura 5. Evolução do GINI entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja.



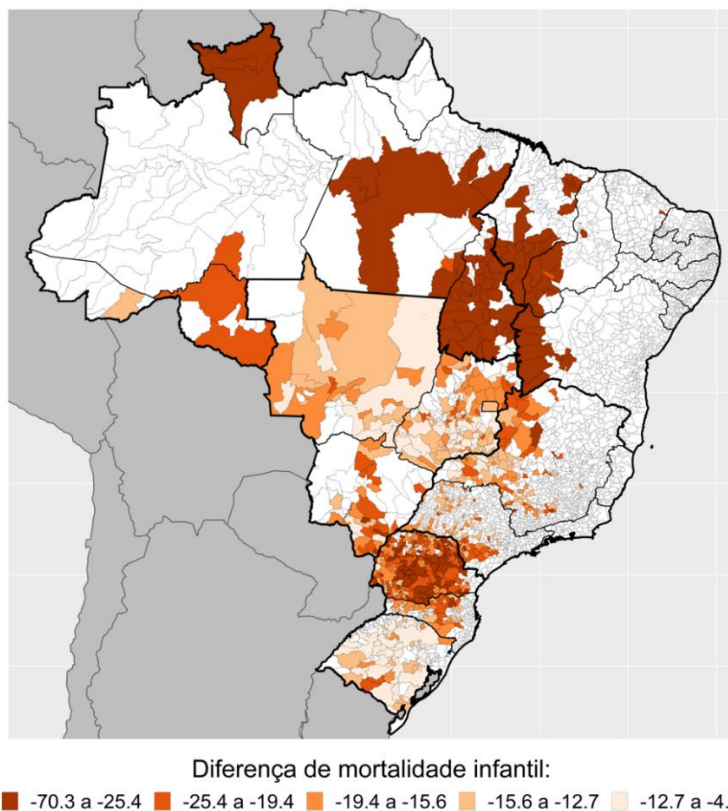
Fonte: Elaboração própria com dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 6. Evolução da proporção de pobres entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja.



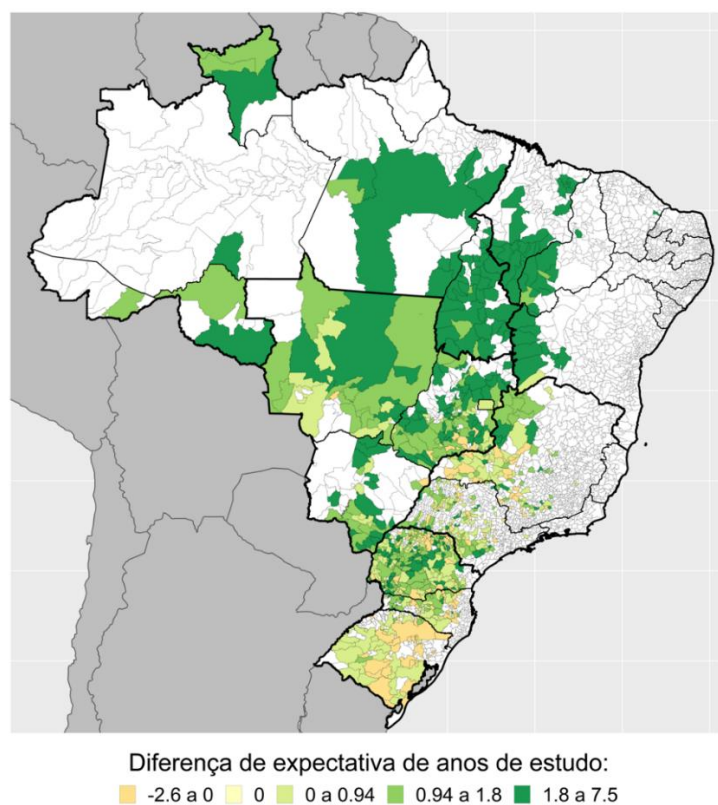
Fonte: Elaboração própria com dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 7. Evolução da mortalidade infantil entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja.



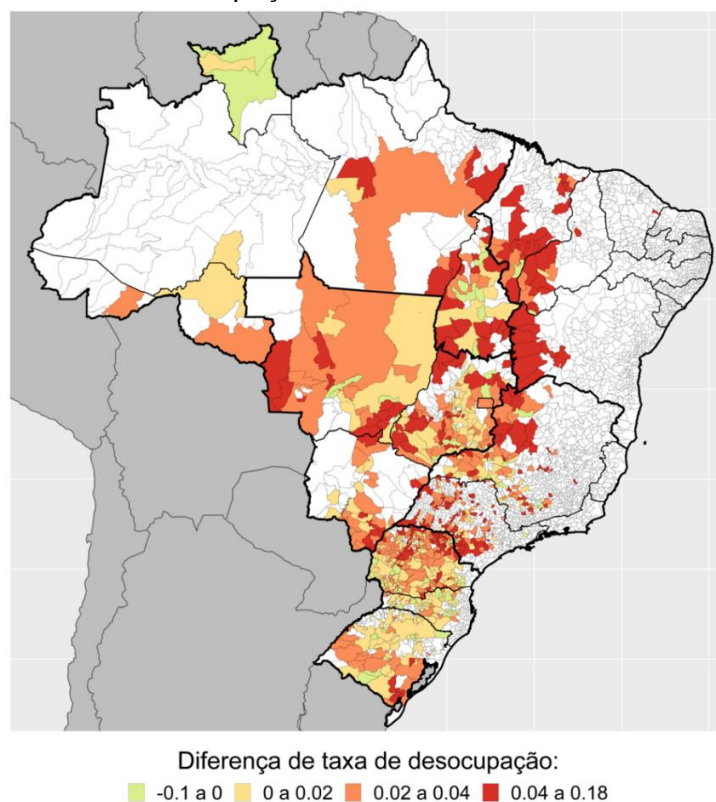
Fonte: Elaboração própria com dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 8. Evolução dos anos de estudo entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja.



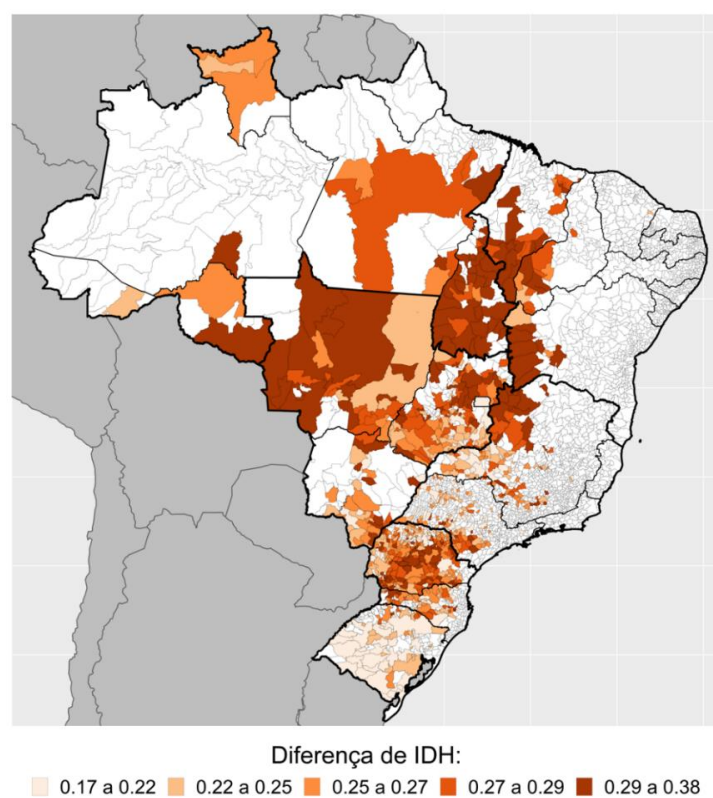
Fonte: Elaboração própria com dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 9. Evolução da taxa de desocupação entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja.



Fonte: Elaboração própria com dados do Censo Demográfico (IBGE).

Figura 10. Evolução do IDH entre 1991 e 2010 nos AMC com expansão de soja.



Fonte: Elaboração própria com dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Considerando as 59 AMC produtoras de soja na região Norte, houve a partição em dois grupos, dado que a maior média de silhueta (0,7) se deu com esta quantidade de clusters. Por meio da tabela 5 (figura 11), vemos que o grupo A, com 14 municípios, apresentou um incremento de 4% na proporção de terra alocada para soja, enquanto o grupo B apenas 0,5%. Nestes municípios com mais cultivo, a renda per capita também sofreu uma elevação maior que no outro grupo, sendo o aumento superior em R\$ 98,8, resultando num nível médio de renda per capita de R\$ 500,9 contra R\$ 391,7 do grupo B. Já a desigualdade sofreu uma leve queda média de 0,01 unidade no índice de Gini para os municípios de A, com média de 0,55 em 2010, existindo casos em que houve aumento ou diminuição. No caso, os dois grupos estão praticamente na média nacional do índice de Gini de 0,53, dado que o grupo B apresentou uma média de 0,56. Em todos os municípios A houve uma diminuição da proporção de pobres. Embora a diminuição no grupo B seja próxima (17,1%), a quantidade de extremamente pobres em A (12%) ainda é menor que em B (17%). Em todos os municípios houve uma elevação da expectativa de anos de estudo e redução da mortalidade infantil similar, embora o valor em 2010 seja um ano de estudo a mais e uma morte a menos a cada mil nascimentos no grupo A. Assim, resultando na média de 18 mortes por mil nascimentos e 9,8 anos de estudo em 2010 para este grupo. Sobre a taxa de desocupação, houve uma tendência de aumento em ambos os grupos de 3%, resultando num valor médio de 7% para o grupo A e 8% para o B, ambos acima da taxa nacional de 6,7%. Por meio do mapa na figura 9, é exposta a localização destes clusters, sendo o grupo com maior presença de soja localizado em Rondônia e Tocantins.

Diferentemente dos municípios do Norte, o critério empregado para seleção de número de clusters resultou na partição dos dados em três grupos no Nordeste (tabela 6), com um valor de 0,64 de média de silhueta. Enquanto os 23 municípios do grupo A (figura 12) tiveram um crescimento médio de 1% na proporção da área de soja, representando estabilidade. Já o grupo B, com 6 representantes, são as AMC com maior alocação de terra voltada para soja, com uma proporção média de 18% em 2010, e com crescimento de 16%. Por último, o grupo C representa um crescimento moderado de 6,49%. Apesar dos municípios com produção mais elevada (grupo B) deterem maior crescimento da renda per capita (R\$ 178,1) acarretando num valor médio de renda per capita de R\$ 327,7, o grupo A, com menor, detém o segundo maior aumento médio (R\$ 167,6), que por sua vez obteve uma média de R\$ 275,4. Entretanto, considerando os valores medianos vemos que tanto o grupo com crescimento moderado de soja (C) e com menor presença de soja possuem valores similares. No cluster B também houve redução das desigualdades levando a um valor médio de 0,57. Contudo, em alguns municípios deste grupo houve aumento. Nos outros municípios, em geral, houve uma tendência de aumento das desigualdades. Tratando-se da mortalidade infantil, expectativa de anos de estudo e taxa de desocupação houve uma trajetória aparentemente similar entre os três grupos, assim como valores em 2010 próximos. Apesar das similaridades, vemos que a mortalidade infantil apresenta um nível superior à média nacional de 19

mortes por mil nascimentos, haja vista a média de 26 óbitos nos clusters do Nordeste. Também sendo o caso para a desocupação, com valores de 8 a 9%. Pelo mapa da figura 12, é exposto que os municípios do grupo B são localizados na Bahia e Piauí.

Na região com maior produção de soja, o Centro-Oeste (tabela 7), os 253 AMC com área de cultivo foram divididos em dois grupos dado o valor de 0,7 da média de silhueta. Enquanto o grupo A (figura 13) representa os municípios com menor razão de área de cultivada por área total (3%) e menor expansão entre 1991 e 2010 (2,2%), B representa os municípios com maior uso de terra voltado a soja (29%) e maior crescimento desta proporção com valor de médio de 18%. É importante frisar que houve municípios que diminuíram área cultivada em B. Em geral, o cluster com mais soja também teve maior crescimento na renda per capita com uma diferença média de R\$ 15, resultando no valor médio de R\$ 691,8 em 2010. No caso da desigualdade, em mais municípios do grupo com mais soja houve maior redução do índice de Gini, sendo que os dois grupos estão abaixo da média nacional para 2010. Embora o cluster A, em média, tenha uma redução 3% maior no número de extremamente pobres, apenas 3% da população dos municípios de B encontravam-se nesta situação em 2010. No caso da mortalidade infantil, a maior redução também foi do grupo A. Tratando-se da expectativa de anos de estudo e taxa de desocupação, as estatísticas foram praticamente similares, e com valores próximos ou abaixo da média nacional em 2010.

Já no Sudeste (tabela 8), as observações foram separadas em três grupos, dado o valor de 0,67 na média da silhueta. Diferentemente de outras regiões, o cluster com maior valor médio de proporção de área de soja em 2010, C (19 municípios), apresenta uma trajetória de diminuição visto a diferença negativa de 14,5% (figura 14). Já o cluster B, com 58 AMC, representa os casos com crescimento de soja dado a média de 7,7%, mas com níveis intermediários no uso de terra para soja em comparação com C e A. Em A (19 casos), há uma baixa produção de soja (1% da área em 2010) com certa estabilidade. No grupo em que a soja cresceu, B, houve um crescimento da renda per capita similar aos municípios com pouca presença de soja, em comparação com a menor crescimento no grupo C, que por sua vez apresentou a maior renda em 2010. Este é o mesmo cenário para a proporção de pessoas em situação de extrema pobreza e mortalidade infantil. Já o aumento da taxa de desocupação foi superior nos grupos com maior produção de soja em 2010, sendo superior à média nacional. É possível ver que áreas com crescimento moderado de Minas Gerais e São Paulo estão próximas a Goiás e Paraná, respectivamente.

Por último, os 587 municípios da região Sul (tabela 9) foram divididos em dois grupos, visto o valor médio da silhueta de 0,52. Neste caso, o grupo A (figura 15) representa os municípios com elevada proporção de soja em 2010, com média de 44% do uso da área, também com elevado crescimento entre 1991 e 2010 (18,1%). Já os municípios do cluster B detém uma baixa presença de soja com casos que houve tanto aumento como a diminuição da área de produção do cultivo. Apesar desta

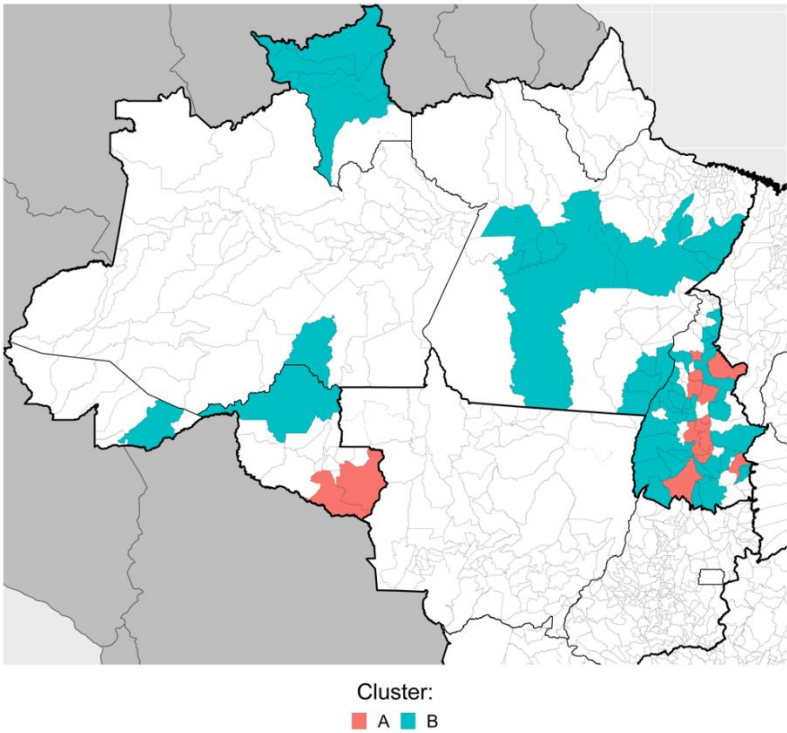
drástica diferença na forma de presença de soja, vemos que as medidas socioeconômicas e a diferença de nível entre 1991 e 2010, em geral, são bastante próximas, não existindo uma diferença clara entre clusters neste sentido. Destaca-se a tendência de aumento da taxa de desocupação para ambos os grupos.

Comparando as classificações por região observamos que o padrão de expansão de soja se dá em diferentes formas nas regiões. No Sul, vemos a maior proporção de área alocada ao cultivo, chegando a uma média de 44% em um cluster em 2010, com um crescimento de 18% entre 1991 e 2010. Apenas em dois clusters de outras duas regiões foram observadas um crescimento médio com dois dígitos, no Nordeste e no Centro-Oeste. Apesar de não existirem diferenças claras entre as medidas de bem-estar social comparando os clusters entre regiões, há diferenças significativas comparando-se por região. Este é o caso da desigualdade, em que o nível médio do Gini para os municípios produtores de soja do Nordeste foi o maior em comparação com outras regiões (seguido por Norte e Centro-Oeste), além de ser a única região com municípios em que houve aumento médio da desigualdade para alguns clusters. Isso também é válido para a mortalidade infantil, que embora os municípios produtores no Nordeste tenham apresentado maior redução em comparação a outros municípios, ainda há um nível acima da média no Brasil, que é seguido por Norte e Centro-Oeste. Estas duas regiões possuem o mesmo padrão na proporção da população extremamente pobre. No entanto, vemos que a região Sul apresentou uma diminuição no número de extremamente pobres superior ao Centro-Oeste, mesmo com um nível inicial de pobreza menor. Ademais, nos municípios do Nordeste, também houve o maior aumento da taxa de desocupação.

Tabela 5. Descrição dos clusters da região Norte.

Cluster	Média em 2010	Diferença entre 2010 e 1991				
		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio P.
Proporção de área de soja (diferença em %)						
A	0.04	3.98	3.73	1.97	6.48	1.67
B	0	0.46	0.19	0	1.86	0.54
Renda per capita						
A	500.9	275.41	267.5	132.82	640.86	136.2
B	391.7	176.62	180.22	-7.68	363.51	76.03
GINI						
A	0.55	-0.01	-0.01	-0.09	0.09	0.06
B	0.56	0	0	-0.18	0.14	0.07
Proporção de pobres (diferença em %)						
A	0.12	-19.41	-18.95	-28.07	-10.78	5.32
B	0.17	-17.14	-15.38	-41.65	7.79	9.8
Mortalidade infantil						
A	18.2	-39	-36.77	-55.29	-23.58	9.8
B	19.49	-38.66	-38.41	-61	-14.32	9.85
Expectativa de anos de estudo						
A	9.79	3.17	3.19	2.08	6.01	1.05
B	8.97	3.02	3.05	1.14	5.26	1.16
Taxa de desocupação						
A	0.07	0.03	0.04	-0.08	0.09	0.04
B	0.08	0.03	0.03	-0.04	0.18	0.05

Figura 11. Mapa dos clusters da região Norte.

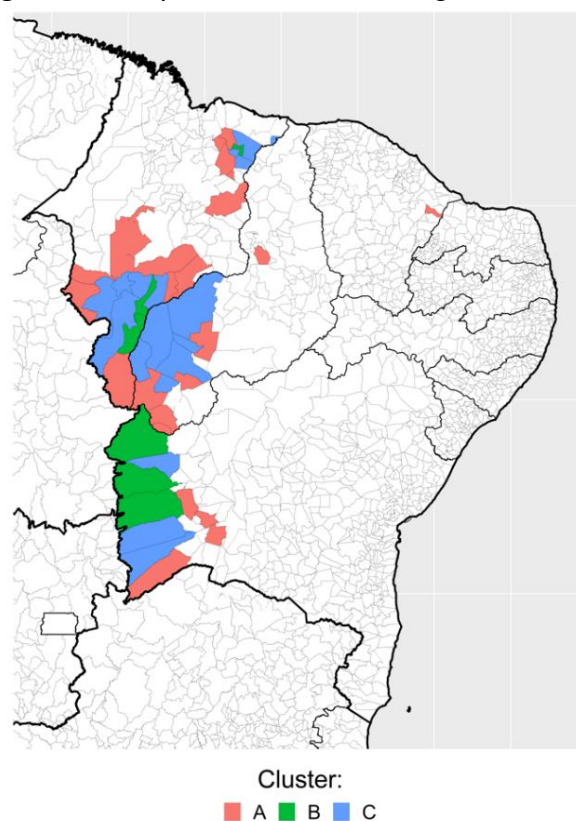


Fonte: Elaboração própria

Tabela 6. Descrição dos clusters da região Nordeste.

Cluster	Média em 2010	Diferença entre 2010 e 1991				
		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio P.
Proporção de área de soja (diferença em %)						
A	0.01	1.01	0.48	0.03	3.32	0.91
B	0.18	16.37	16.5	11.67	23.58	4.08
C	0.07	6.49	6.13	4.12	10.95	2.09
Renda per capita						
A	275.38	167.63	148.05	79.66	407.45	75.11
B	327.68	178.08	151.18	94.1	364.06	101.26
C	262.73	161.89	149.75	56.29	385.65	78.4
GINI						
A	0.59	0.06	0.04	-0.04	0.2	0.07
B	0.57	-0.01	-0.02	-0.14	0.09	0.08
C	0.58	0.03	0.02	-0.12	0.23	0.09
Proporção de pobres (diferença em %)						
A	0.3	-27.71	-26.04	-45.55	-16.91	7.63
B	0.24	-28.62	-26.97	-49.66	-15.67	11.58
C	0.3	-30.53	-33.69	-50.26	2.08	12.54
Mortalidade infantil						
A	26.22	-46.8	-46.44	-70.89	-30.2	11.16
B	26.03	-47.43	-44.47	-70.26	-35.24	13.1
C	26.11	-46.89	-46.38	-65.15	-22.67	10.61
Expectativa de anos de estudo						
A	8.71	3.12	2.81	0.85	7.55	1.43
B	9.11	3.17	2.95	2.26	4.87	0.91
C	8.73	3.27	3.27	1.6	5.35	0.95
Taxa de desocupação						
A	0.08	0.05	0.05	0	0.13	0.03
B	0.08	0.05	0.05	-0.02	0.09	0.04
C	0.09	0.06	0.06	0.02	0.17	0.03

Figura 12. Mapa dos clusters da região Nordeste.

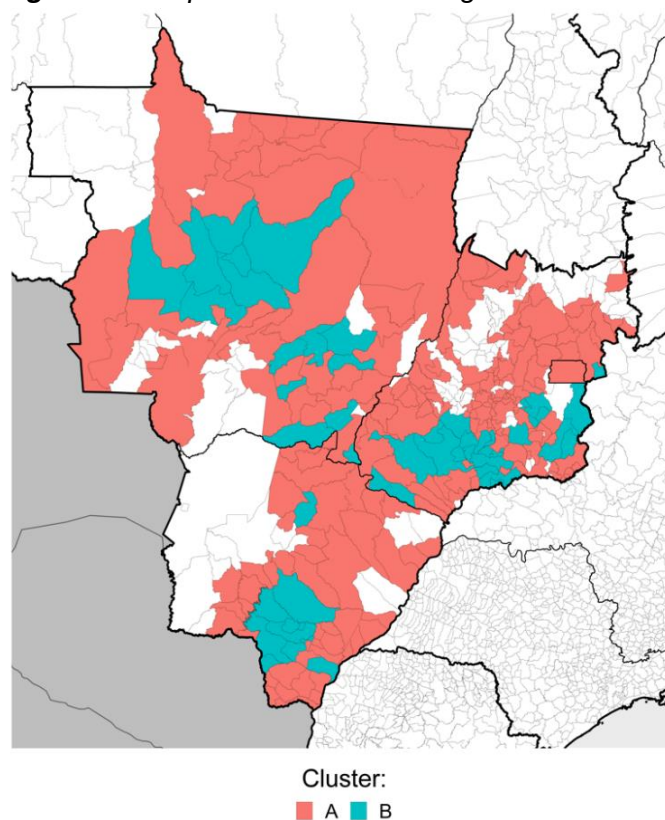


Fonte: Elaboração própria

Tabela 7. Descrição dos clusters da região Centro-Oeste.

Cluster	Média em 2010	Diferença entre 2010 e 1991				
		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio P.
Proporção de área de soja (diferença em %)						
A	0.03	2.23	1.38	-5.25	10.62	2.83
B	0.29	18.27	14.95	-4.64	54.33	10.43
Renda per capita						
A	603.55	308.09	301.59	63.82	799.11	102.24
B	691.81	322.68	329.37	67.88	571.56	105.57
GINI						
A	0.5	-0.05	-0.04	-0.22	0.12	0.06
B	0.49	-0.07	-0.06	-0.29	0.05	0.06
Proporção de pobres (diferença em %)						
A	0.05	-11.72	-11.04	-34.89	8.01	6.62
B	0.03	-8.59	-8.07	-21.73	0.3	4.75
Mortalidade infantil						
A	15.55	-16.27	-16.13	-27.22	-5.1	4.23
B	15.49	-12.98	-12.1	-27.02	-2.82	4.83
Expectativa de anos de estudo						
A	9.69	1.89	1.8	-1.43	5.16	1.08
B	9.55	1.41	1.36	-0.6	3.46	0.87
Taxa de desocupação						
A	0.06	0.02	0.03	-0.15	0.17	0.03
B	0.05	0.03	0.03	-0.09	0.08	0.03

Figura 13. Mapa dos clusters da região Centro-Oeste.

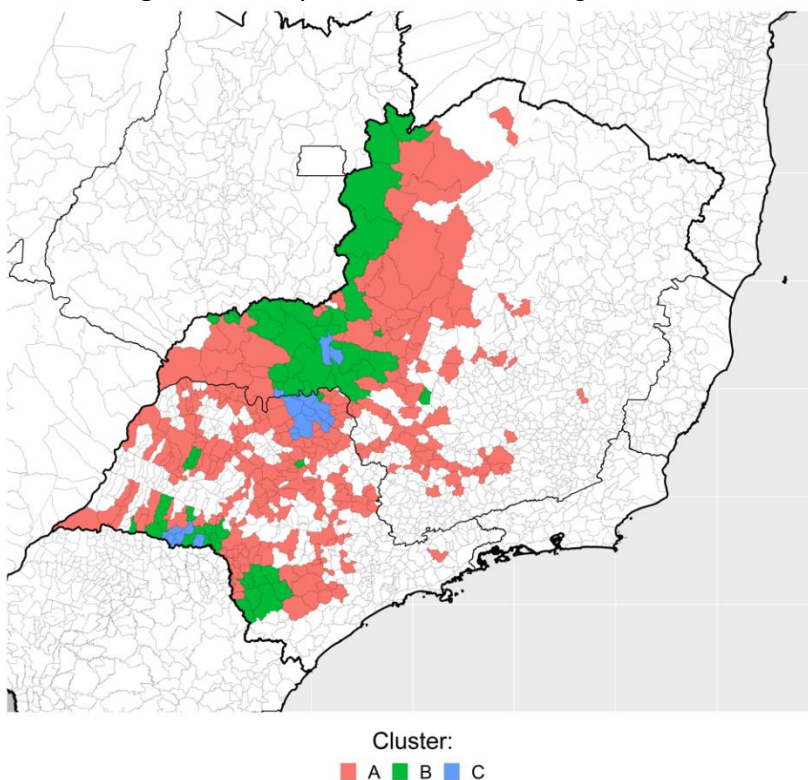


Fonte: Elaboração própria

Tabela 8. Descrição dos clusters da região Sudeste.

Cluster	Média em 2010	Diferença entre 2010 e 1991				
		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio P.
Proporção de área de soja (diferença em %)						
A	0.01	0.1	0.32	-11.79	4.11	2.08
B	0.13	7.69	5.51	-2.13	28.94	5.87
C	0.18	-14.54	-13.08	-33.99	-3.12	7.12
Renda per capita						
A	691.04	298.99	300.23	68.15	777.93	93.08
B	658.57	310.22	299.34	67.19	586.18	102.61
C	744.44	289.52	270.08	110	452.44	95.29
GINI						
A	0.46	-0.06	-0.05	-0.3	0.17	0.06
B	0.47	-0.05	-0.05	-0.18	0.14	0.07
C	0.47	-0.05	-0.07	-0.16	0.12	0.07
Proporção de pobres (diferença em %)						
A	0.02	-7.03	-4.86	-38.77	1.98	7.17
B	0.02	-7.62	-6.69	-26.39	-0.27	5.2
C	0.01	-2.53	-1.35	-13.57	1.58	3.4
Mortalidade infantil						
A	14.4	-14.66	-14.09	-31.72	-5.19	4.59
B	14.51	-15.47	-14.66	-25.73	-7.56	4.44
C	13.88	-13.3	-12.92	-19.77	-5.84	3.23
Expectativa de anos de estudo						
A	10	0.73	0.67	-2.27	5.1	0.93
B	9.75	0.66	0.54	-1.21	3.12	0.93
C	10.23	0.69	0.64	-1.4	1.91	0.78
Taxa de desocupação						
A	0.05	0.03	0.03	-0.05	0.14	0.02
B	0.06	0.04	0.04	-0.03	0.09	0.03
C	0.07	0.05	0.05	0	0.1	0.02

Figura 14. Mapa dos clusters da região Sudeste.

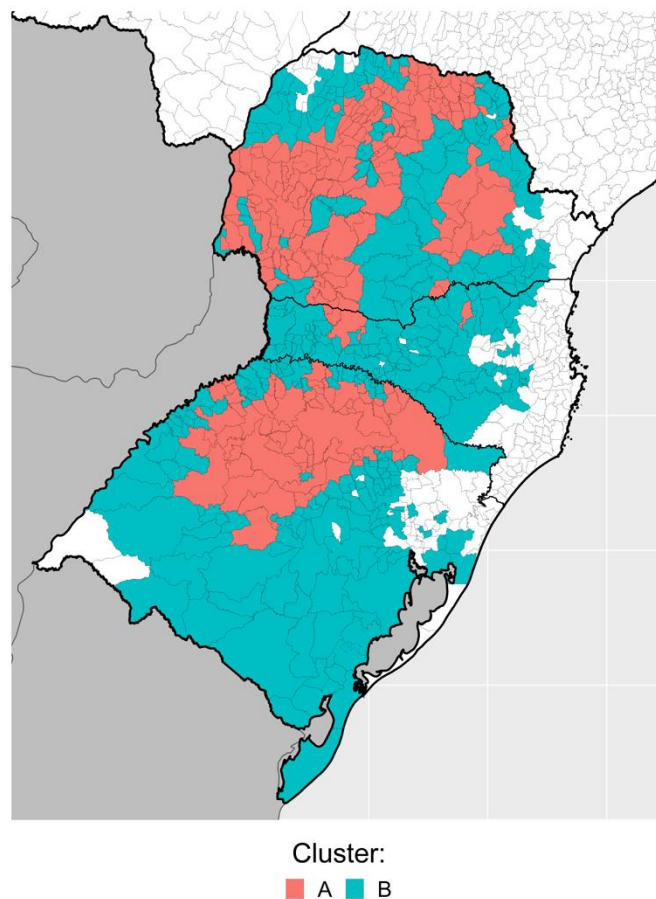


Fonte: Elaboração própria

Tabela 9. Descrição dos clusters da região Sul.

Cluster	Média em	Diferença entre 2010 e 1991				
	2010	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio P.
Proporção de área de soja (diferença em %)						
A	0.44	18.14	17.54	-12.58	61.22	12.3
B	0.08	0.39	1.1	-39.66	15.36	8.19
Renda per capita						
A	680.43	380.43	374.65	74.66	954.11	115.72
B	692.86	394.68	374.32	142.86	1158.68	140.24
GINI						
A	0.47	-0.08	-0.08	-0.35	0.07	0.06
B	0.46	-0.08	-0.07	-0.32	0.16	0.06
Proporção de pobres (diferença em %)						
A	0.03	-16.32	-15.24	-44.82	-1.03	9.06
B	0.03	-15.95	-13.93	-50.64	-1.42	9.76
Mortalidade infantil						
A	13.48	-18.13	-18.19	-36.41	-3.3	7.27
B	13.09	-16.43	-14.67	-37.08	-3.52	7.49
Expectativa de anos de estudo						
A	10.61	0.9	0.83	-3.18	5.55	1.02
B	10.3	0.67	0.6	-2.37	4.46	1.03
Taxa de desocupação						
A	0.04	0.02	0.02	-0.04	0.09	0.02
B	0.04	0.02	0.01	-0.04	0.07	0.02

Figura 15. Mapa dos clusters da região Sul.

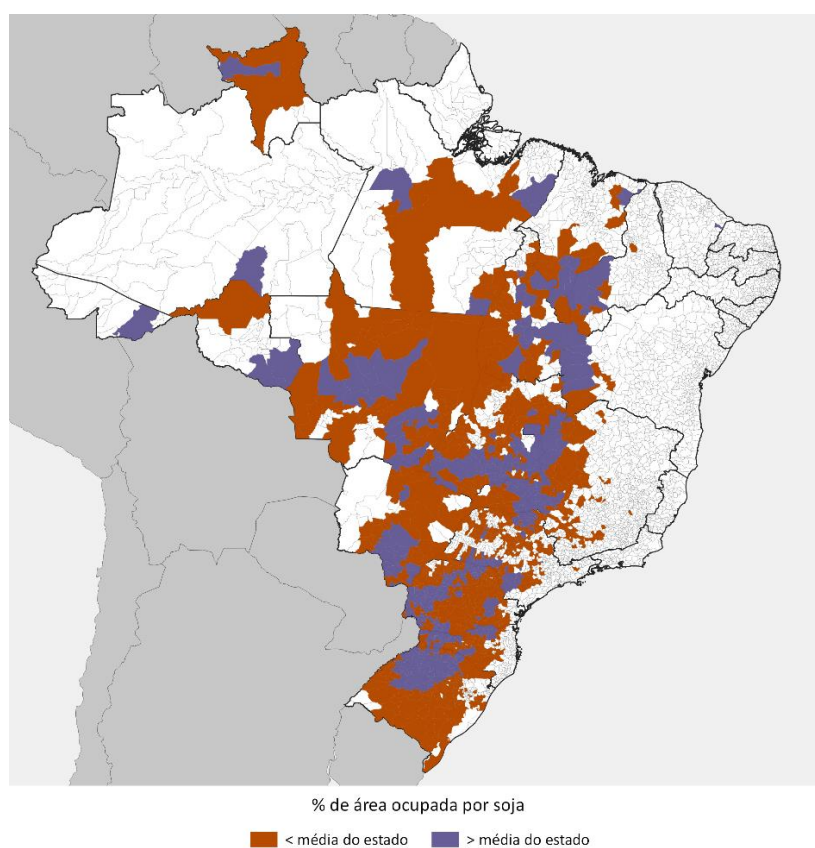


Fonte: Elaboração própria

4.3. Um retrato do que acontece nos municípios com maior produção de soja

O mapa da figura 16 divide o universo dos municípios produtores de soja, no Brasil, em dois grupos: aquele cuja área dedicada a esse cultivo é superior à média observada na mesma unidade da federação; e aquele cuja área é inferior à média. A tabela 10 mostra o desempenho destes municípios em um conjunto de indicadores socioeconômicos. Foram considerados para este fim os indicadores de renda, pobreza, desigualdade de renda, ocupação/emprego, número médio de anos de estudo e mortalidade infantil.

Figura 16. Municípios com produção da soja e % em relação à média do estado.



Fonte: Elaboração própria

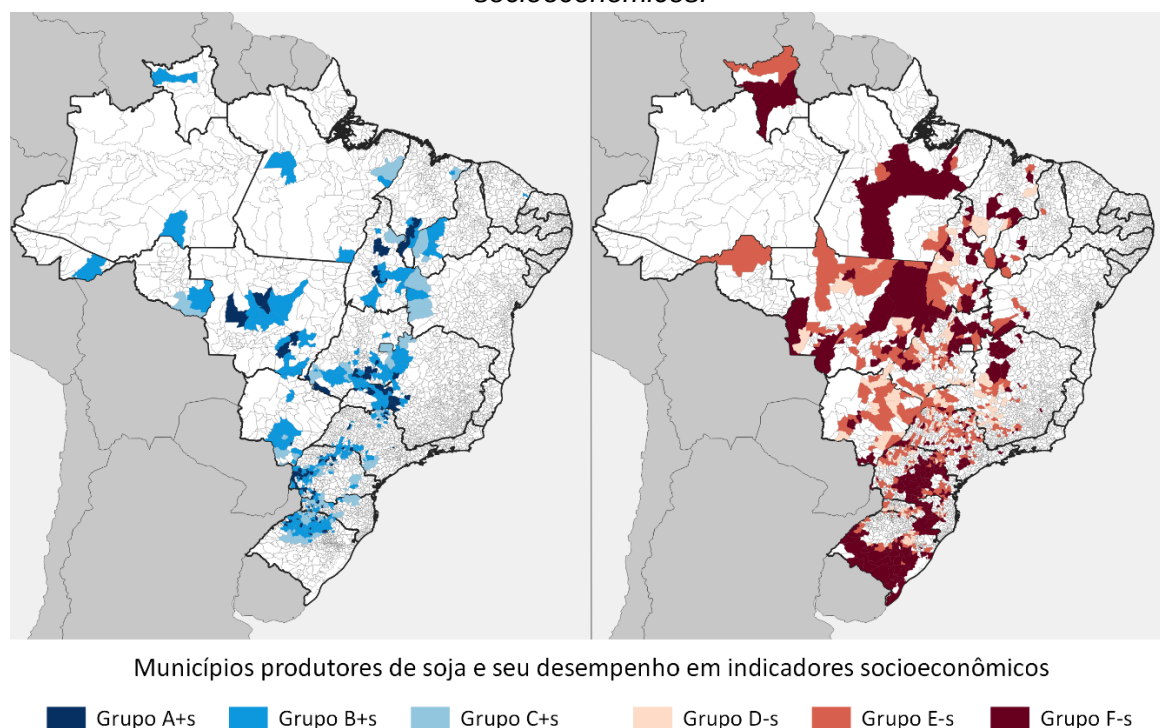
Tabela 10. Municípios produtores de soja e seus desempenhos socioeconômicos.

Região	% de soja na AMC acima da média						% de soja na AMC abaixo da média					
	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Grupo E		Grupo F	
	Nº de AMCs	% na região	Nº de AMCs	% na região	Nº de AMCs	% na região	Nº de AMCs	% na região	Nº de AMCs	% na região	Nº de AMCs	% na região
Centro-Oeste	24	6,8%	67	18,9%	14	3,9%	64	18,0%	108	30,4%	78	22,0%
Nordeste	2	2,7%	20	26,7%	13	17,3%	8	10,7%	14	18,7%	18	24,0%
Norte	12	7,4%	38	23,3%	10	6,1%	17	10,4%	40	24,5%	46	28,2%
Sudeste	27	6,5%	57	13,8%	25	6,1%	83	20,1%	161	39,0%	60	14,5%
Sul	70	7,3%	216	22,5%	133	13,8%	122	12,7%	192	20,0%	228	23,7%
Brasil	135	6,9%	398	20,2%	195	9,9%	294	14,9%	515	26,2%	430	21,9%

Os resultados expressos na tabela é de que há uma maior concentração de municípios na faixa intermediária, tanto no grupo dos municípios com produção de soja acima da média, como naquele grupo de municípios com produção abaixo da média de cada unidade federativa. Isto é, independente da maior ou menor presença da soja, predominam os municípios nos quais o desempenho em aproximadamente metade dos indicadores selecionados é positivo, enquanto na outra metade é negativo, sempre comparando-os à média do estado ao qual pertencem, para evitar efeitos de distorção regional. Em segundo lugar vem o grupo dos municípios com desempenho inferior em pelo menos dois terços dos indicadores selecionados. E só finalmente aparecem os municípios com desempenho superior, em dois terços ou mais dos indicadores.

Os mapas abaixo (figura 17) mostram a distribuição espacial destes grupos de municípios – em azul aqueles que têm produção superior à média, e em vermelho aqueles que têm produção inferior à média.

Figura 17. Municípios produtores de soja e seu desempenho em indicadores socioeconômicos.



Fonte: Elaboração própria

A tabela 11 apresenta o desempenho dos vinte municípios campeões em produção agropecuária no Brasil, dos quais dezenove são destacados produtores de soja, em um pequeno conjunto de indicadores socioeconômicos. Em vermelho estão as situações nas quais o desempenho é pior do que a média do estado ao qual pertencem, e em azul as situações em que o desempenho é superior. Logo em seguida, o mapa da figura 18 mostra a distribuição espacial desses municípios de acordo com a tipologia.

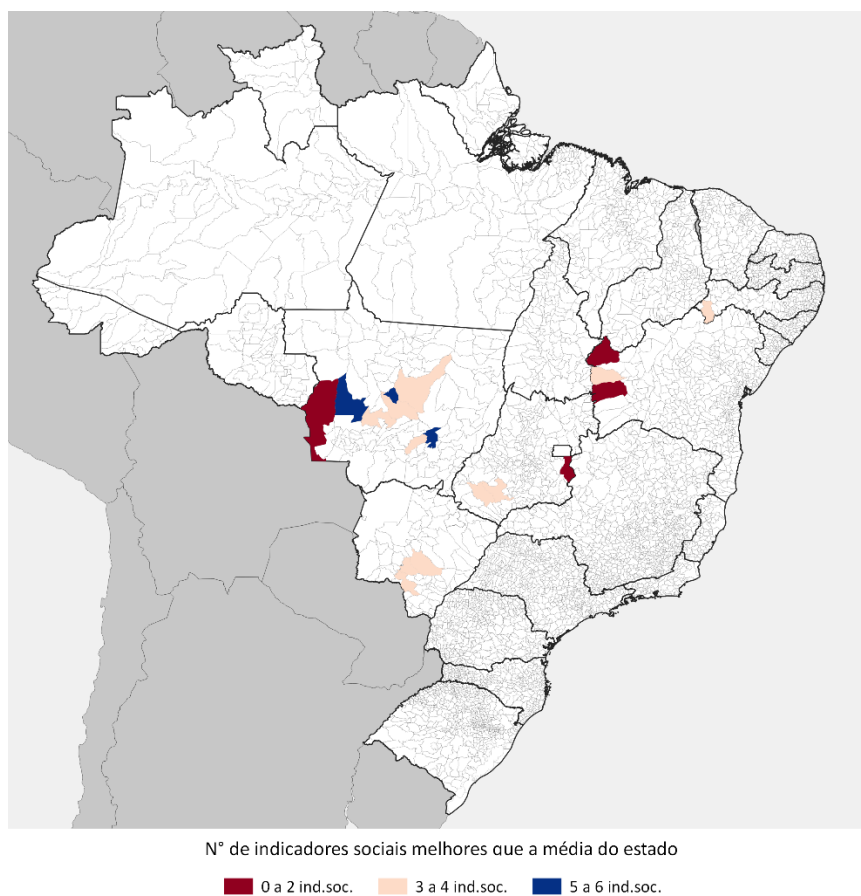
Os resultados mostram que em apenas três deles, a grande maioria dos indicadores socioeconômicos (cinco a seis) são superiores às médias, todos localizados no estado do Mato Grosso. Quatro municípios estão no extremo oposto, com a menor parte dos indicadores apresentando desempenho positivo. E a grande maioria encontra-se em situação intermediária, com três a quatro indicadores positivos, entre os seis observados.

Tabela 11. Vinte Municípios com maior produção agropecuária no Brasil e seu desempenho em indicadores socioeconômicos, comparativamente à média dos estados.

UF	AMC	Posição	Renda	Gini	Pobreza	Mort. Infantil	Emprego	Anos estudo	Municípios da AMC
BA	Formosa do Rio Preto	1	Pior	Pior	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Formosa do Rio Preto
MT	Campo Novo dos Parecis, Sapezal	/ 5	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Campo Novo dos Parecis, Sapezal
MT	Nova Ubirata, Sorriso	3 / 15	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Melhor	Melhor	Feliz Natal, Nova Ubirata, Sorriso, Vera
BA	São Desidério	4	Melhor	Pior	Pior	Pior	Melhor	Pior	São Desidério
MT	Diamantino	6	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Pior	Melhor	Arenapolis, Diamantino, Santo Afonso, Nova Marilândia
MS	Ponta Porã	7	Melhor	Pior	Pior	Pior	Melhor	Pior	Lagunacarapa, Ponta Porã
MT	Campo Verde	8	Melhor	Pior	Melhor	Melhor	Pior	Melhor	Campo Verde
BA	Barreiras	9	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Melhor	Melhor	Barreiras, Luis Eduardo Magalhães
MT	Primavera do Leste	10	Melhor	Pior	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Primavera do Leste
MT	Campos de Julio	11	Pior	Pior	Pior	Melhor	Melhor	Pior	Campos de Julio, Comodoro, Cila Bela da Santíssima Trindade, Nova Lacerda
MT	Nova Mutum	12	Melhor	Pior	Melhor	Melhor	Melhor	Pior	Nova Mutum, Santa Rita do Trivelato
MS	Sidrolândia	13	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Nova Alvorada do Sul, Rio Brilhante, Sidrolândia
GO	Rio Verde	14	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Melhor	Pior	Castelândia, Rio Verde, Santo Antonio da Barra,
PE	Petrolina (sem soja)	16	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Pior	Melhor	Dormentes, Petrolina
MS	Maracaju	17	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Melhor	Melhor	Maracaju
GO	Jataí	18	Melhor	Pior	Pior	Melhor	Melhor	Pior	Aparecida do Rio Doce, Jataí, Perolandia
GO	Cristalina	19	Melhor	Pior	Pior	Pior	Pior	Pior	Cristalina
MT	Lucas do Rio Verde	20	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Melhor	Lucas do Rio Verde

Fonte: Elaboração própria

Figura 18. Mapa da distribuição espacial dos vinte maiores municípios em produção agropecuária no Brasil e seu desempenho em indicadores socioeconômicos.



Fonte: Elaboração própria

5. Conclusões

A expansão do cultivo da soja no Brasil, nas últimas três décadas, se deu em todas as regiões do Brasil, apesar de se concentrar nas regiões Centro-Oeste e Sul. Com o objetivo de contribuir com a literatura sobre os possíveis efeitos socioeconômicos do cultivo, comparamos o desempenho de todos os municípios brasileiros de 1991 a 2010 em um conjunto selecionado de indicadores sociais e econômicos, utilizando diferentes, mas complementares métodos.

Em síntese, os resultados obtidos mostram que não foi confirmada a narrativa segundo a qual os efeitos ambientais negativos gerados com a produção da soja seriam compensados por efeitos positivos em indicadores econômicos e sociais. O que se vê é uma realidade muito mais heterogênea, entre as grandes regiões e dentro das grandes regiões do país, no que diz respeito a indicadores como renda, pobreza e mortalidade infantil. E, junto disso, um grande grupo de indicadores para os quais os resultados observados são inconclusivos: desigualdade, IDH, ocupação/emprego, PIB e anos de estudo.

Quando se analisa a combinação destes indicadores nos municípios produtores de soja, o que predomina é uma situação intermediária. Por qualquer recorte que se utilize – a totalidade dos municípios produtores, os municípios com produção acima da média, ou mesmo o seletivo grupo dos vinte municípios campeões em produção, predomina o grupo dos municípios com desempenho ambivalente, superior à média em aproximadamente metade dos indicadores selecionados, mas com pior desempenho na outra metade. Em segundo lugar, aparecem os municípios com indicadores piores que a média do estado em pelo menos dois terços dos indicadores. E, finalmente, francamente minoritários, são os municípios com mais de dois terços dos indicadores superiores à média da unidade federativa.

Sob o ângulo do debate público e do debate científico sobre o tema, a principal contribuição deste estudo foi demonstrar que os efeitos da produção da soja não são inequivocamente positivos, como tenta reforçar a narrativa dominante. Eles são muito mais multifacetados e precisam ser compreendidos em sua heterogeneidade inter e intrarregional. Sob o ângulo metodológico, a principal contribuição está na combinação de diferentes métodos, e na ampliação da base geográfica, temporal e de dimensões analisadas, comparativamente aos estudos já disponíveis, com isso, ampliando as evidências mobilizadas e sua cobertura.

Os aspectos que não puderam ser resolvidos neste estudo, e sobre os quais os autores deste grupo de pesquisa já estão realizando esforços complementares, são: a dificuldade em incorporar certas dimensões de análise, por conta dos dados disponíveis, como é o caso das dimensões gênero, violência e segurança alimentar; e a explicação dos determinantes da performance diferenciada dos territórios nos indicadores observados, que exige análise qualitativa por meio de trabalho de campo. Os resultados disso serão publicados, separadamente, em função da especificidade dos métodos adotados em cada um deles.

Referências

AATR (2017). No rastro da grilagem. Uma publicação da Associação de Advogados de Trabalhadores Rurais do Estado da Bahia. Ano 1. Número 1.

ABAG (2016). Associação Brasileira do Agronegócio. O futuro da Soja Nacional. Available at: <http://www.aprosoja.com.br/blog/soja-plus/o-futuro-da-soja-nacional-1>.

ACTIONAID (2017). Impactos da expansão do agronegócio no MATOPIBA: Comunidades e meio ambiente. Rio de Janeiro.

AGOL, D., LATAWIEC, A., STRASSBURG, B. (2014). Evaluating impacts of development and conservation projects using sustainability indicators: opportunities and challenges. Environmental Impact Assessment Review, 48, p. 1-9.

AGROSTAT. (2018). Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Available at: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>.

ALENCAR et al. (2020). Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using Landsat data processed in the Google Earth Engine Platform. *Remote Sensing*. 12, 924.

ALMEIDA, J., JUNIOR, J. (2019). A luta pela terra frente à dinâmica territorial do agronegócio da soja no Maranhão: o caso da Microrregião de Chapadinha (1990-2015). *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, 16. Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 251-274.

ALVES, V.C.L. (2009). O mercado de terras nos cerrados piauienses: modernização e exclusão. *AGRÁRIA*, São Paulo, nos 10/11, pp. 73-98, 2009.

ALVES, V. E.L. org. (2015). Modernização e regionalização nos cerrados do Centro-Norte do Brasil. Rio de Janeiro: Consequência Ed.

ANGELSEN, A. (2010). Policies for reduced deforestation and their impact on agricultural production. *PNAS*. V. 107, N. 46, p. 19639-19644.

ARELLANO, M. (1993). On the testing of correlated effects with panel data. *Journal of Econometrics*, 59(1–2), 87–97. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)90040-C](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)90040-C)

BALBINO et al., (2012). Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILFP). International Plant Nutrition Institute Brasil. *Informações Agronômicas*. N. 138. Julho.

BARRETTO, A. G. O. P., BERNDEN, G., SPAROVEK, G. & WIRSENIUS, S. (2013). Agricultural Intensification in Brazil and its Effects on Land-use Patterns: an Analysis of the 1975-2006 Period. *Glob. Chang. Biol.* 19, 1804–1815.

BASSI, B.; CASTILHO, A. & VENDRAME, F. (2017). O controle de terras por estrangeiros no Brasil: Panorama geopolítico, aspectos legais e macro tendências. *Análise* n. 35. FES/Brasil.

BOLSON, S.H. (2018). O cerrado nas metas brasileiras do acordo de paris: a omissão do estado brasileiro com o desmatamento na cumeira da América do Sul. *Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo*. V. 4, n. 1, p. 112- 131, Jan/Jun.

BOMBARDI, L.M. (2012). Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. In: Merlino T, Mendonça ML, organizadores. *Direitos humanos no Brasil 2012: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos*. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos; 2012. p. 75-86.

BRANCALION, P., LAMB, D., CECCON, E., BOUCHER, D., HERBOHN, J., STRASSBURG, B., EDWARDS, D. (2017). Using markets to leverage investment in forest and landscape reforestation in the tropic. *Forest Policy and Economics*, 85, p. 103 - 113.

BRANDÃO, A. S. P., Castro de Rezende, G., & da Costa Marques, R. W. (2005). Agricultural Growth in the Period 1999-2004, Outburst in Soybeans Area and Environmental Impacts in Brazil. *Texto Para Discussão Ipea*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.660442>

BUAINAIN, A. M. et al. (2014). O mundo rural no Brasil do século XXI: a formação de um novo padrão agrícola e agrário. Brasília: Embrapa.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R.; VIEIRA FILHO, J.E.R. A. (2017). Dinâmica da economia e da agropecuária no MATOPIBA. *Texto para Discussão* n. 2284. Brasília: IPEA.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R.; VIEIRA FILHO, J.E.R. A. (2018). Economia agropecuária do MATOPIBA. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 26, n. 2, p. 376-401. Julho-Setembro.

- CARNEIRO FILHO, A. & COSTA, K. (2016). A Expansão da Soja no Cerrado – Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável. São Paulo: Input/Agroícone.
- CARVALHO, T. S., DOMINGUES, E. P. (2016). Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030. *Nova Economia*, 26, 2, p. 585-621.
- CARVALHO, W. D., MUSTIN, K., HILÁRIO, R. R., VASCONCELOS, I. M., EILERS, V., FEARNSIDE, P. M. (2019). Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17, p. 122-130.
- CASTRO, L.S., MIRANDA, M.H., LIMA, J.E. (2015). Indicadores sociais de desenvolvimento e a produção de soja: uma análise multivariada nos 150 maiores municípios produtores brasileiros. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*. V. 11, n. 1, p. 69-87, Jan/Abr.
- CERQUEIRA et al. (2020). Atlas da violência no campo no Brasil: condicionantes socioeconômicos e territoriais. IPEA, Brasília.
- CERRI, C.E.P., CERRI, C.C., MAIA, S.M.F., CHERUBIN, M.R., FEIGL, B.J., LAL, R. (2018). Reducing Amazon Deforestation through agricultural intensification in the Cerrado for advancing food security and mitigating climate change. *Sustainability*. 10, 989.
- CHENG et al. (2019). A systematic map of evidence on the contribution of forests to poverty alleviation. *Environmental Evidence*. 8(3).
- CONAB. (2019). Companhia Nacional de Abastecimento. Safra de grãos. Available at: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.
- CPT (2019). Comissão da Pastoral da Terra. Conflitos no Campo – Brasil. Goiânia.
- DOMINGUES, M. S., BERMANN, C. (2012). O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. *Ambiente & Sociedade*, 15, 2, p. 1-22.
- DULCI, L. (2017). O que professores universitários aposentados de Nova York têm a ver com a expropriação de terras de pequenos agricultores no nordeste brasileiro? Available at: <http://indebate.indisciplinar.com/2017/08/21/o-que-professores-universitarios-aposentados-de-nova-york-tem-a-ver-com-a-expropriacao-de-terras-de-pequenos-agricultores-nonordestebrasileiro/>
- DURÁN, A. P. et al. (2020). A practical approach to measuring the biodiversity impacts of land conversion. *Methods in Ecology and Evolution*. Wiley. doi: 10.1111/2041-210x.13427.
- EMBRAPA. (2019). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Soja. Available at: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>.
- ESCOBAR, N., TIZADOC, E.J., ZU ERMGASSEND, E.K.H.J., LÖFGREN, P., BÖRNERA, J., GODARF, J. (2020). Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. *Global Environmental Change*. 62, 102067.
- FAO (2017). Trade Policy Briefs - Voluntary sustainability standards in agriculture, fisheries and forestry trade. Rome: Italy. Available at: <http://www.fao.org/economic/est>.
- FAVARETO, A. et al. (2012). A dimensão territorial do desenvolvimento brasileiro recente (2000-2010). Documentos de trabajo. Santiago do Chile: Rimisp.

- FAVARETO, A.; NAKAGAWA, L.; PÓ, M.; SEIFER, P.; KLEEB, S. (2018). Entre chapadas e baixões do MATOPIBA: dinâmicas territoriais e impactos socioeconômicos na fronteira da expansão agropecuária no Cerrado. Greenpeace. Ed. Ilustre. 272p.
- FAVARETO, A.; NAKAGAWA, L.; KLEEB, S.; SEIFER, P.; PÓ, M. (2019). Há mais pobreza e desigualdade do que bem-estar e riqueza nos municípios do MATOPIBA. Rev. NERA, Dossiê – 2019. Presidente Prudente v. 22, n. 47, pp. 348-381.
- FEARNSIDE, P. (2005). Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conservation Biology*. V. 19, N. 3, p. 680-688.
- FERGUSON, B., SEKULA, J., SZABÓ, I. (2020). Technology solutions for supply chain traceability in the Brazilian Amazon: opportunities for the financial sector. Igarapé Institute. Ago.
- FLEXOR, G., LEITE, S.P. (2017). Land market and land grabbing in Brazil during the commodity boom of the 2000s. *Contexto Internacional*. 39(2), p. 393-420.
- FREDERICO, S.; BÜHLER, E. A. (2015). Capital financeiro e expansão da fronteira agrícola no Oeste da Bahia. In: ALVES, Vicente Eudes Lemos (Org.). *Modernização e regionalização nos Cerrados do Centro-Norte do Brasil: Oeste da Bahia, Sul do Maranhão e do Piauí e Leste do Tocantins*. Rio de Janeiro: Consequência. p.199-225.
- GARCIA, J.R.; BUAINAIN, A.M. (2016). Dinâmica de Ocupação do Cerrado Nordestino pela Agricultura: 1990 e 2012. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 54, n. 2, p. 320-338. Abril-Junho.
- GARCIA, A., DE F. N. VILELA, V. M., RIZZO, R., WEST, P., GERBER, J. S., ENGSTROM, P. M., BALLESTER, M. V. (2019). Assessing land use/cover dynamics and exploring drivers in the Amazon's arc of deforestation through a hierarchical, multi-scale and multi-temporal classification approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 15.
- GARRETT, R. D., LAMBIN, E. F., & NAYLOR, R. L. (2013). Land institutions and supply chain configurations as determinants of soybean planted area and yields in Brazil. *Land Use Policy*, 31, 385–396. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.08.002>
- GARRETT, R. D., & RAUSCH, L. L. (2016). Green for gold: social and ecological tradeoffs influencing the sustainability of the Brazilian soy industry. *Journal of Peasant Studies*, 43(2), 461–493. <https://doi.org/10.1080/03066150.2015.1010077>
- GREEN, J. M. H. et al. (2019). Linking global drivers of agricultural trade to on-the-ground impacts on biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. National Academy of Sciences, 116(46), pp. 23202–23208. doi: 10.1073/pnas.1905618116.
- GRISA, K., GAZOLLA, M., SCHNEIDER, S. (2010). A "produção invisível" na agricultura familiar: autoconsumo, segurança alimentar e políticas públicas de desenvolvimento rural. *Agroalimentaria*. Vol. 16, N. 31, p. 65-79, Julio/Diciembre.
- GUEDES PINTO, L.F, FARIA, V.G., SPAROVEK, G., REYDON, P.B., RAMOS, C.A., SIQUEIRA, G.P., GODAR, J., GARDNER, T., RAJÃO, R., ALENCAR, A., CARVALHO, T., CERIGNONI, F., GRANERO, I.M., COUTO, M. (2020). Quem são os poucos donos das terras agrícolas no Brasil: o mapa da desigualdade. *Sustentabilidade em Debate*. Imaflora, 10, abril.
- GUIDOTTI, V., FERRAZ, S. F. B., PINTO, L. F. G., SPAROVEK, G., TANIWAKI, R., GARCIA, L. G., BRANCALION, P. (2020). Changes in Brazil's Forest Code can erode the potential of riparian buffers to supply watershed services. *Land Use Policy*. 94.

HEREDIA, B., PALMEIRA, M., LEITE, S. P. (2010). Sociedade e Economia do Agronegócio no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 25, 74, p. 159-176.

HUNKE, P., MUELLER, E.N., SCHRODER, B., ZEILHOFER, P. (2015) The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. *Ecohydrology*. 8(6), p.1154-1180.

INGRAM, V., VAN RIJN, F., WAARTS, Y., GILHUIS, H. (2018). The Impacts of Cocoa Sustainability Initiatives in West Africa. *Sustainability*. 10, 4249.

LATAWIEC, A., STRASSBURG, B., SILVA, D., ALVES-PINTO, H., FELTRAN-BARBIERI, R., CASTRO, A., IRIBARREM, A., RANGEL, M., KALIF, A., GARDNER, T., BEDUSCHI, F. (2017). Improving land management in Brazil: A perspective from producers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 240, p. 276-286.

LEITE, S.P. (2020). Ruralidades, enfoque territorial e políticas públicas diferenciadas para o desenvolvimento rural brasileiro: uma agenda perdida? *Estudos Sociedade e Agricultura*. V. 28, N.1.

LENZEN, M. ET AL. (2012), International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature* 486, 109–112.

LIMA, P.C.A., FRANCO, J.L.A. (2013). As RPPNs como estratégia para a conservação da biodiversidade: O caso da chapada dos veadeiros. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 26 (1), p. 113-125, Jan/Abr.

LIMA, M., SILVA JUNIOR, C.A. RAUSCH, L., GIBBS, H.G., JOHANN, J.A. (2019). Demystifying sustainable soy in Brazil. *Land Use Policy*, 82, p. 349–352.

LOPES, G.R., LIMA, M.B., REIS, T. (2021) Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in MATOPIBA. *World Development*. 139, 105316.

MARQUES, E.Q.; MARIMON-JUNIOR, B.H.; MARIMON, B.S.; MATRICARDI, E.A.T.; MEWS, H.A.; COLLI, G.R. (2019). Redefining the Cerrado–Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*. 29, p. 1501–1517.

MEIRELLES FILHO, J. C. de S. (2014). É possível superar a herança da ditadura brasileira (1964-1985) e controlar o desmatamento na Amazônia? Não, enquanto a pecuária bovina prosseguir como principal vetor de desmatamento. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 9, 1, p. 219-241.

NEGRÕES, N., REVILLA, E., FONSECA, C., SOARES, A.M.V.M., JÁCOMO, A.T.A., SILVEIRA, I. Private forest reserves can aid in preserving the community of medium and large-sized vertebrates in the Amazon arc of deforestation. *Biodiversity Conservation*. 20, p. 505–518.

NOGUEIRA, E.M., YANAI, A.M., VASCONCELOS, S.S., GRAÇA, P.M.L.A., FEARNSIDE, P. (2018). Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia. *Regional Environmental Change*. 18, p. 261-270.

PAM/IBGE. (2019). Produção Agrícola Municipal – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>.

PEREIRA L.I.; PAULI, L. (2016). O processo de estrangeirização da terra e a expansão do agronegócio na região do MATOPIBA. *Campo-Território – Revista de Geografia Agrária*. Número Especial.

- PIATTO, M. INAKAKE DE SOUZA, L. (2016) 10-year of Soy Moratorium in the Amazon: History, Impacts and Expansion into Cerrado Areas. Piracicaba, SP: Imaflora. Available at: <http://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/IMF-10-years-of-soy-moratorium WB.pdf>
- PIGNATI, W.A.; LIMA, F.A.N.S.; LARA, S.S.; CORREA, M.L.M.; BARBOSA, J.R.; LEÃO, L.H.C.; PIGNATI, M.G. (2017). Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(10):3281-3293.
- PITTA, BOECHAT & MENDONÇA. (2017). A produção do espaço na região do MATOPIBA: violência, transnacionais imobiliárias agrícolas e capital fictício. *Estudos Internacionais*, v.5 n.2 (2017), p. 155-179.
- PRIESS, J.A., MIMLER, M., KLEIN, A.M., SCHWARZE, S., TSCHARNTKE, T., STEFFAN-DEWENTER, I. (2007). Linking deforestation scenarios to pollination services and economic returns in coffee agroforestry systems. *Ecological Applications*. 17(2), p. 407–417.
- RAJÃO, R., SOARES-FILHO, B., NUNES, F., BÖRNER, J., MACHADO, L., ASSIS, D., OLIVEIRA, A., PINTO, L., RIBEIRO, V., RAUSCH, L., GIBBS, H., FIGUEIRA, D. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*. 369, 246.
- RAYMOND, C.M., BRYAN, B.A., MACDONALD, D.H., CAST, A., STRATHEARN, S., GRANDGIRARD, A., KALIVAS, T. (2009) Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecol Econ*; 68: 1301–15.
- REDE SOCIAL DE JUSTIÇA E DIREITOS HUMANOS (2018). Imobiliárias agrícolas transnacionais e a especulação com terras na região do MATOPIBA.
- REIS, T.N.P., MEYFROIDT, P, ZU ERMGASSEN E.K.H.J., CROFT, S., LATHUILLIERE, M.J., GODAR, J. (2020). Understanding the Stickiness of Commodity Supply Chains Is Key to Improving Their Sustainability. *One Earth*, 3, p. 100–115.
- REKOW, L. (2019). Socio-Ecological Implications of Soy in the Brazilian Cerrado. *Challenges in Sustainability*. 7(1), p. 7–29.
- RIBEIRO, A.F.A, SILVA, R.G.C, CORRÊA, S.S. (2015). Geografia da soja em Rondônia: monopolização do território, regionalização e conflitos territoriais. *Campo-Território: Revista de Geografia Agrária*. v. 10, n. 20, p. 180-201, Jul.
- ROESSING, A.C., LAZZAROTTO, J.J. (2004). Criação de empregos pelo Complexo Soja. Embrapa. Londrina.
- ROITMAN ET AL. (2018). Optimizing biomass estimates of savanna woodland at different spatial scales in the Brazilian Cerrado: reevaluating allometric equations and environmental influences. *PLOS One*. 13(8), Ago.
- SAATH, K. C. DE O., FACHINELLO, A. L. (2018). Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 56, 2, p.195-212.
- SALATI, E., NOBRE, C.A. (1991). Possible climate impacts of tropical deforestation. *Climatic Change*. 19: 177-196.
- SARRIS, A. (2013). Food commodity price volatility and food insecurity. *Bio-based and Applied Economics*. 2(3), p. 213-236.
- SASSEN, M. (2014). Conservation in a crowded place Forest and people on Mount Elgon Uganda. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, NL. 200p.

SAUER, S., FRANÇA, F.C. (2012). Código florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. *Caderno CRH*. Salvador, v. 25, n. 65, p. 285-307, Mai/Ago.

SAUER, S., LEITE, S.P. (2012). Agrarian structure, foreign investment in land, and land prices in Brazil. *The Journal of Peasant Studies*, 39(3-4), 873-898.

SAUER, S., BORRAS JR, S., (2016). Land grabbing e green grabbing: uma leitura da corrida na produção acadêmica sobre a apropriação global de terras. *Campo Território: revista de geografia agrária*. Edição especial, p. 6-42, Jun.

SAUER, S. (2018). Soy expansion into the agricultural frontiers of the Brazilian Amazon: The agribusiness economy and its social and environmental conflicts. *Land Use Policy*, 79, p. 326–338

SAWYER, D. (2009). Fluxos de carbono na Amazônia e no Cerrado: um olhar socioecossistêmico. *Sociedade e Estado*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 149-171.

SERIGATI, F., POSSAMAI, R. (2016). Ciclos de Kondratieff e o agronegócio brasileiro: a importância da conjuntura externa para o crescimento do setor entre 2000 e 2015. In: *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. IPEA.

SILVA, J.R.S. (2011). Produção de commodities, desmatamento e insegurança alimentar na Amazônia brasileira. *Revista Geográfica de América Central*, vol. 2, p. 1-15 Julio/Diciembre.

SILVA, C. M. da. (2018). Entre Fênix e Ceres: A grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. *Varia História*, 34, 65, p. 409-444.

SILVA, G. F. N., OLIVEIRA, I. J. (2018). Reconfiguração da paisagem nas Savanas da Amazônia. *Mercator (Fortaleza)*, 17, e17028, p. 1-20.

SOUZA, D. M., TEIXEIRA, R. F., OSTERMANN, O. P. (2015). Assessing biodiversity loss due to land use with Life Cycle Assessment: Are we there yet? *Glob. Change Biol.* 21, 32–47.

SOTERRONI, A. C. et al. (2018). Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code. *Environ. Res. Lett.* 13, pp. 1–12. doi: 10.1088/1748-9326/aaccbb.

SPAROVEK, G., BERNDES, G., BARRETTO, A.G.O.P., KLUG I.L.F. (2012). The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? *Environmental Science & Policy*. V.16, p. 65-72.

STABILE, M. C., GUIMARÃES, A. L., SILVA, D. S., RIBEIRO, V., MACEDO, M. N., COE, M. T., PINTO, E., MOUTINHO, P., ALENCAR, A. (2020). Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation. *Land Use Policy*, 91.

STRASSBURG, B., TURNER, R. K., FISHER, B., SHAEFFER, R., LOVETT, A. (2009). Reducing emissions from deforestation: The "combined incentives" mechanism and empirical simulations. *Global Environmental Change*, 19, p. 265-278.

TFA. Tropical Forest Alliance Latin America. (2020). Soy dialogues: payments for environmental services: a game-changer for Brazil and beyond? July.

TNC. The Nature Conservancy. (2019). Incentives for sustainable soy in the Cerrado. November.

TRASE. (2019). Transparent Supply Chains for Sustainable Economies. Available at: <https://trase.earth/data?lang=en>.

VANWEY, L. K., E. OSTROM, AND V. MERETSKY. 2005. Theories Underlying the Study of Human-Environment Interactions. In: Seeing the forest and the trees: human-environment interactions in forest ecosystems. Mit Press.

VANWEY, L. K., SPERA, S., DE SA, R., MAHR, D., & MUSTARD, J. F. (2013). Socioeconomic development and agricultural intensification in Mato Grosso. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1619), 1–7. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0168>

VASCONCELOS, A. et al. (2020). Illegal deforestation and Brazilian soy exports: the case of Mato Grosso. Available at: <https://www.icv.org.br/website/wp-content/uploads/2020/06/traseissuebrief4-en.pdf>

VIEIRA FILHO, J.E.R. (2018). Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro. Texto para Discussão. IPEA. Brasília, Abril.

VIEIRA FILHO, J. E. R. & GASQUES, J. G. (2016). Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade. Brasília: Ipea.

VYNNE et al. (2010). Effectiveness of scat-detection dogs in determining species presence in a tropical savanna landscape. *Conservation Biology*. V. 25, N. 1, p. 154-162.

WAROUX, Y., GARRETT, R. D., GRAESSER, J., NOLTE, C., WHITE, C., LAMBIN, E. F. (2017). The Restructuring of South American Soy and Beef Production and Trade Under Changing Environmental Regulations. *World Development*, 121, p. 188-202.

WEINHOLD, D., KILLICK, E., REIS, E. J. (2013). Soybeans, Poverty and Inequality in the Brazilian Amazon. *World Development*, 52, p. 132–143.

WWF. (2015). World Wide Fund for Nature. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no Cerrado e Pantanal. Dezembro.

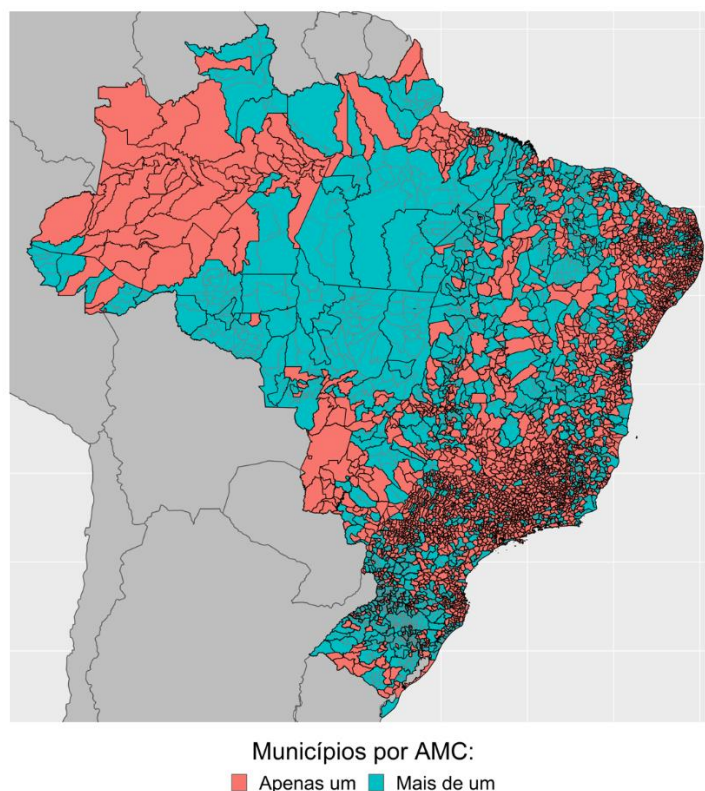
Anexos

1. Metodologia para identificação de Áreas Mínimas de Comparação (AMC)

Como entre o período de análise houve a alteração da estrutura territorial brasileira, dado o desmembramento de municípios, os que sofreram modificações entre 1985 e 2017 foram agregados em AMC. No ano inicial do período existiam 4.092 municípios. Já em 2017, 5.570 municípios, ou seja, foram criados 1.478 municípios. Este método também foi empregado por Weinhold et al. (2013) para comparar os municípios entre 1985 e 2006. Basicamente, a AMC é formada pelos municípios que cederam espaços para novos. Há três possibilidades considerando os municípios nesse período: (i) município não sofreu alterações; (ii) apenas um município foi desmembrado para novo município; e (iii), mais de um município cedeu espaço para um novo município. Em todos esses cenários existiria uma AMC representando um município (caso não sofreu alteração) ou mais (nos dois outros cenários). Logo, é esperado termos uma quantidade menor de AMC do que de municípios em 1985, pois nos casos em que ocorreu a terceira possibilidade é necessário agregar todos os municípios desmembrados para a criação do novo município. Por exemplo, se em 1991 um novo município Z foi criado em uma área detida pelos municípios X e Y existentes em 1985, todos os municípios corresponderam a uma única AMC. A figura 1A mostra outro caso hipotético de forma visual.

Foram utilizados duas tabelas para construção de uma base de dados com a evolução dos municípios entre 1985 e 2017: (1) proveniência dos municípios, aparentemente elaborado pela Coordenação de Estruturas Territoriais (IBGE), contendo uma lista de municípios que existiram ou existem e de qual município são provenientes; e (2), a tabela de população por município entre 1872 a 2010, elaborado pelo IBGE para a Evolução da Divisão Territorial do Brasil, em que há uma lista de municípios em cada ano de censo acompanhado pela informação de qual é origem dos novos municípios.

Figura 1A. Mapa das Áreas Mínimas de Comparação entre 1985 e 2017.

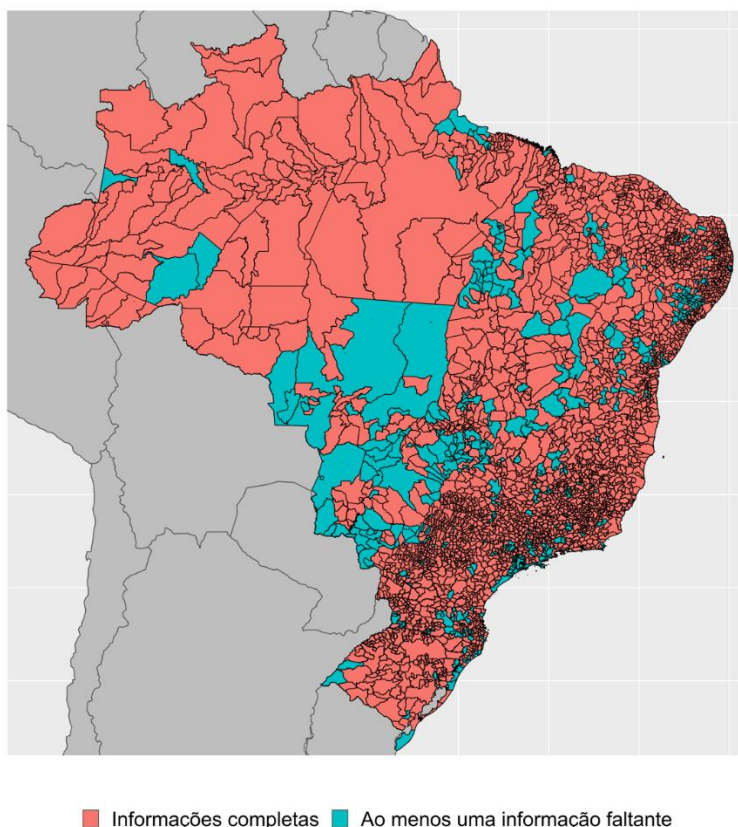


Nota: Malha de áreas mínimas de comparação (com limites em cor preta) destacando-se as áreas que representam apenas um município. A malha municipal de 2017 está com limites em cor cinza.

Considerando a totalidade dos dados para os três anos de interesse podemos observar pela figura 1B áreas com informações faltantes em áreas do Centro-Oeste brasileiro, região onde se deu ocorreu a consolidação do plantio de soja. Desde modo, a ausência destes municípios na análise econométrica poderia levar a resultados não representativos da realidade, visto que não incluiriam regiões com elevada variação no cultivo. Por meio da análise individual de cada variável, podemos apurar que as variáveis oriundas da PAM (área de cultivo de soja, demais culturas anuais e culturas perenes) foram as principais responsáveis pela não comparabilidade dos dados na região Centro-Oeste, principalmente cultura perenes. Neste sentido, foi agregado ao banco de dados uma nova versão destas três variáveis extraídas de outra fonte de dados, o MapBiomas.

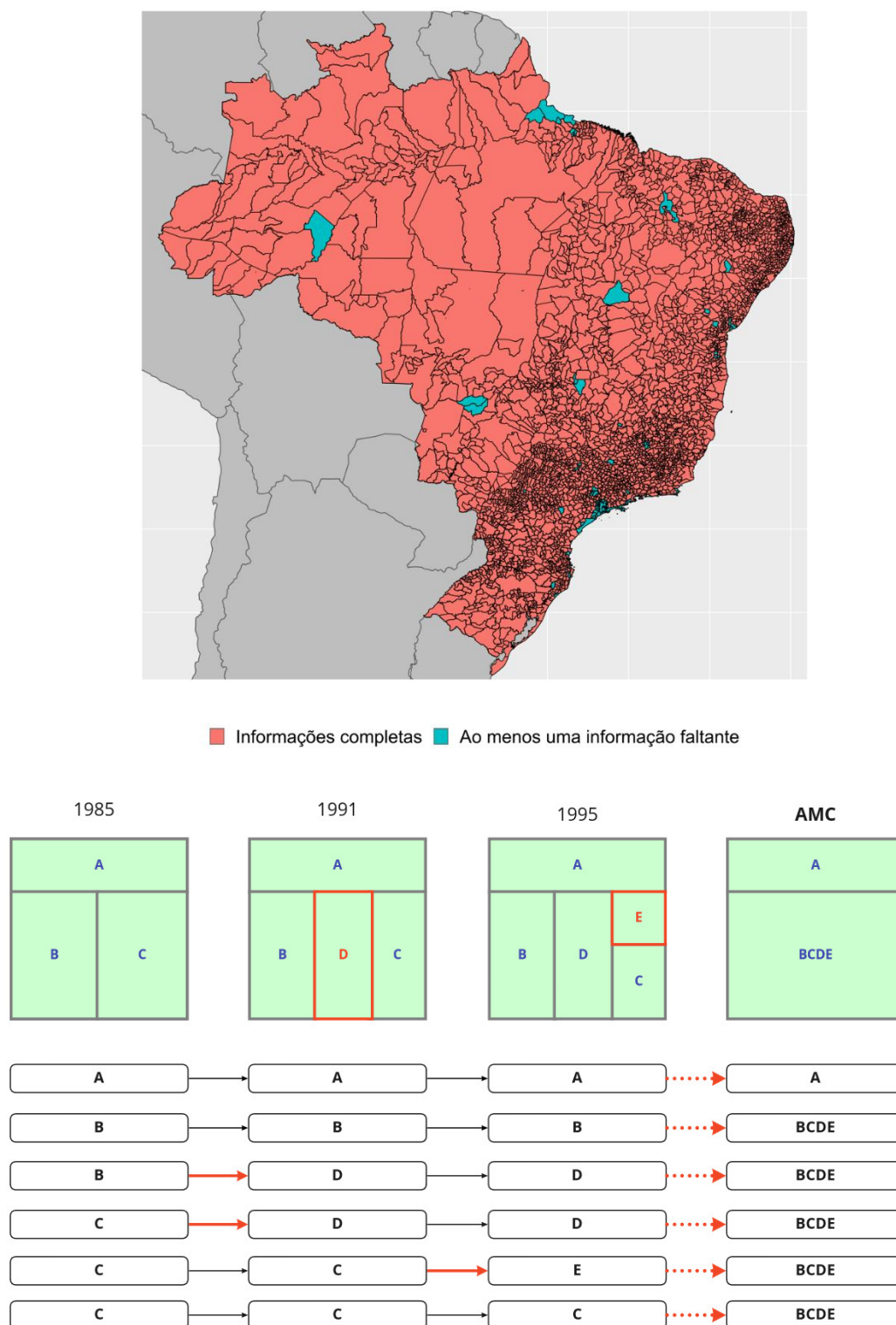
Porém, as estratégias para a estimação para estas variáveis são consideravelmente diferentes. Sendo as áreas de cultivo estimadas pela PAM, por meio de questionários preenchidos por responsáveis em cada município, e, no MapBiomas, técnicas de sensoriamento remoto, existindo áreas não observáveis e em que não é possível distinguir qual uso agropecuário de determinada área. Isto pode se traduzir em diferentes medidas para as variáveis. Ademais, as áreas de soja não foram mensuradas antes de 2000 pelo MapBiomas, sendo contabilizada em conjunto com outras culturas anuais.

Figura 1B. Mapa das Áreas Mínimas de Comparação com informações faltantes.



Para apurar quão similares são as mesmas variáveis de fontes diferentes foram realizados testes de correlação de Pearson para as observações em comum. No caso das três variáveis em questão, todas apresentaram uma relação positiva com seu respectivo par com uma significância inferior a 1%, mas com diferentes níveis de correlação. Área de soja apresentou a maior correlação com o índice de 0,72, em seguida, demais culturas anuais com 0,52, e culturas perenes com 0,26. Ou seja, apesar de existir uma forte correlação no caso da soja, as outras opções de alocação de terra apresentam diferenças consideráveis apesar de variarem conjuntamente. Para endereçar esse problema, adotamos o seguinte procedimento com duas etapas. Primeiramente, estimamos duas versões das equações de interesse expostas na seção a seguir, uma com todas as informações relativa à área de plantio do PAM e outra apenas substituindo a fonte da área de cultura permanente para o MapBiomass, restringindo apenas para as observações com dados disponíveis em comum para ambos os casos. Desta forma, podemos comparar os impactos da substituição da fonte dados, caso altere-se ou não o sinal e significância tanto da área de soja e de cultura permanente. Caso não ocorra grandes alterações, podemos estimar mais uma versão das equações substituindo apenas a área de cultura permanente para o MapBiomass sem retirar observações não disponíveis para a PAM, assim incluindo AMC de 1991 e do Centro-Oeste. As áreas disponíveis para esta versão da regressão podem ser visualizadas no mapa da figura 1C.

Figura 1C. Áreas Mínimas de Comparação com dados faltantes para estimação completa.



2. Mapas completos da diferença das variáveis socioeconômicas

Figura 2A. Mapa da evolução da renda per capita entre 1991 e 2010.

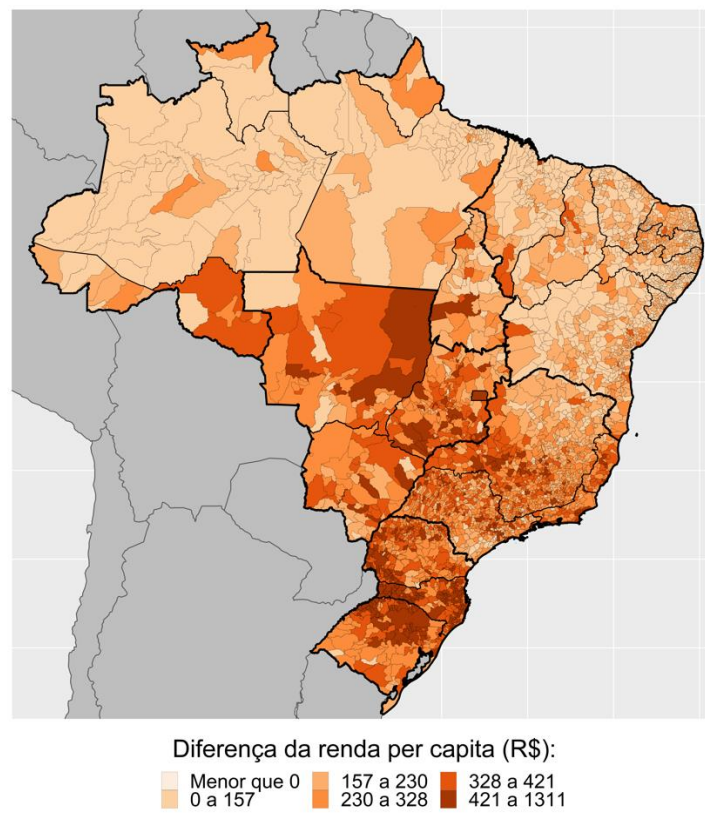


Figura 2B. Mapa da evolução do índice de Gini entre 1991 e 2010.

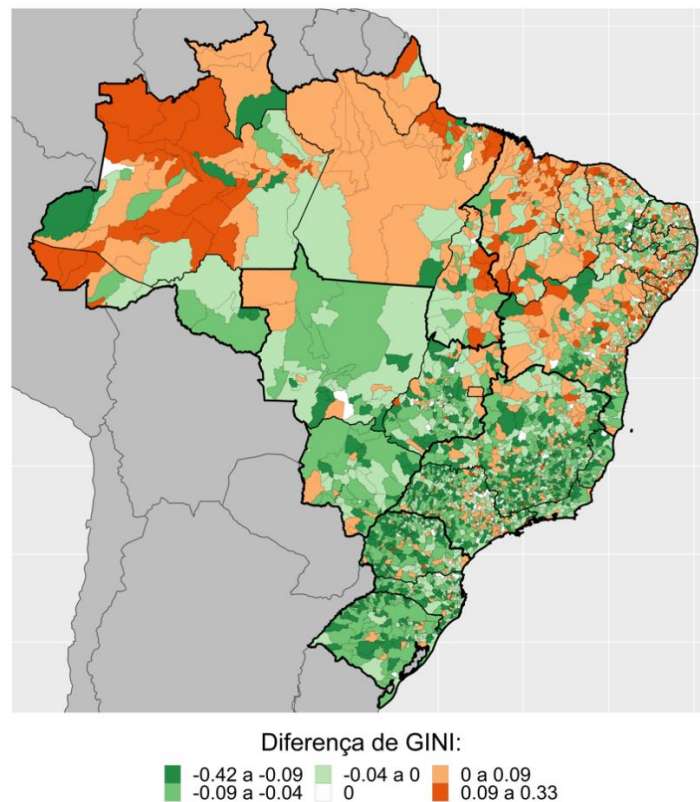


Figura 2C. Mapa da evolução da proporção de pobres entre 1991 e 2010.

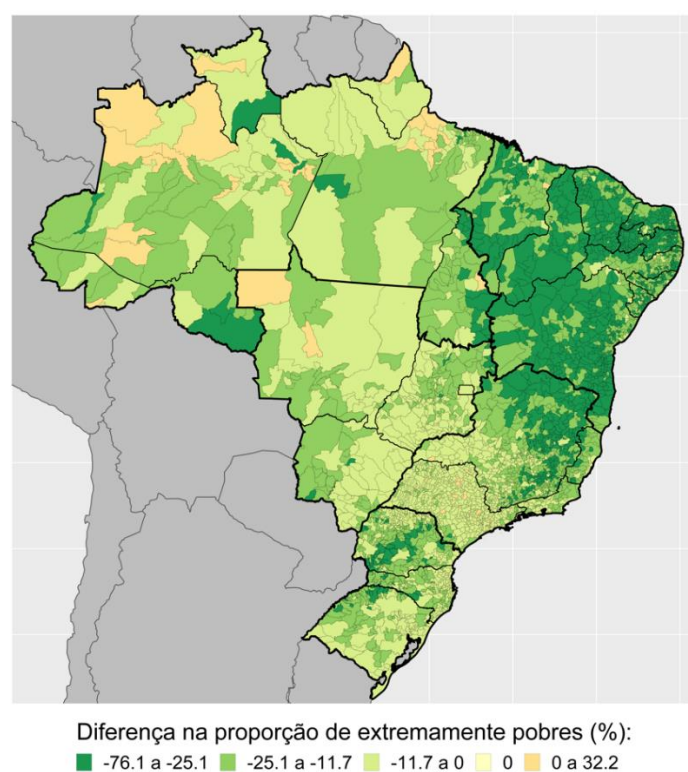


Figura 2D. Mapa da evolução da mortalidade infantil entre 1991 e 2010.

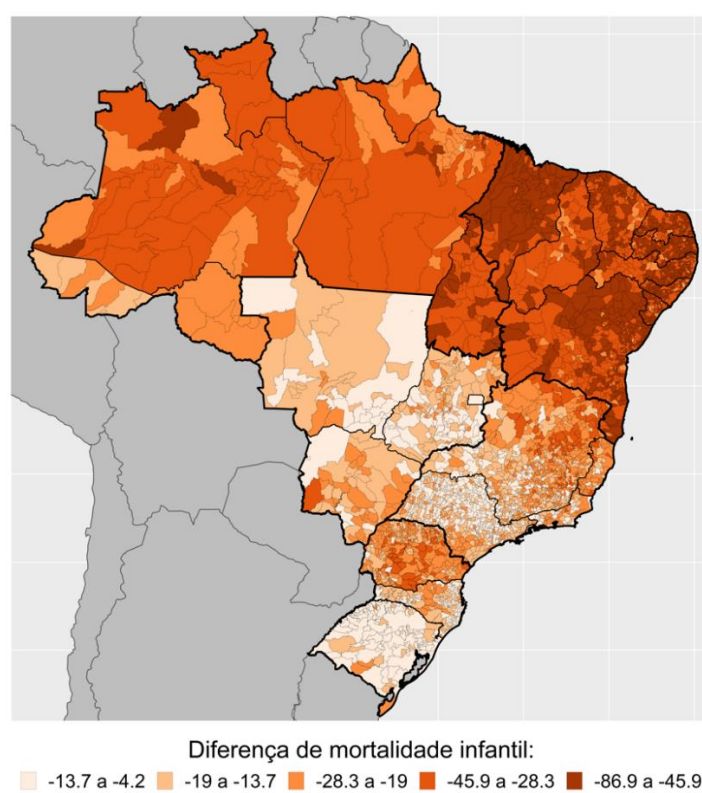


Figura 2E. Mapa da evolução da expectativa de anos de estudo entre 1991 e 2010.

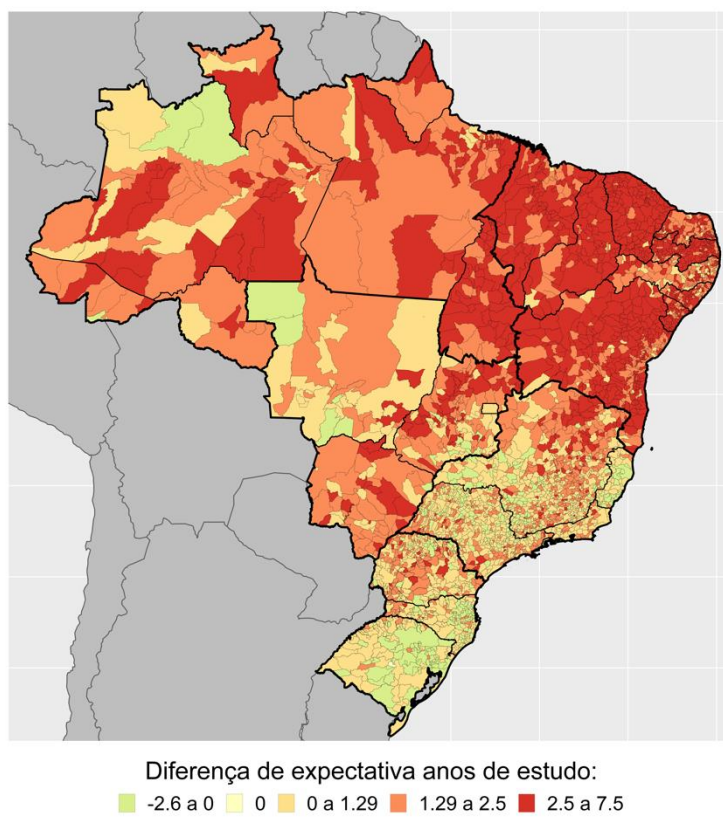


Figura 2F. Mapa da evolução da taxa de desocupação entre 1991 e 2010.

