

Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros

Impact of conservation agricultural practices in the land of productivity and profit of farms brazilian

Rosimere Miranda Fortini¹ , Marcelo José Braga² , Carlos Otávio Freitas³ 

¹Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), Brasil. E-mail: rosifortini@gmail.com

²Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (IPPDS), Viçosa (MG), Brasil. E-mail: mjbraga@ufv.br

³Programa de Pós-Graduação em Economia Regional e Desenvolvimento, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica (RJ), Brasil. E-mail: carlos.freitas87@gmail.com

Como citar: Fortini, R. M., Braga, M. J., & Freitas, C. O. (2020). Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 58(2), e199479. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>

Resumo: O artigo analisa os efeitos da adoção das práticas conservacionistas na produtividade e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. A partir dos microdados do Censo Agropecuário de 2006, empregou-se a técnica de Balanceamento por Entropia para tornar as amostras de adotantes e não adotantes pareadas, permitindo o uso do Mínimos Quadrados Ordinários Ponderados. Os resultados, em média, indicaram que os produtores que adotam práticas conservacionistas – plantio em curvas de nível, rotação de culturas e lavoura para recuperação de pastagem – possuem produtividade inferior aos não adotantes. Contudo, o lucro foi maior para adotantes das práticas – terraços e plantio em curvas de nível – em decorrência da redução dos custos. A menor produtividade em fazendas com plantio em nível explica-se pela redução na área cultivada, necessária para a sua construção. Quanto à rotação de culturas, é dependente das condições agroecológicas e edafoclimáticas, da seleção das culturas e em que medida aumentaram a fertilidade do solo. Quanto ao resultado da lavoura para recuperação de pastagem, uma possível explicação está na superlotação das pastagens. A atuação dos técnicos da EMATER torna-se imprescindível para a disseminação de informações, assim como propor combinações de práticas adequadas a cada realidade local e com maior potencial de obtenção de bons resultados.

Palavras-chave: práticas agrícolas conservacionistas, produtividade, lucro.

Abstract: The article analyzes the effects of the adoption of conservation practices on the productivity and profit of Brazilian agricultural establishments. From the microdata of the Agricultural Census of 2006, we used the technique of Balancing by Entropy to make the samples of adopters and non-adopters matched, allowing the use of Weighted Ordinary Square Minima. The results, on average, indicated that farmers who adopt conservation practices in contour planting, crop rotation and crop for pasture recovery have lower productivity than non-adopters. However, the profit was higher for adopters of the practices (terraces and planting in contour lines) due to the reduction of costs. The lower productivity in farms with level planting is due to the reduction in cultivated area, necessary for its construction. The crop rotation is dependent on agroecological and edaphoclimatic conditions, crop selection and the increasing soil fertility. Regarding the result of the crop for pasture recovery, one possible explanation is the overcrowding of the pastures. The performance of the EMATER technicians becomes essential for the dissemination of information, as well as to propose combinations of practices appropriate to each local reality and with a greater potential for good results.

Keywords: conservationists agricultural practices, productivity, profit.



1. Introdução

Dentre os debates recentes sobre os sistemas de produção da agropecuária brasileira, o desafio da sustentabilidade tem ganhado cada vez mais importância. A crescente demanda de alimentos e insumos para a indústria, a necessidade de aumento de produtividade sem causar a degradação do meio ambiente e o comprometimento dos recursos naturais representam desafios do setor à construção de uma agricultura assentada em bases sustentáveis (Rodrigues, 2016).

Segundo Feix et al. (2010), apesar de a atividade agrícola desempenhar um papel essencial para a erradicação da fome no mundo, ela está simultaneamente associada à degradação dos recursos naturais. Isto ocorre porque a modernização da agricultura brasileira esteve continuamente atrelada à adoção de pacotes tecnológicos, que, apesar de propiciarem o aumento da produção e da produtividade, ocasionaram também vultosos problemas ambientais.

De acordo com Sambuichi et al. (2012), o desmatamento para converter ecossistemas naturais em áreas cultivadas e o uso de práticas de manejo degradativas ocasionam, respectivamente, a mudanças do uso do solo e a degradação das áreas cultivadas. Por conseguinte, aumentam as emissões de gases de efeito estufa, agravando a suscetibilidade ao estresse por seca, levando ao desequilíbrio ambiental (Lal, 2009). A esses fatores, soma-se também o uso excessivo de fertilizantes e agroquímicos na produção agrícola, que afetam a nutrição, a qualidade de vida e a saúde humana por meio de seus impactos negativos na quantidade e na qualidade da produção de agroalimentares, acentuando o problema da insegurança alimentar. Particularmente, a forte dependência por insumos externos, como fósforo e potássio, em um futuro próximo, pode limitar a produção agrícola, uma vez que as suas reservas locais e globais são finitas e não renováveis. A sua extinção gerará um impacto real e irreversível para toda a sociedade (Camargo et al., 2017).

Perante esses desafios, de acordo com Veiga (1994), a concordância do *slogan* "agricultura sustentável" indica uma decisiva mudança de atitude quanto ao futuro do sistema agroalimentar. E é essa mudança que estimula o contínuo diálogo entre pesquisadores, ativistas, agricultores e demais profissionais, para desenvolverem sistemas agrícolas rentáveis, que produzam em larga escala para acompanhar o crescimento demográfico do Planeta e que gerem o mínimo de impactos ambientais negativos (Veiga, 1994).

Por conseguinte, as práticas agrícolas conservacionistas têm um importante papel na superação do desafio da expansão da produtividade e na manutenção da produção agrícola sustentável. Algumas destas práticas, como o uso de rotação de culturas, terraços, plantio em curvas de nível, lavoura para recuperação de pastagens e pousio ou descanso do solo, possuem significativo potencial de preservação dos recursos naturais, como solo, biodiversidade, recursos hídricos, além da manutenção de níveis de produtividade, com potencial de aplicação, sobretudo, por pequenos produtores (Rodrigues, 2016).

Do mesmo modo, estas práticas contribuem para a sustentabilidade ambiental por meio do controle das perdas de partículas do solo, nutrientes, matéria orgânica e água em terras utilizadas para fins agrícolas, de modo que o solo se torne mais resistente contra as forças do processo erosivo e menos dependente de insumos externos.

Porém, apesar da existência de alternativas produtivas que reduzem o impacto ambiental da atividade agrícola, é necessário destacar que o percentual de utilização de práticas conservacionistas é muito pequeno no País. Segundo dados do Censo Agropecuário de 2006, em termos percentuais da área total, 28,25% possuem plantio em curvas de nível, 8,59% em terraços, 13,39% em rotação de cultura, 11,11% em lavouras para recuperação de pastagem e 7,78% com pousio ou descanso do solo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009).

De modo geral, o fato de a adoção dessas práticas ainda continuar limitada pode ser devido, em parte, às características pessoais, socioeconômicas, culturais, bem como à falta de conhecimento sobre estas práticas ou das informações técnicas, ao apego às tradições das gerações anteriores, às dificuldades de aprendizagem, às características da própria tecnologia, ao receio de prejuízos econômicos ou até mesmo pelo custo de adotar tais práticas (Wreford et al., 2017).

O desafio de desenvolver sistemas produtivos capazes de atender às demandas atuais do mercado e da sociedade – sem causar impactos negativos e comprometer as gerações futuras – tornou-se imprescindível para os estabelecimentos rurais brasileiros. Entretanto, esta tarefa não é fácil, pois demanda reformulação dos procedimentos adotados, de culturas utilizadas e de estratégias empregadas. Essas transições, de certo modo, geram incertezas para os agricultores, pois eles recebem a perda da lucratividade e da produtividade, além do aumento dos custos.

Deste modo, considerando que a viabilidade econômica é o princípio norteador dos agricultores e o fato de a sustentabilidade pautada nas práticas conservacionistas ser imprescindível para a manutenção de uma produção agrícola sustentável, há assim um impasse. Ponderando a necessidade de sobrevivência dos estabelecimentos rurais a partir do lucro e do retorno sobre o capital investido, seria simplório o pensamento de que estas práticas poderiam ser desenvolvidas somente a partir da conscientização dos agricultores.

Consoante a isso, Putte et al. (2010) afirmam que diversos estudos mostraram que a agricultura de conservação ocasiona a sustentabilidade ambiental por meio do combate à erosão e da conservação do solo e da água. No entanto, esse não é o principal fator impulsionador nas decisões dos agricultores em adotar ou não as práticas conservacionistas. Para serem atrativas e passíveis de adoção por parte do produtor, é fundamental que estas gerem lucro e ganhos de produtividade no final do processo produtivo. Assim, os fatores econômicos tendem a ser mais relevantes, porém há ainda muitas incertezas neste domínio (Putte et al., 2010).

Por essa razão, é necessário mensurar o impacto da adoção das práticas conservacionistas no lucro e na produtividade, de modo a propiciar informações mais claras e objetivas que poderão eliminar as incertezas e incentivar os agricultores a adotar estas práticas ao tomarem conhecimento dos seus benefícios, que vão além da propriedade rural. Isto, porque as práticas adotadas na agricultura impactam de alguma forma o meio ambiente. Esses impactos, denominados de externalidades, são custos ou benefícios da utilização dos recursos naturais para a produção de determinado produto e que não são considerados no seu preço final. As externalidades podem ser positivas quando são adotadas práticas que conservam os recursos naturais e contribuem para a sustentabilidade ambiental, e, por conseguinte, os seus benefícios são capturados pela sociedade em nível regional e nacional. Por outro lado, as externalidades podem ser negativas quando os custos sociais dos impactos das práticas agrícolas que degradam o meio ambiente são suportados pela sociedade. No entanto, apesar de serem aspectos importantes de serem considerados, ressalta-se que este estudo não contabilizou os custos sociais das práticas agrícolas que degradam ou os benefícios sociais daquelas práticas que são conservacionistas.

Na literatura internacional, dentre os estudos que objetivaram fazer mensurar o impacto da adoção das práticas conservacionistas em algumas variáveis de interesse, a exemplo do lucro e da produtividade, destacam-se Hammad & Borresen (2006), Uddin & Dhar (2016) e Nkhoma et al. (2017). Baseados nos resultados desses trabalhos, constata-se que o impacto da adoção das práticas conservacionistas é incerto, podendo produzir rendimentos menores, equivalentes ou maiores do que o preparo convencional. Estes resultados variantes acontecem em razão das heterogeneidades das áreas analisadas, dadas as diferenças nas condições locais.

No Brasil, há alguns estudos relacionados a análises econômicas das práticas conservacionistas. Dentre estes estudos, Duarte (2009) identificou os fatores que influenciam a adoção de tecnologias preservacionistas do ponto de vista ambiental, pelos agricultores familiares da região Nordeste do Brasil. Sarcinelli et al. (2009), por sua vez, estudaram os custos e os benefícios econômicos da implantação e manutenção de práticas e medidas para conservação do solo em diferentes sistemas agropecuários estabelecidos na microbacia hidrográfica do Córrego Oriçanguinha, São Paulo. Em relação ao estudo de Campos et al. (2012), eles avaliaram a importância dos recursos naturais sobre a produção agropecuária em Minas Gerais e das ações humanas de conservação do meio ambiente. Tittoto (2014) identificou quais são os fatores determinantes para a adoção de práticas ambientais responsáveis em um empreendimento agrícola localizado em Jaboticabal-São Paulo. Ferrari (2015) verificou e analisou o nível de conhecimento dos produtores rurais em Dois Córregos-São Paulo com

relação às técnicas de conservação e manejo de solos. Telles et al. (2018) verificaram se a utilização do plantio direto na palha, comparado aos outros tipos de preparo do solo, tem alguma relação com o preço das terras agrícolas no Brasil e se apresenta alguma evidência, no caso do estado do Paraná.

Contudo, os estudos supracitados não objetivaram mensurar o impacto da adoção das práticas conservacionistas na produtividade e no lucro dos estabelecimentos agrícolas brasileiros. Por conseguinte, esta pesquisa busca contribuir com a literatura ao suprir a lacuna de estudos a respeito dessa análise, por meio dos microdados do Censo Agropecuário de 2006, que permitam a mensuração de impactos em nível nacional. Assim, diante desse contexto, a questão fundamental que norteou este estudo foi: as diferentes práticas conservacionistas podem alterar o lucro e a produtividade da terra dos estabelecimentos agropecuários brasileiros?

Deste modo, para responder a esta pergunta, traçou-se o objetivo de analisar os efeitos da adoção de diferentes práticas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários no Brasil.

O estudo, além da contribuição para a literatura, também fornece subsídio ao desenvolvimento e implementação de políticas que estimulem o uso e a gestão sustentável dos recursos naturais por meio da adoção de tais tecnologias. Dessa forma, o presente estudo, em razão de uma melhor compreensão do impacto da adoção, possibilita formular intervenções adaptadas à realidade dos estabelecimentos agropecuários brasileiros.

O restante do artigo está organizado em quatro seções, além desta introdução. Na próxima seção, apresenta-se o modelo teórico utilizado no estudo. Em seguida, na seção 3, a estratégia empírica é discutida. Na seção 4, são discutidos os principais resultados empíricos. Finalmente, a seção 5 resume as principais descobertas deste estudo e apresenta implicações políticas.

2. Modelo de Otimização da Produção Agropecuária

Esta seção aborda uma discussão teórica que auxiliará no entendimento do problema de pesquisa analisado, de modo a fornecer as bases para o modelo empírico. Destaca-se aqui que a Teoria da Produção é a mais adequada para este estudo, pois seus princípios gerais constituem-se em elementos fundamentais para a análise da alocação eficiente dos fatores de produção no sistema produtivo agrícola, considerando que a maximização do lucro é importante para os produtores rurais.

O problema enfrentado pelo agricultor é o de decidir por uma alternativa viável de produção, sendo norteado pela premissa fundamental de maximização dos lucros. Deste modo, o produtor busca estabelecer a quantidade ótima de seus fatores de produção de forma a obter o maior lucro possível, ou seja, maximiza seu lucro sujeito à restrição dada pela função de produção. Uma vez que a disponibilidade dos insumos é restrita, a função de produção pode ser definida por meio da relação que indica a quantidade máxima que se pode obter de um produto, por unidade de tempo, a partir da utilização de uma determinada quantidade de fatores de produção e mediante a escolha do processo de produção mais adequado (Varian, 2000).

Por conseguinte, considera-se que este agricultor produz um vetor de produtos denotado por Y a partir de um vetor de insumos X . Deste modo, o problema da maximização do lucro é representado matematicamente pelas expressões (1) e (2).

$$\text{Max. } \pi = \sum P_m Y_m - \sum W_n X_n - CF \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a } Y_m = f(X_n, \omega) \quad (2)$$

Em que π corresponde o lucro agrícola; P_m é o preço do produto m , sendo $m = 1, 2, \dots, M$; Y_m é a quantidade produzida do produto m ; W_n é o custo dos n insumos, $n = 1, 2, \dots, N$; X_n é a

quantidade dos n insumos; CF são os custos fixos; e ω é um vetor de variáveis exógenas, que incluem características socioeconômicas, estruturais, entre outras.

No entanto, segundo Abdulla (2009), se os agricultores adotarem um conjunto de práticas conservacionistas (PC), isso alterará a função de produção, em razão de tais práticas propiciarem a melhora nas condições físicas e as sinergias entre os insumos, podendo obter maior eficiência na utilização destes, assim como afetará a rentabilidade agrícola, uma vez que a adoção de tais práticas gera custos. De tal modo, para o agricultor que adota práticas conservacionistas, o problema de maximização de lucros é representado matematicamente pelas expressões (3) e (4), adaptadas do estudo de Abdulla (2009).

$$\text{Max. } \pi_{PC} = \sum P_m Y_{PCm} - \sum W_n X_n - CF - h(PCn) \quad (3)$$

$$\text{Sujeito a } Y_{PCm} = f(X_n, PCn, \omega) \quad (4)$$

Em que PCn é o conjunto de n práticas de conservação e $h(PCn)$ são os custos das n práticas de conservação. Assim, consideram-se os produtores rurais como consumidores de insumos agrícolas (ω) e práticas conservacionistas (PCn), e que, ao fazerem escolhas ótimas desses fatores com o intuito de maximizar receita e minimizar custo, podem chegar a um lucro agrícola máximo alcançável. Assim, o lucro pode ser maximizado pelo produtor ao escolher níveis ótimos de insumos agrícolas e práticas conservacionistas. Assume-se que estas práticas aumentam a produção do estabelecimento rural que as utiliza, para todos os elementos PCn contidos em PC .

De acordo com Abdulla (2009), o problema de maximização representado pelas expressões (3) e (4) é distinto do que é apresentado nas expressões (1) e (2) basicamente por dois motivos: (i) a presença de um conjunto extra de variáveis de escolha PCn , as práticas conservacionistas, que podem ser escolhidas pelo produtor, incorrendo em alguns custos fixos e variáveis associados a elas [representados por $h(PCn)$], em que h é uma função com $h(0) = 0$; e (ii) a função de produção considerando a adoção das práticas conservacionistas, na expressão (4), reflete os benefícios para a produtividade do estabelecimento agrícola, além da melhora na qualidade dos recursos (qualidade da água, fixação do carbono no solo, manutenção da matéria orgânica no solo, controle da erosão do solo, entre outros). Portanto, na ocasião de o agricultor optar por não adotar qualquer prática conservacionista ($PC = 0$), o problema de maximização representado pelas expressões (3) e (4) simplifica-se nas expressões (1) e (2).

Por conseguinte, a decisão de produzir utilizando tais práticas será tomada principalmente se a relação na expressão (5) prevalecer.

$$\pi_{PC}(P_m, W_n, h(PCn), CF, \omega) > \pi(P_m, W_n, CF, \omega) \quad (5)$$

Nesta expressão, π_{PC} e π denotam o retorno associado à produção que faz uso das práticas conservacionistas e do sistema produtivo que não o faz, respectivamente. Ressalta-se que a gestão destas práticas para este estudo pode ser interpretada como uma utilização contínua, em razão de os agricultores adotá-las, no mínimo, por um ano.

A relação entre volume da produção e uso do insumo pode ser analisada em termos de produtividade (Figura 1).

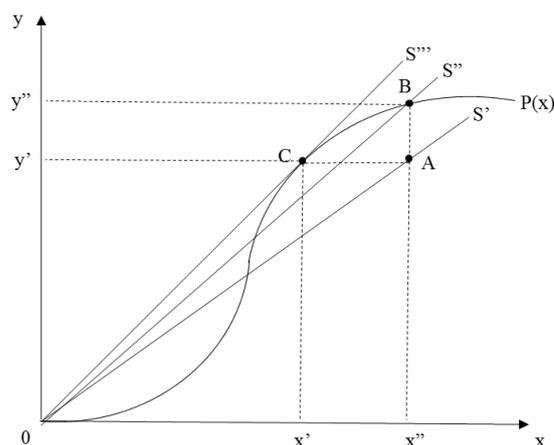


Figura 1 - Produtividade e economia de escala.. Fonte: Coelli et al. (2005).

Em termos de produtividade, sua medida em um ponto é fornecida pela inclinação y/x do raio que sai da origem, em que y e x são as quantidades de produção e de insumo, respectivamente. A princípio, considerando que o produtor rural que operava no ponto A (tecnicamente ineficiente) mova-se para o ponto B (tecnicamente eficiente), a inclinação (y/x) do raio (OS'') seria maior, o que implicaria em uma maior produtividade no ponto B. No entanto, ao se deslocar para o ponto C, o raio (OS''') que sai da origem torna-se tangente à fronteira de produção e, portanto, define o ponto de produtividade máxima possível. Segundo Coelli et al. (2005), o ponto C é o ponto da escala ideal, sendo que a operação em qualquer outro ponto da fronteira de produção resulta em menor produtividade, uma vez que o segmento OS''' tangencia a função no ponto C com o maior ângulo, sinalizando que, até este ponto, a produtividade média do insumo é crescente e, a partir dele, a produtividade média passa a ser decrescente.

Por conseguinte, observa-se que um estabelecimento rural pode estar em um ponto tecnicamente eficiente, mas ainda pode ampliar sua produtividade ao explorar as economias de escala, com a ressalva de que a mudança da escala de produção de uma propriedade rural dificilmente é alcançada de forma imediata (Coelli et al., 2005).

Portanto, analisar o impacto das práticas agrícolas conservacionistas sobre o lucro e a produtividade pode munir o produtor de informações relevantes para melhorar a gestão da produção e dos recursos naturais, tornando os usos destas práticas viáveis tanto em termos econômicos quanto ambientais. No entanto, diante do exposto, é necessário ter cautela com as relações de causa e efeito, além do fato de que lucro e produtividade nem sempre caminham no mesmo sentido.

3. Estratégia Empírica

3.1 Mensuração dos Impactos das Práticas Conservacionistas

Para atender ao objetivo deste estudo, deve-se mensurar o efeito da variável binária (adoção ou não de diferentes práticas agrícolas conservacionistas) sobre a produtividade e o lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. No entanto, um dos principais problemas econométricos encontrados ao estimar o efeito da adoção das práticas agrícolas conservacionistas nestas variáveis de resultado é o viés de variáveis observáveis, dado que a atribuição ao tratamento (adoção de tais práticas conservacionistas) não é aleatória e depende das características do produtor e do estabelecimento agropecuário.

Em consonância, Caliendo & Kopeinig (2008) alegam que um dos principais problemas das metodologias de avaliação de tratamento é a omissão de dados, principalmente porque a unidade de análise não é observada simultaneamente em dois estados (antes e depois). Entretanto, devem-se comparar os resultados de um tratamento (adoção das práticas conservacionistas) com uma simulação do que os resultados teriam sido, caso não existisse

nenhum tratamento (não adoção das práticas conservacionistas), contornando o problema da omissão de dados. Para isto, esse método requer a comparação entre uma amostra que recebeu um tratamento específico e uma amostra de controle idêntica (ou o mais razoavelmente próximo) que não recebeu o tratamento ou que recebeu um tratamento alternativo.

Nesse sentido, Rosenbaum & Rubin (1983) afirmam que, em experimentos não aleatórios, a comparação direta dos resultados entre grupos de controle e de tratamento pode ser enganosa, uma vez que as unidades expostas a um tratamento podem diferir das demais, além de existirem variáveis de *background* que são diferentes entre os grupos e que podem exercer influência nos resultados. Nesta perspectiva, o desafio é criar unidades semelhantes (grupos tratados e controle) quanto a determinadas características observáveis para poder, assim, avaliar o impacto de determinado tratamento nas variáveis de resultado.

Nesse sentido, este estudo adotou uma técnica de pré-processamento para obter uma amostra “pareada” equilibrada, ou seja, uma amostra com unidades de controle mais próximas possíveis das unidades de tratamento (estabelecimentos que adotam as práticas conservacionistas), com base em um vetor de características observáveis, denominada *Entropy Balancing* (Equilíbrio de Entropia) e recentemente proposta por Hainmueller (2012). Segundo McMullin & Schonberger (2015), o equilíbrio de entropia requer uma configuração na qual as observações podem ser divididas em amostras tratadas e de controle. Além disso, os pesquisadores devem especificar um conjunto de variáveis explicativas e restrições de equilíbrio.

Em termos práticos, o Balanceamento por Entropia atua como um esquema de reponderação que incorpora diretamente o equilíbrio da variável explicativa na função de peso que é aplicada às unidades da amostra, a um nível especificado pelo pesquisador (Gemenis & Rosema; 2014). Este método busca o conjunto de pesos que satisfaça as restrições de equilíbrio, mas permanece o mais próximo possível (em um sentido de entropia) para um conjunto de pesos de base uniformes para reter informações (Hainmueller, 2012). De acordo com Hainmueller (2012), esta técnica mantém informações importantes, pois não exclui as unidades dos grupos de tratamento ou controle. Além disso, ainda segundo Hainmueller (2012), o Equilíbrio de Entropia viabiliza a ponderação de um conjunto de dados, de modo que as distribuições das variáveis nas observações reponderadas atendam a um conjunto de condições específicas de momentos, para que haja equilíbrio exato sobre o primeiro, o segundo e o terceiro momentos (média, variância e assimetria, respectivamente) das distribuições de variáveis independentes nos grupos de tratamento e controle. Tais condições impostas sobre os momentos amostrais das distribuições das variáveis explicativas asseguram que os grupos ponderados tenham os mesmos momentos especificados. Essa ponderação garante o equilíbrio e a similaridade entre os grupos de controle e tratamento.

A principal vantagem do Balanceamento de Entropia em relação ao *Propensity Score Matching* – PSM é devida à sua simplicidade e por ser um método mais direto, uma vez que não é necessário realizar um processo iterativo de cálculo do índice de propensão por meio de uma regressão logística e posteriormente verificar se o equilíbrio foi alcançado através de uma série de diagnósticos (Gemenis & Rosema, 2014). Além disso, devido à sua simples interpretação e computação rápida, o Equilíbrio de Entropia alcançou grande popularidade nas áreas de estudos aplicados (Marcus, 2013).

Assim, para a demonstração desse método apresentado por Hainmueller (2012), suponha uma amostra com n_1 unidades pertinentes ao grupo dos tratados e n_0 observações do grupo de controle, os quais foram selecionados aleatoriamente de uma população de tamanho N_1 e N_0 , respectivamente, sendo que $n_1 \leq N_1$ e $n_0 \leq N_0$. E sendo a variável binária (adoção de prática agrícola conservacionista) $D_i \in \{1, 0\}$, em que se admite o valor igual a 1 se a observação i pertence ao tratamento, e 0 caso contrário. Seja X uma matriz que contém as observações de J variáveis exógenas de pré-tratamento; X_{ij} corresponde o valor da j -ésima variável explicativa da unidade i , sendo que $X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iJ}]$ refere-se ao vetor de características da unidade i e X_j refere-se ao vetor coluna com j -th variável explicativa. A densidade das variáveis explicativas nas populações de tratamento e controle é dada por

$f_{X|D=1}$ e $f_{X|D=0}$, respectivamente. O resultado potencial $Y_i(D_i)$ corresponde ao par de resultados para a unidade i dadas as condições de tratado e controle; assim, o resultado observado é dado por

$$Y = DY(I) + (I - D)Y(0) \tag{6}$$

O Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (EMTT) é dado por

$$\tau = E[Y(I)|D=1] - E[Y(0)|D=1] \tag{7}$$

Em (7), a primeira expressão de esperança pode ser diretamente identificada no grupo de tratamento. Já a segunda expressão, que corresponde ao contrafactual, não é observada. Rosenbaum & Rubin (1983) mostram que, assumindo seleção nos observáveis, $Y(0) \perp D | X$, e sobreposição, $Pr(D=1 | X=x) < 1$ para todo x no suporte de $f_{X|D=1}$, o EMTT é identificado como:

$$\tau = E[Y|D=1] - \int E[Y|X=x, D=0] f_{X|D=1}(x) dx \tag{8}$$

Para estimar o último termo da Equação 8, a distribuição da variável explicativa no grupo de controle necessita ser ajustada para torná-la semelhante à distribuição no grupo de tratamento, de modo que o indicador de tratamento D se torne mais perto de ser ortogonal em relação às variáveis explicativas. O método de pré-processamento de dados proposto para reduzir o desequilíbrio na distribuição de variáveis independentes, como dito anteriormente, é o equilíbrio de entropia.

O balanceamento por entropia generaliza a abordagem de ponderação do escore de propensão ao estimar os pesos diretamente de um conjunto de restrições de equilíbrio que exploram o conhecimento do pesquisador sobre os momentos de amostra. De acordo com McMullin & Schonberger (2015), as condições de equilíbrio indicam se a amostra de controle, tratada e ponderada, deve ter distribuições de variáveis explicativas com a mesma média, variância e/ou assimetria. O pesquisador também deve especificar um nível de tolerância que determina o grau mínimo de equilíbrio das variáveis explicativas que deve ser alcançado antes que o programa de equilíbrio de entropia cesse de ajustar pesos de amostra de controle.

Assim, em termos matemáticos, considere w_i o peso do Equilíbrio de Entropia escolhido para cada unidade de controle, os quais foram encontrados pelo seguinte esquema de reponderação que minimiza a distância métrica de entropia:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|D=0\}} w_i \log\left(\frac{w_i}{q_i}\right) \tag{9}$$

Sujeito às restrições de equilíbrio e normalização:

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i c_{ri}(X_i) = m_r \quad \text{com } r \in 1, \dots, R. \tag{10}$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1 \tag{11}$$

$$w_i \geq 0, \forall i / D = 0 \tag{12}$$

Nestas expressões, $q_i = 1/n_0$ é um peso base e $c_{ri}(X_i) = m_r$ delinea um conjunto de R restrições atribuídas aos momentos das variáveis explicativas no grupo de controle reponderados. Inicialmente, escolhe-se a variável explicativa que será incluída na reponderação. Por conseguinte, para cada uma destas variáveis, define-se um conjunto de restrições de balanceamento (Equação 10), para igualar os momentos das distribuições destas variáveis explicativas entre os grupos de tratamento e controles reponderados. As restrições de momentos podem ser a média, a variância e a assimetria, sendo definidos como o primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente. Uma restrição característica do balanceamento é estabelecida de modo que m_r compreenda o momento de uma variável explicativa específica X_j para o grupo de tratamento e a função de momento para o grupo de controle é definida como: $c_{ri}(X_{ij}) = X_{ij}^r$ ou $c_{ri}(X_{ij}) = (X_{ij} - \mu_j)^r$, sendo μ_j , a média.

Isto posto, nota-se que o balanceamento por entropia procura, para um conjunto de unidades, pesos $W = [w_1, \dots, w_{n_0}]'$ em que minimize a Equação 9, distância de entropia entre W e o vetor base de pesos $Q = [q_1, \dots, q_{n_0}]'$, sujeita às restrições de balanceamento (Equação 10), de normalização (Equação 11) e de não negatividade (Equação 12).

Na prática, McMullin & Schonberger (2015) explicam que o Equilíbrio de Entropia usa um algoritmo iterativo para identificar um peso para cada observação na amostra de controle, de modo que esta amostra ponderada atenda às condições de equilíbrio dentro do nível de tolerância especificado, sendo que pesos negativos não são permitidos. Se as condições do balanço não estiverem satisfeitas, os pesos das unidades de controle são ajustados na próxima iteração e as condições de equilíbrio são verificadas novamente. Uma vez que as restrições de equilíbrio são satisfeitas, o processo iterativo finda e o controle de pesos da amostra é mantido, a não ser que seja verificado que a satisfação das condições de equilíbrio é impossível devido à falta de suporte comum da amostra de controle com a amostra tratada (McMullin & Schonberger, 2015).

Dessa forma, este estudo segue esse procedimento, minimizando os desequilíbrios entre os grupos de tratados e controle, sendo que a restrição de momento empregada se refere à imposição de que o primeiro momento das variáveis explicativas seja atendido. Deste modo, para todas as variáveis explicativas (selecionadas com base em sua influência no fato de ter adotado as práticas conservacionistas), o método calcula as médias no grupo de tratamento e busca por um conjunto de pesos de entropia tal que as médias ponderadas do grupo de controle sejam similares. E uma vez que as distribuições de variáveis independentes são ajustadas, tais pesos são utilizados nas estimações seguintes como em métodos de análise padrão, tais como a regressão simples para estimar o tratamento com menor erro e livres do viés de seleção ocasionado por observáveis.

Assim, para estimar o impacto da adoção das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade parcial da terra e também no lucro, regrediu-se a adoção de cada uma das cinco práticas, consideradas neste estudo, usando os pesos de Equilíbrio de Entropia calculados com base nas variáveis explicativas que estão listadas na próxima subseção, de modo a atender o objetivo deste estudo. Portanto, utilizou-se dos Mínimos Quadrados Ordinários ponderados pelos pesos de entropia para a estimação dos efeitos das práticas.

3.2 Fonte e Tratamento dos Dados

Este estudo fez uso de dados secundários provenientes dos microdados do Censo Agropecuário de 2006, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. As unidades de pesquisa são os estabelecimentos agropecuários, compreendendo toda unidade de produção destinada, total ou parcialmente, à exploração agropecuária, florestal e aquícola, considerando os diferentes grupos de área (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009).

Embora haja um grande número de observações e volume de informações que podem ser obtidas a partir dos microdados do Censo Agropecuário 2006 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009), no estudo em questão era de interesse apenas uma parte

dessas informações. Para isso, tendo como fundamento os estudos de Schuntzemberger (2016), Freitas et al. (2017), foram realizados recortes e tratamento dos dados, de modo que a base resultante estivesse propícia para as análises. Como os diagnósticos buscam verificar os efeitos da adoção das práticas conservacionistas, foram excluídos os estabelecimentos localizados na área urbana, bem como os estabelecimentos dos setores especiais (favelas, quartéis, embarcações, aldeias indígenas, penitenciárias, asilos etc.), conservando-se apenas aqueles que se enquadram no setor normal.

Do mesmo modo, para evitar possíveis erros de mensuração das variáveis, foram retirados tanto os estabelecimentos pertencentes a assentamentos quanto aqueles classificados como agroindústrias. Segundo Santos & Braga (2013), este tipo de estabelecimento não estaria representando um único estabelecimento e sim um conjunto deles, pois geralmente são compostos por um conjunto de famílias e, com isso, existe a possibilidade de haver problemas de *outliers* na amostra. Em conformidade, Kageyama et al. (2013) alegam que, embora a instrução dada aos recenseadores fosse considerar cada lote de assentado como um único estabelecimento, em múltiplos casos, a área do assentamento em sua totalidade foi considerada nessa categoria porque a atividade agrícola (a exemplo do cultivo da soja) era realizada de forma coletiva.

Nesse sentido, baseado nos estudos de Schuntzemberger (2016) e Freitas et al. (2017), a amostra resultante compreendeu apenas os estabelecimentos cuja propriedade era de um único produtor, não sendo considerados aqueles rotulados como condomínio, consórcio ou sociedade de pessoas, cooperativa, sociedade anônima ou por cotas de responsabilidade limitada, instituição de utilidade pública, governo ou outra condição, e explorações comunitárias em que os dirigentes são produtores. Pois, apesar das características poderem definir um único responsável por esses estabelecimentos, na realidade eles possuem múltiplos proprietários. Além disso, foram excluídos os estabelecimentos sem declaração de área e aqueles nos quais o tipo do produtor não é constatado.

Por conseguinte, após as transformações e os recortes, ao todo, 915.673 observações foram excluídas (o que corresponde a 17,69% da amostra original), resultando na amostra final composta de 4.259.963 estabelecimentos agropecuários.

No que diz respeito às variáveis utilizadas para realização do Balanceamento por Entropia, estas compreendem: *sexo*, que é uma variável *dummy*, que recebe valor 1 se é homem e 0 caso contrário; *idade* representa a idade do dirigente do estabelecimento; em termos de escolaridade do dirigente, criaram-se oito categorias: não sabe ler e escrever (*educ0*), sabe ler e escrever (*educ1*), alfabetizado (*educ2*), fundamental incompleto (*educ3*), fundamental completo (*educ4*), técnico agrícola (*educ5*), médio completo (*educ6*) e ensino superior (*educ7*), sendo a primeira utilizada como base; no que se refere à experiência, considerando os anos em que o dirigente está no comando da atividade, criaram-se quatro categorias, sendo que: até 1 ano (*exp1*), entre 1 e 5 anos (*exp1_5*), entre 5 e 10 anos (*exp5_10*), acima de 10 anos (*exp10*), sendo esta última usada como base; *qualif* refere-se à qualificação, que é uma variável *dummy* e recebe o valor de 1 se houver presença de mão de obra qualificada no estabelecimento; em termos da condição do produtor em relação à terra, criou-se *dummies*, sendo: arrendatário (*Arrend*), parceiro (*Parc*), ocupante (*Ocup*) e Proprietário (*Prop*) usado como base; *sefinanc* é uma variável *dummy* que recebe valor 1 se o agricultor responsável pela produção obteve financiamento; *assist* é uma variável *dummy* que recebe valor 1 se obteve acesso a assistência técnica; *coop* é uma variável *dummy* que recebe valor 1 se é membro de cooperativa. Além dessas, há as *dummies* para cada região do Brasil, como Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul (usado como categoria base).

Para a avaliação do impacto das práticas agrícolas conservacionistas, as variáveis de resultado foram calculadas pelo procedimento adotado por Alves et al. (2012). A variável lucro é resultado da subtração do valor bruto da produção pela despesa total. A produtividade é a divisão do valor bruto da produção pela área total do estabelecimento em hectares, sendo a contribuição por hectares em termos de renda bruta.

4. Resultados e Discussão

4.1 Seleção dos Grupos Correspondentes: Equilíbrio por Entropia

Os resultados do procedimento de equilíbrio de entropia para cada uma das práticas conservacionistas, consideradas neste estudo, são apresentados na Tabela A1¹ (Apêndice A), na qual se comparam as médias dos grupos de tratamento com aquelas dos grupos de controle antes e depois do balanceamento. Nota-se que, de modo geral, antes da realização dos balanceamentos, o comportamento das médias das variáveis era distinto entre os grupos para cada uma das práticas conservacionistas. Contudo, depois de concretizados os balanceamentos pelo método da Entropia, houve a correção do problema para todas as variáveis independentes. Isto implica que, para cada grupo de tratados, há um contrafactual bastante similar, diferenciando-se apenas pela adoção ou não de cada uma das práticas agrícolas conservacionistas, o que sugere que tenha sido alcançado um grau de equilíbrio suficiente.

Outro teste que confirma o equilíbrio é o teste conjunto das variáveis explicativas, que é reportado na Tabela 1. Observa-se que os resultados apresentaram redução do valor médio do viés, com diminuição significativa do valor *Qui-quadrado*. Ademais, o *p-valor* resultante da amostra pareada foi insignificante e, assim, a hipótese nula, em que se considera a igualdade de médias entre os grupos, para cada prática conservacionista, não foi rejeitada.

Tabela 1 - Teste conjunto das variáveis explicativas para cada prática conservacionista

Prática	Amostra	Pseudo R ²	LR chi ²	p>chi ²	B	R
Terraços	NP	0,12	162607,9	0,00	106,1*	1,36
	P	0,00	0,09	1,00	0,10	0,99
Plantio em Curva de Nível	NP	0,04	214424,5	0,00	49,3*	1,19
	P	0,00	0,09	1,00	0,00	1,00
Rotação de Culturas	NP	0,15	476394,2	0,00	101,3*	2,12*
	P	0,00	5,4	1,00	0,4	0,98
Lavoura para Recuperação de Pastagem	NP	0,02	33598,5	0,00	39,2*	1,13
	P	0,00	0,06	1,00	0,10	1,00
Pousio ou Descanso do Solo	NP	0,03	51778,4	0,00	45,8*	0,85
	P	0,00	0,16	1,00	0,10	0,98

Fonte: Elaboração própria, com base nos microdados do Censo Agropecuário 2006 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009). Nota: * Se B>25%, R fora [0,5;2]; NP = Amostra Não Pareada, P = Amostra Pareada.

Duas estatísticas adicionais, recomendadas por Rubin (2001), podem ser calculadas para medir a robustez do equilíbrio entre as variáveis explicativas e o ajuste do pareamento realizado, representadas pelo parâmetro B, que deve assumir valor menor que 25%, e pelo parâmetro R, que deve estar no intervalo [0,5;2]. Assim, observa-se na Tabela 1 que, para todas as amostras pareadas de cada prática conservacionista, os valores dos parâmetros R e B estão dentro dos intervalos que foram estabelecidos.

Do mesmo modo, para verificar se o pareamento foi bem-sucedido, Sianesi (2004) sugere ainda uma análise comparativa do teste de *Pseudo-R²*, antes e depois do pareamento. Esse teste evidencia o poder de explicação dos regressores quanto às probabilidades de os agricultores adotarem cada uma das práticas conservacionistas e, após o pareamento, caso não ocorram diferenças sistemáticas na distribuição das variáveis entre os dois grupos (de tratados e controles), o valor do *Pseudo R²* diminuirá sensivelmente. Isto posto, pela Tabela 1, nota-se que, para cada prática conservacionista, ocorreu uma diminuição acentuada para esse parâmetro, indicando que não existem diferenças significativas na distribuição das variáveis e o teste conjunto mostrou-se coerente com a metodologia proposta.

¹Os resultados detalhados do pareamento não foram apresentados neste estudo devido ao limite de páginas. Mas, caso seja solicitado, os autores se comprometem em disponibilizar essas informações.

Por conseguinte, mediante as análises do primeiro momento antes e depois do balanceamento, e o teste conjunto das variáveis explicativas, infere-se que o viés das variáveis observáveis foi reduzido substancialmente. Além disso, o pareamento realizado pelo Equilíbrio por Entropia construiu um grupo de controle com características muito próximas às observadas no grupo tratado. Portanto, considerando os testes supracitados, o conjunto da amostra encontra-se equilibrado e pronto para as próximas estimações.

4.2 Impacto da Adoção das Práticas Agrícolas Conservacionistas

Uma vez definidos os grupos de produtores tratados e controles, foram estimados os efeitos médios de tratamento sobre os tratados (EMTT) para as variáveis de resultado. Na Tabela 2, são apresentados os valores do EMTT, que foram mensurados pelas diferenças entre as médias dos lucros e das produtividades parciais da terra, entre os indivíduos adotantes e não adotantes de cada uma das práticas agrícolas conservacionistas. Nesse sentido, quando o EMTT apresenta valor positivo, isso significa que a média dos valores da variável de resultado para os adotantes é superior à média desta variável para os não adotantes das práticas conservacionistas. Similarmente, os valores negativos indicam que a média de uma variável no grupo de não adotantes supera a média desta mesma variável no grupo de adotantes.

Consoante aos resultados apresentados na Tabela 2, nota-se que o impacto da adoção das práticas conservacionistas nas variáveis de resultado foi diferente de prática para prática. Observa-se que o efeito da adoção das práticas conservacionistas sobre a produtividade da terra apenas não foi significativo para a prática terraços, sendo que, para as demais, apresentou-se estatisticamente significativa e com relação negativa. Isto implica que a adoção dessas práticas conservacionistas reduz a produtividade parcial da terra do estabelecimento agropecuário.

Tabela 2 - Análise do Impacto da Adoção das Práticas Agrícolas Conservacionistas no lucro e na produtividade da terra

Prática Conservacionista	Variável de Resultado	EMTT	Erro Padrão	p-valor
Terraço	Produtividade	-263,23	163,502	0,107
	Lucro	8626,43	2330,348	0,000
Plantio em Curvas de Nível	Produtividade	-799,65	192,243	0,000
	Lucro	5991,61	1405,372	0,000
Rotação de Culturas	Produtividade	-781,35	155,326	0,000
	Lucro	-1189,99	1434,500	0,407
Lavoura para recuperação de pastagem	Produtividade	-1512,23	140,356	0,000
	Lucro	2996,13	1955,873	0,126
Pousio ou descanso do solo	Produtividade	-804,60	155,870	0,000
	Lucro	-5442,60	1572,222	0,001

Fonte: Resultados da Pesquisa.

É relevante ressaltar que a produtividade é um indicador econômico que relaciona valores de produção com quantidades dos insumos utilizados, sendo, portanto, um indicador importante para a análise comparativa do desempenho de propriedades rurais que adotam práticas conservacionistas com aquelas que não as adotam. No entanto, a diferença entre produtividade parcial e a produtividade total dos fatores pode ter diferentes implicações. A primeira delas reflete a relação entre o que é produzido, medido de alguma forma, e o que é consumido de um dos insumos utilizados, aqui considerado o fator terra. Já a produtividade total dos fatores é a razão entre a produção total e a soma de todos os fatores, refletindo o impacto conjunto de todos os insumos na produção.

De acordo com Fonseca (2007), na agricultura é habitual o uso da produtividade parcial da terra como indicador de desempenho nas análises do setor. No entanto, a implicação da maior utilização conjunta dos outros insumos (capital e trabalho) na produção final não é

considerada pela produtividade parcial da terra, podendo não refletir com precisão a capacidade produtiva por não considerar as interações entre os três fatores (Coelli et al., 2005). Assim, a medida parcial da produtividade da terra, calculada para cada uma das práticas conservacionistas, pode estar sinalizando direção oposta daquela que seria obtida quando se usam indicadores de produtividade total.

Em relação ao efeito da adoção das práticas conservacionistas sobre o lucro, nota-se que não foi estatisticamente significativo para as práticas rotação de culturas e também lavoura para recuperação de pastagens. Por outro lado, para as práticas terraços e plantio em curvas de nível, quem as adota possui lucro maior quando comparado ao lucro dos não adotantes.

O lucro maior pode ser em razão do menor uso de insumos ao adotar estas práticas conservacionistas (terraços e plantio em curvas de nível). De acordo com os microdados do Censo Agropecuário de 2006, os adotantes de práticas conservacionistas gastam em média R\$ 3.955,00 com insumos e aqueles que não as adotam despendem R\$ 11.656,00, ou seja, os não adotantes gastam 2,9 vezes a mais que os adotantes (Tabela 3). Isto, porque, segundo a FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015), na maioria dos estabelecimentos rurais que adotam as práticas conservacionistas, menos operações são necessárias de serem executadas no processo produtivo ao longo do tempo, resultando na necessidade de menos equipamentos e conseqüente redução dos custos com mão de obra e combustível. Nesse sentido, na medida em que a matéria orgânica do solo aumenta sob a adoção destas práticas conservacionistas, a fertilidade do solo e o teor de umidade resultam em uma maior eficiência dos fertilizantes, o que reduzirá a sua necessidade ao longo do tempo (Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015).

Tabela 3 - Estatística descritiva entre adotantes e não adotantes das práticas conservacionistas

Variável	Práticas agrícolas conservacionistas	
	Adota	Não Adota
VBP_total (R\$)	17117	32486
Área_utilizada (ha)	49,45	37,20
Insumos (R\$)	3955	11656
Trabalho (Un.)	2,48	2,88
Capital (R\$)	181438	202156
Área_total (ha)	73,71	55,09

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Entretanto, conforme Tittoto (2014), os lucros podem ter variações em função da adaptabilidade da tecnologia, como é o caso das práticas conservacionistas que, por sua vez, variam de acordo com as condições ambientais particulares, como a qualidade do solo, o clima, entre outras.

Para plantio em curvas de nível, ambas variáveis de resultado foram estatisticamente significativas, sendo que a produtividade foi menor para quem adota tal prática, embora o lucro fosse maior nesta comparação. Este não foi um resultado esperado, o que fez levantar a hipótese de que, apesar da produtividade menor, o lucro foi maior em decorrência da possível redução dos custos produtivos, como supracitado. A redução da produtividade em estabelecimentos rurais, os quais fazem uso de plantio em curvas de nível, é devida à redução na área cultivada, necessária para a sua construção. Isto acontece porque a construção de curvas de nível demanda muita terra que não é compensada pelo aumento da produção da área restante, devido aos espaços entre as linhas de plantação.

Quanto à prática de terraços, o resultado de maior lucro para os adotantes também foi encontrado por Hammad & Borresen (2006), ao desenvolverem um estudo em sete aldeias do Distrito de Ramallah, localizadas na Palestina. De acordo com Hammad & Borresen (2006), aqueles agricultores que implementaram terraço como prática de conservação obtiveram um lucro de 3,5 a 6 vezes maior do que aquelas propriedades que não adotaram esta prática.

O efeito da rotação de culturas na produtividade da terra, segundo Oswald & Ransom (2001), depende das condições agroecológicas e edafoclimáticas do estabelecimento rural,

sobre quais culturas foram selecionadas, como estas foram combinadas e em que medida melhoraram as condições de fertilidade e aumento de matéria orgânica no solo.

Em conformidade, Primavesi (2002) afirma que se deve optar por combinações de espécies com diversidade botânica, além de distintas exigências nutricionais, hábitos de crescimento, produção de biomassa e sistemas radiculares abundantes e diferentes. Ainda segundo o autor, isto pode ter efeito na interrupção dos ciclos de pragas e doenças, na redução de custos e no aumento da produtividade da cultura principal.

Assim, nessa análise, tem-se de considerar que, no manual do questionário do Censo Agropecuário de 2006, disponibilizado pelo IBGE para orientação dos recenseadores, o conceito de rotação de culturas encontra-se como a “alternância dos cultivos de gramíneas, leguminosas e outras, podendo ter períodos de pousio intercalados”, não considerando a rotação de pastagens. Dessa forma, há a possibilidade de que, por meio desse conceito, o recenseador tenha considerado como rotação de cultura a prática de sucessão². Segundo Resende et al. (2017), essa interpretação é comum, visto que os próprios produtores rurais confundem os conceitos de ambas as práticas.

Já Primavesi (2002) alega que um dos motivos para o insucesso de uma rotação de culturas – considerando a perda de produtividade – é em razão de se fazer “rotação errada”, ou seja, utilizar uma ordem de culturas que não se complementam de forma adequada, e, por conseguinte, não ocasionar um equilíbrio físico, químico e biológico do solo.

Outra questão, de acordo com Resende et al. (2016), reside no fato de que a rotação de culturas compreende espécies com diferentes necessidades nutricionais e a adubação deve atender àquelas mais exigentes. Este é um ponto importante, o qual demanda muita atenção do produtor, em razão de se tratar de um sistema considerado mais complexo comparado ao monocultivo, o que pode levar a importantes implicações no resultado. Segundo Resende et al. (2016), se eventual desbalanço de nutrientes ocorridos em um cultivo não for observado, poderá ocasionar prejuízos nas culturas posteriores, comprometendo todo o sistema produtivo. Um exemplo que reflete isso consiste na situação em que não se aduba o milho safrinha e, em face de condições climáticas favoráveis, a colheita é abundante e resulta em grande exportação de nutrientes e consumo das reservas do solo, o que poderá impactar negativamente na produtividade da soja no verão seguinte e de outras culturas do sistema de rotação de culturas (Resende et al., 2016).

Portanto, o sucesso da adoção da rotação de culturas é condicionado, além dos fatores básicos, citados por Primavesi (2002), à capacidade de gerenciamento e compreensão do agricultor, além de sua experiência com o manejo de diferentes culturas que irão compor os sistemas de rotação. Caso contrário, o monocultivo apresentará resultados melhores por ser um sistema mais simples de se cultivar, mesmo que não leve a uma produção sustentável e acentue a vulnerabilidade da propriedade agrícola às instabilidades climáticas (Resende et al., 2016).

Assim, apesar de este estudo ter constatado uma menor produtividade da terra para aqueles que adotam rotação de culturas, esta prática não perde sua importância em outros aspectos. Segundo a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011), a rotação é uma prática fundamental para aumentar a estabilidade da produção das culturas devido às variações climáticas, não só pela melhoria na qualidade do solo e pela produção de cobertura, mas também por proporcionar a diversificação de cultivos e o escalonamento da época de semeadura. Além disso, a rotação de culturas reduz os custos de produção pela racionalização no uso dos insumos ao reduzir o uso de fertilizantes e agrotóxicos, e pela redução dos custos fixos, uma vez que a diversidade do cultivo utiliza a mesma estrutura de máquinas, equipamentos e mão de obra (Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015).

²No Brasil, de acordo com Resende et al. (2017), é adotada a sucessão de culturas, principalmente de soja e milho, por serem duas *commodities* comerciais de grande relevância para a economia. Uma vez que a maioria das culturas recomendadas para rotação com a soja não proporciona retorno financeiro satisfatório, o produtor brasileiro opta por manter o sistema soja-milho. Embora este seja considerado um avanço quando comparado às práticas de monocultivos, a repetição da prática de sucessão soja/milho safrinha de forma contínua é questionável, dado que não garantiria a sustentabilidade necessária ao sistema (Resende et al., 2017).

No que diz respeito à lavoura para recuperação de pastagem, a produtividade da terra também é menor para os adotantes quando comparada à dos não adotantes. Segundo Marchão et al. (2009) e Bergamin (2017), uma possível explicação pode ser a superlotação das pastagens que leva a compactação e perda da cobertura do solo, devido ao pisoteio da terra pela presença dos animais, o que acaba por prejudicar o crescimento radicular das plantas, reduzindo a absorção de água e nutrientes pelo solo, tendo impactos negativos na produtividade da terra, sobretudo quando, no período de cultivo, ocorrem chuvas de forma irregular. Assim, para o uso mais intensivo do solo na lavoura para recuperação de pastagem, deve-se obter a melhor combinação entre o manejo do solo e a atividade pecuária, de modo que a produção pecuária não prejudique a produção de grãos e vice-versa (Marchão et al., 2009).

Observando a Tabela 2, em particular para quem adota a prática pousio ou descanso do solo, a produtividade e o lucro foram menores quando comparados com quem não adota essa prática, o que já era um resultado esperado, uma vez que deixar a terra em condição de pousio não gera nenhuma receita ao produtor, além de incorrer no custo de oportunidade de se estar produzindo um cultivo comercial.

Assim, de modo geral, a Tabela 2 mostra que, em média, os agricultores que adotam as práticas conservacionistas possuem produtividade inferior comparada à dos produtores que não as adotam. A ausência de impactos da adoção das práticas agrícolas conservacionistas ou até mesmo os impactos negativos na produtividade levantaram algumas hipóteses específicas a cada prática, como supracitado. No entanto, outro aspecto que pode contribuir para este resultado diz respeito ao prazo de maturação dos ganhos de produtividade com as tecnologias sustentáveis que, em alguns casos, podem ocorrer de médio a longo prazo (Tittoto, 2014).

De modo geral, os aspectos estruturais presentes na área em estudo também podem ser apontados como limitantes de uma atuação bem-sucedida das práticas conservacionistas. Os autores Pittelkow et al. (2014) e Kotu et al. (2017) mostraram, em seus respectivos estudos, que a promoção do uso integrado das práticas conservacionistas, em vez de adotar uma prática isoladamente, teria um impacto positivo na produtividade agrícola. Ainda segundo esses autores, é imprescindível a atuação de atores devidamente preparados para a disseminação das práticas conservacionistas, a exemplo dos técnicos agropecuários da EMATER, para que encontrem combinações adequadas de práticas para cada caso particular, considerando diversos fatores, para que se assegurem uma maior produtividade e renda nos estabelecimentos rurais, minimizando os efeitos adversos da degradação do solo.

Portanto, em vista dos resultados obtidos nessa etapa, o agricultor deve adotar diversas práticas conservacionistas que se complementam em uma mesma área, uma vez que, em conjunto, estas práticas podem garantir melhores resultados. Assim, excelentes níveis de produtividade poderão ser obtidos ao se fazer uso de um pacote de práticas conservacionistas que considere os fatores agronômicos e edafoclimáticos de cada estabelecimento rural, tais como a qualidade do solo, a seleção das variedades de culturas que serão empregadas, o espaçamento entre as linhas de plantio, o uso balanceado de fertilizantes e nutrientes, além do controle de pragas e doenças.

5. Conclusões

A análise conduzida neste trabalho se configura como uma abordagem econômica e quantitativa dos efeitos da adoção de práticas agrícolas conservacionistas (terraços, plantio em curvas de nível, rotação de culturas, lavoura para recuperação de pastagem e pousio ou descanso do solo) sobre a produtividade parcial da terra e o lucro.

A abordagem de Equilíbrio por Entropia foi utilizada com o intuito de obter grupos de adotantes e não adotantes das práticas conservacionistas estatisticamente comparáveis, com características muito próximas e livres de viés de variáveis observáveis.

Os resultados podem ser resumidos da seguinte forma: primeiro, ao analisar o impacto da adoção das práticas conservacionistas sobre a produtividade parcial da terra e o lucro, para a prática de terraços, observou-se que o efeito médio da produtividade não foi estatisticamente significativo, em nível de 10% de probabilidade. No entanto, o lucro foi significativo, além de ter sido maior para os adotantes desta prática. Para plantio em curvas de nível, ambas as variáveis

de resultado foram estatisticamente significativas, sendo que a produtividade foi menor para quem adota tal prática, embora o lucro fosse maior nesta comparação. Para as práticas rotação de culturas e lavoura para recuperação de pastagem, verificou-se que o efeito da adoção dessas práticas não foi significativo sobre o lucro, apesar de estas terem sido significativas para a produtividade e terem apresentado menor magnitude para quem as adota. Quem adota pousio ou descanso do solo teve produtividade e lucro menores quando comparados com quem não os adota, o que já era esperado, pois deixar a terra em descanso, incorre no custo de oportunidade de se estar produzindo algo rentável.

Portanto, é fundamental repensar o modelo de desenvolvimento tecnológico que vem sendo adotado para a agricultura no Brasil, pois a intensificação produtiva precisa ser desenvolvida em bases sustentáveis, com um acompanhamento profissional mais próximo aos produtores. Além disso, é imperativo mudar a visão do produtor para que encare a adoção das práticas conservacionistas como um investimento na propriedade e esteja ciente de que o retorno irá ocorrer em médio e longo prazo. Isso, porque a agricultura com práticas conservacionistas é baseada na restauração de processos que sucedem naturalmente e, portanto, carece de um período de conversão antes que o sistema produtivo com estas práticas seja de fato estabelecido e os equilíbrios naturais sejam restaurados (Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015). Esse processo de transição de sistemas de produção convencionais para sistemas produtivos com práticas conservacionistas demanda um período relativamente grande devido ao tempo de aprendizagem da forma correta de adoção dessas novas práticas que, por conseguinte, influencia no tempo de obtenção de resultados econômicos. Além disso, há o período de revitalização do solo e recuperação de ativos ambientais para que a produtividade agropecuária se eleve a patamares acima do que se é observado no momento da transição. Ou seja, os rendimentos tendem a aumentar ao longo dos anos, diminuindo as suas variações e alcançando a estabilização (Food and Agriculture Organization of United Nations, 2015).

De modo especial, os resultados sugerem que os decisores políticos precisam auxiliar os agricultores a superar os obstáculos financeiros e de informação, o que se mostra decisivo para melhorar a adoção das práticas agrícolas conservacionistas, por meio dos canais de informação formais e informais, como os serviços de extensão rural. Além disso, o governo deve prover assessoria aos extensionistas das EMATERs para que aumentem as visitas às propriedades rurais e estejam preparados para instruir os agricultores, principalmente a respeito do conjunto de práticas conservacionistas mais adequadas para cada caso específico e com maior potencial de aumento da produtividade; além disso, ensinar a forma correta de implementação para que se alcancem bons resultados, tanto em termos econômicos como ambientais.

Por fim, ressalta-se que há uma limitação deste estudo, na medida em que a base de dados utilizada não permite identificar o período que o produtor adotou as práticas conservacionistas analisadas, uma vez que não há, no questionário do Censo Agropecuário de 2006, uma pergunta que contemple esta questão. Portanto, isso inviabiliza, no momento da interpretação dos resultados, relacionar a menor produtividade da terra dos estabelecimentos dos adotantes de práticas conservacionistas ao seu tempo de adoção. Ou seja, a base de dados utilizada não permite relacionar o fato de que a produtividade da terra daqueles que adotam práticas conservacionistas tende a ser reduzida no curto prazo e que, por este motivo, os resultados deste estudo mostram uma média menor quando comparada à dos não adotantes. No entanto, apesar da existência desta limitação, acredita-se que o estudo contribui com a geração de informações relevantes para a discussão sobre a adoção de práticas agrícolas conservacionistas no Brasil.

Referências Bibliográficas

- Abdulla, M. (2009). *The impact of ownership on Iowa land owners' decisions to adopt conservation practices* (Ph.D. thesis). Iowa State University, Ames, Iowa.
- Alves, E., Souza, G. S., & Rocha, D. P. (2012). Lucratividade da agricultura. *Revista de Política Agrícola*, (2), 45-63.
- Bergamin, A. C. (2017). Manejo das condições físicas do solo em sistemas de produção intensificados. In *Anais do 14º Seminário Nacional de Milho Safrinha. Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis* (pp. 107-143). Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

- Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), 31-72.
- Camargo, F. A. O., Silva, L. S., Merten, G. H., Carlos, F. S., Baveye, P. C., & Triplett, E. W. (2017). Brazilian agriculture in perspective: great expectations vs reality. In D. L. Sparks. *Advances in agronomy* (Cap. 2, Vol. 141, pp. 53-114). USA: Elsevier.
- Campos, S. A. C., Coelho, A. B., & Gomes, A. P. (2012). Influência das condições ambientais e ação antrópica sobre a eficiência produtiva agropecuária em Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 50(3), 563-576.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis (2nd ed., 349 p.). New York: Springer Science.
- Duarte, G. B. (2009). Práticas agrícolas e degradação ambiental: um estudo para o caso da agricultura familiar no nordeste do Brasil (Tese de doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2011). *Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná* (Documento, Vol. 327). Londrina: Embrapa. Recuperado em 20 de dezembro de 2017, de http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc_327-VE.pdf
- Feix, R. D., Miranda, S. H. G., & Barros, G. S. C. (2010). Comércio internacional, agricultura e meio ambiente: teorias, evidências e controvérsias empíricas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 48(3), 605-634.
- Ferrari, G. N. (2015). *Análise perceptiva dos produtores rurais em relação às técnicas de conservação e manejo de solos* (Monografia de especialização). Programa de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Fonseca, R. M. (2007). *Função de produção para a agricultura e produtividade total dos fatores – Brasil, 1995-96* (Dissertação de mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Food and Agriculture Organization of United Nations – FAO. (2015). *Economic aspects of conservation agriculture*. Recuperado em 20 de dezembro de 2017, de <http://www.fao.org/ag/ca/5.html>
- Freitas, C. O., Silva, F. F., & Braga, M. J. (2017). Extensão rural e eficiência técnica na agropecuária brasileira: uma análise a partir dos microdados do censo agropecuário. In *Anais do 45º Encontro Nacional de Economia – ANPEC*. Niterói: ANPEC. Recuperado em 4 de setembro de 2017, de <http://www.anpec.org.br/novosite/br/45-encontro-nacional-de-economia--trabalhos-selecionados>
- Gemenis, K., & Rosema, M. (2014). Voting advice applications and electoral turnout. *Electoral Studies*, 36, 281-289.
- Hainmueller, J. (2012). Entropy balancing for causal effects: a multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. *Political Analysis*, 20(1), 25-46.
- Hammad, A. A., & Borresen, T. (2006). Socioeconomic factors affecting farmers' perceptions of land degradation and stonewall terraces in central palestine. *Environmental Management*, 37(3), 380-394.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2009). *Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação* (pp. 1-77). Rio de Janeiro: IBGE.
- Kageyama, A. A., Bergamasco, S. M. P. P., & Oliveira, J. T. A. D. (2013). Uma tipologia dos estabelecimentos agropecuários do Brasil a partir do censo de 2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51(1), 105-122.
- Kotu, B. H., Alene, A., Manyong, V., Hoeschle-Zeledon, I., & Larbi, A. (2017). Adoption and impacts of intensifying sustainable practices in Ghana. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(5), 539-554.
- Lal, R. (2009). Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. *Food Security*, 1(1), 45-57.
- Marchão, R. L., Vilela, L., Paludo, A. L., & Guimarães Júnior, R. (2009). *Impacto do pisoteio animal na compactação do solo sob integração lavoura pecuária no Oeste Baiano* (Comunicado Técnico, No. 163, 6 p.). Planaltina: Embrapa.
- Marcus, J. (2013). The effect of unemployment on the mental health of spouses evidence from plant closures in Germany. *Journal of Health Economics*, 32(3), 546-558.
- McMullin, J., & Schonberger, B. (2015). Entropy-balanced discretionary accruals. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2556389>.
- Nkhoma, S., Kalinda, T., & Kuntashula, E. (2017). Adoption and impact of conservation agriculture on smallholder farmers' crop productivity and income in Luapula Province, Zambia. *The Journal of Agricultural Science*, 9(9), 168-181.
- Oswald, A., & Ransom, J. K. (2001). Striga control and improved farm productivity using crop rotation. *Crop Protection (Guildford, Surrey)*, 20(2), 113-120.

- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linqvist, B. A., Groenigen, K. J. V., Lee, J., Lundy, M. E., Gestel, N. V., Six, J., Venterea, R. T., & Kessel, C. V. (2014). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534), 365-368.
- Primavesi, A. (2002). *O manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais* (541 p.). São Paulo: Nobel
- Putte, A. V., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K., & Demuzere, M. (2010). Assessing the effect of soil tillage on crop growth: a meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*, 33(3), 231-241.
- Resende, A. V., Fontoura, S. M. V., Borghi, E., Santos, F. C., Kappes, C., Moreira, S. G., Oliveira Júnior, A., & Borin, A. L. D. C. (2016). Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. *Informações Agronômicas*, 156, 1-17.
- Resende, A. V., Simão, E. P., Gontijo Neto, M. M., Borghi, E., & Santos, F. C. (2017). Construção da fertilidade do solo e manutenção de ambientes de elevado potencial produtivo. In *Anais do 17º Seminário Nacional de Milho Safrinha. Construindo sistemas de produção sustentáveis e rentáveis* (pp. 144-172). Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo.
- Rodrigues, A. S. (2016). *Avaliação do impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade dos agricultores familiares da Microrregião do Cariri (CE): o caso do milho híbrido* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Rubin, D. B. (2001). Using propensity scores to help design observational studies: application to the tobacco litigation. *Health Services and Outcomes Research Methodology*, 2(3-4), 169-188.
- Sambuichi, R. H. R., Oliveira, M. A. C., Silva, A. P. M., & Luedemann, G. *A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios* (Texto para Discussão, Vol. 1782, pp. 1-47, 2012). Brasília: IPEA. Recuperado em 8 de janeiro de 2018, de http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1050/1/TD_1782.pdf
- Santos, R. B. N., & Braga, M. J. (2013). Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas Regiões Brasileiras. *Economia Aplicada*, 17(3), 299-324.
- Sarcinelli, O., Marques, J. F., & Romeiro, A. R. (2009). Custos e benefícios da adoção de práticas e medidas para conservação do solo agrícola: um estudo de caso na microbacia hidrográfica do córrego Oriçanguinha. *Informações Econômicas*, 39(4), 5-16.
- Schuntzemberger, A. M. S. (2016). *Evidências do impacto do cooperativismo de crédito na agropecuária brasileira* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Sianesi, B. (2004). An evaluation of the active labour market programmes in Sweden. *The Review of Economics and Statistics*, 86(1), 133-155.
- Telles, T. S., Reydon, B. P., & Maia, A. G. (2018). Effects of no-tillage on agricultural land values in Brazil. *Land Use Policy*, 76, 124-129.
- Tittoto, J. C. (2014). *Determinantes para a adoção de práticas ambientais responsáveis: estudo de caso em um empreendimento agrícola* (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Uddin, M. T., & Dhar, A. R. (2016). Conservation agriculture practice and its impact on farmer's livelihood status in Bangladesh. *SAARC Journal of Agriculture*, 14(1), 119-140.
- Varian, H. R. (2000). *Microeconomia: princípios básicos* (3. ed., 756 p.). Rio de Janeiro: Campus.
- Veiga, J. E. (1994). Problemas da transição à agricultura sustentável. *Estudos Econômicos*, 24(No. esp.), 9-29.
- Wreford, A., Ignaciuk, A., & Gruère, G. (2017). *Overcoming barriers to the adoption of climate-friendly practices in agriculture* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 101). Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/97767de8-en>.

Submetido: 18/Maio/2018.

Aceito: 20/Ago./2019

Classificação JEL: Land

APÊNDICE A. Tabela adicional após o pareamento por Entropia**Tabela A1** - Equilíbrio por entropia para cada prática agrícola conservacionista

Variáveis	Terraços				PECN				RotCult				LavRecpPast				PousDescSolo			
	Antes		Depois		Antes		Depois		Antes		Depois		Antes		Depois		Antes		Depois	
	Média T	Média C	Média T	Média C	Média T	Média C	Média T	Média C	Média T	Média C										
Sefinanc	0,3665	0,1767	0,3665	0,3665	0,2376	0,1607	0,2376	0,2376	0,3780	0,1556	0,3780	0,3777	0,2488	0,1801	0,2488	0,2487	0,2129	0,1818	0,2129	0,2128
Assistência	0,5501	0,2038	0,5501	0,5501	0,3073	0,1779	0,3073	0,3073	0,4485	0,1831	0,4485	0,4481	0,3115	0,2114	0,3115	0,3115	0,2165	0,2167	0,2165	0,2165
Idade	50,270	50,300	50,270	50,270	50,260	50,310	50,260	50,260	49,670	50,390	49,670	49,670	0,0740	0,0374	0,0740	0,0731	0,0527	0,0385	0,0527	0,0527
Qualificação	0,1003	0,0370	0,1003	0,1002	0,0507	0,0345	0,0507	0,0507	0,0727	0,0346	0,0727	0,0727	0,0192	0,0265 6	0,0192	0,0193	0,0175	0,0268	0,0175	0,0175
Exp1	0,0186	0,0265	0,0186	0,0186	0,0199	0,0288	0,0199	0,0199	0,0141	0,0279	0,0141	0,0142	0,1377	0,1668	0,1377	0,1377	0,1395	0,167	0,1395	0,1395
Exp1_5	0,1487	0,1659	0,1487	0,1487	0,1526	0,1707	0,1526	0,1526	0,1345	0,1697	0,1345	0,1346	0,1570	0,1696	0,1570	0,1570	0,1468	0,1705	0,1468	0,1468
Exp5_10	0,1589	0,1693	0,1589	0,1589	0,1644	0,1709	0,1644	0,1644	0,1478	0,1720	0,1478	0,1479	0,0915	0,0886	0,0915	0,0915	0,0503	0,0914	0,0503	0,0504
Norte	0,0140	0,0917	0,0140	0,0141	0,0483	0,1061	0,0483	0,0483	0,0266	0,0978	0,0266	0,0273	0,4252	0,4750	0,4252	0,4253	0,6410	0,4607	0,6410	0,6407
Nordeste	0,1957	0,4831	0,1957	0,1956	0,4090	0,4995	0,4090	0,4090	0,2745	0,5011	0,2745	0,2746	0,1905	0,1823	0,1905	0,1905	0,1393	0,1858	0,1393	0,1393
Sudeste	0,1859	0,1826	0,1859	0,1859	0,2296	0,1627	0,2296	0,2296	0,1263	0,1910	0,1263	0,1262	0,0771	0,0523	0,0771	0,0771	0,0260	0,0555	0,0260	0,0261
Centro-Oeste	0,0585	0,0534	0,0585	0,0585	0,0303	0,0636	0,0303	0,0304	0,0250	0,0578	0,0250	0,0251	0,9093	0,8763	0,9093	0,9093	0,8887	0,8773	0,8887	0,8887
Sexo	0,9191	0,8764	0,9191	0,9191	0,8902	0,8728	0,8902	0,8902	0,9121	0,8731	0,9121	0,9121	0,1637	0,1060	0,1637	0,1637	0,0927	0,1102	0,0927	0,0927
Cooperativas	0,3453	0,0999	0,3453	0,3453	0,1708	0,0826	0,1708	0,1708	0,2747	0,0850	0,2747	0,2744	0,2048	0,2480	0,2048	0,2048	0,3088	0,2413	0,3088	0,3087
educ1	0,1084	0,2510	0,1084	0,1084	0,2033	0,2639	0,2033	0,2033	0,1428	0,2606	0,1428	0,1430	0,0513	0,0527	0,0513	0,0513	0,0398	0,0535	0,0398	0,0399
educ2	0,0393	0,0531	0,0393	0,0393	0,0547	0,0517	0,0547	0,0547	0,0345	0,0552	0,0345	0,0346	0,4245	0,4258	0,4245	0,4244	0,3849	0,4285	0,3849	0,3849
educ3	0,4989	0,4229	0,4989	0,4989	0,4592	0,4113	0,4592	0,4591	0,5508	0,4075	0,5508	0,5505	0,0882	0,0824	0,0882	0,0881	0,0666	0,0838	0,0666	0,0666
educ4	0,1244	0,0811	0,1244	0,1244	0,0921	0,0787	0,0921	0,0921	0,0985	0,0804	0,0985	0,0985	0,0168	0,0130	0,0168	0,0168	0,0115	0,0133	0,0115	0,0115
educ5	0,0257	0,0127	0,0257	0,0257	0,0158	0,0121	0,0158	0,0158	0,0168	0,0126	0,0168	0,0168	0,0717	0,0580	0,0717	0,0717	0,0492	0,0594	0,0492	0,0492
educ6	0,0962	0,0573	0,0962	0,0961	0,0638	0,0565	0,0638	0,0638	0,0648	0,0578	0,0648	0,0648	0,0454	0,0256	0,0454	0,0454	0,0278	0,0266	0,0278	0,0278
educ7	0,0601	0,0253	0,0601	0,0601	0,0313	0,0246	0,0313	0,0313	0,0287	0,0263	0,0287	0,0287	0,0265	0,0479	0,0265	0,0265	0,0407	0,0472	0,0407	0,0407
Arrendatário	0,0688	0,0459	0,0688	0,0688	0,0477	0,0464	0,0477	0,0477	0,0564	0,0454	0,0564	0,0564	0,0154	0,0298	0,0154	0,0154	0,0321	0,0282	0,0321	0,0320
Parceiro	0,0237	0,0286	0,0237	0,0237	0,0306	0,0275	0,0306	0,0306	0,0240	0,0291	0,0240	0,0240	0,0530	0,0876	0,0531	0,0532	0,1065	0,0844	0,1065	0,1064

Fonte: Resultados da Pesquisa. Nota: MédiaT- média para o grupo de tratados; MédiaC - média para o grupo controle.