

**JUNIOR GABRIEL NARDINO FUMAGALI**

**A INFLUÊNCIA DOS CURSOS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS SOBRE A  
PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA DO MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Maria Micheliana da Costa Silva

Coorientador: Mateus de Carvalho R. Neves

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F976i  
2021 Fumagali, Junior Gabriel Nardino, 1997-  
A influência dos cursos de ciências agrárias sobre a  
produtividade agropecuária do Mato Grosso / Junior Gabriel  
Nardino Fumagali. – Viçosa, MG, 2021.  
82 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Maria Micheliana da Costa Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 75-79.

1. Produtividade agrícola - Mato Grosso. 2. Ensino agrícola  
- Aspectos econômicos - Mato Grosso. 3. Ensino superior - Mato  
Grosso. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Economia Rural. Programa de Pós-Graduação em Economia  
Aplicada. II. Título.

CDD 22. ed. 630.7

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fatima Alves CRB6/2578


**JUNIOR GABRIEL NARDINO FUMAGALI**

**A INFLUÊNCIA DOS CURSOS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS SOBRE A  
PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA DO MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 24 de junho de 2021.

Assentimento:

  
\_\_\_\_\_  
Junior Gabriel Nardino Fumagali  
Autor

  
\_\_\_\_\_  
Maria Micheliana da Costa Silva  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, eu gostaria de agradecer a Deus por todas as coisas que tem feito em minha vida. Em segundo lugar, aos meus pais (Elias e Lizete) que me possibilitaram ir a Viçosa para estudar e ter uma oportunidade ímpar na vida de estudante a qual foi frequentar essa grande universidade brasileira que é a Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Ainda, eu gostaria de agradecer muito a todos os meus amigos que fizeram parte da minha jornada, principalmente os amigos da turma 2019 do mestrado em economia aplicada da UFV. Esses caras, realmente, fizeram valer o meu ano de 2019 e 2020 durante a maior pandemia da história da humanidade em 100 anos.

Gostaria muito de agradecer a Professora Maria Micheliana e o professor Mateus por todo conhecimento que os mesmos puderam compartilhar comigo ao longo desse tempo e também pela enorme paciência que tiveram comigo. Além de sempre me manter para cima e não deixar com que eu desistisse do meu sonho de ser um mestre em economia aplicada. Além disso, ela me ajudou a rodar o modelo e, sem dúvida, sem a mesma eu não conseguiria estimar os meus dados. Ao professor Mateus, deixo aqui o meu muito obrigado por todas as dicas, livros e inúmeras sugestões para o melhoramento da minha dissertação. Aliás, eu fiquei muito feliz com todo aprendizado que tive com tais professores no decorrer desses 2 anos e meio do mestrado.

Um agradecimento especial ao professor Carlos Otávio, que esteve como debatedor desde o começo (na aprovação do projeto) até na defesa da minha dissertação. Inclusive, os seus comentários foram ímpares e ajudaram-me a atingir um novo nível enquanto pesquisador.

Agradeço ao pessoal do inglês do Celin pela convivência de 1 ano e meio. Enfim, foi muito legal conhecer pessoas de lugares diversos do Brasil e de Minas Gerais. E gostei muitos dos professores do Celin, em especial da professora Júlia Marques a qual tem um nível de inglês ótimo e foi de longe a melhor professora do Celin que eu tive. Também gostaria de agradecer aos meus “parça” do Celin que fizeram o nível 4 comigo de inglês intensivo.

Um agradecimento a Jessica Pellenz que foi a minha fiel amiga em todo esse tempo em viçosa e sempre me ajudou quando eu mais precisei. Agradeço por todas as conversas e por todos os Chimarrões tomados no final de cada tarde.

Por fim, gostaria de agradecer do fundo do meu coração ao meu amigo Bruno Machado que nunca me deixou desistir e nem jogar a toalha e com quem eu tenho uma profunda admiração pelo o seu nível de empenho e pesquisa, pois ele sempre me manteve confiante ao dizer que eu conseguiria apesar das adversidades.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – código de financiamento 001.

## RESUMO

FUMAGALI, Junior Gabriel Nardino, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2021. **A influência dos cursos de ciências agrárias sobre a produtividade agrícola de Mato Grosso.** Orientadora: Maria Micheliana da Costa Silva. Coorientador: Mateus de Carvalho Reis Neves

Durante as décadas de 2000 e 2010, o estado de Mato Grosso passou por um rápido crescimento de sua produtividade agrícola, o que atingiu, assim, o maior valor entre os estados produtores de grãos do Brasil. Além disso, o estado teve também uma forte expansão universitária com a criação de muitos cursos de ciências agrárias na região. Nesse sentido, este trabalho buscou-se associar o efeito de transbordamento gerado por esses cursos na produtividade agrícolas dos municípios de Mato Grosso. Então, por meio da utilização de dados provenientes do Censo Agropecuário, RAIS e INEP, para os anos de 2006 e 2017, buscou-se calcular a produtividade agrícola dos municípios mato-grossenses. No intuito de calcular a produtividade, usou-se o Valor Total Bruto dividido pela área explorada. A fim de mensurar o efeito de transbordamento, recorreram aos seguintes métodos: Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), o modelo SLX e um modelo de dados em painel para mensurar os efeitos local e de transbordamento ao longo do tempo. Com relação ao AEDE, com o uso de contiguidade de rainha, houve significância de que a presença de cursos agrários impacta positivamente na produtividade agrícola. Ademais, constatou que há efeito local para ambos os anos (2006 e 2017), com aumento na produtividade agropecuária de 3,49% e 3,46%, respectivamente. Para o modelo SLX, que visa capturar o efeito espacial, houve significância apenas para o ano de 2006, devido a uma queda na produtividade agropecuária de 10,13%. Quanto ao modelo de efeitos fixos, existiu destaque somente para o efeito de transbordamento, isso se considerarmos os cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência, o efeito espacial foi um aumento na produtividade agropecuária de 35,66%. Além disso, o efeito da variável 2017, sendo um período posterior a criação dos cursos de ciências agrárias, foi significativo com um aumento na produtividade agropecuária de 5,40%. Assim, conclui-se que a criação de cursos de ciências agrárias pode ajudar a elevar a produtividade agropecuária, tanto localmente como espacialmente, em longo prazo.

**Palavras-chave:** Instituições de Ensino público. Produtividade agrícola. Efeito de transbordamento.

## ABSTRACT

FUMAGALI, Junior Gabriel Nardino, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2021. **The influence of courses in a rural productivity in Mato Grosso.** Advisor: Maria Micheliana da Costa Silva. Co-advisor: Mateus de Carvalho Reis Neves.

During the 2000s and 2010s, the state of Mato Grosso experienced rapid growth in its agricultural productivity, thus reaching the highest value among the grain-producing states in Brazil. Beyond this, the state also had a strong university expansion with the creation of many agricultural science courses in the state. In this sense, this work sought to associate the overflow effect generated by these courses on agricultural productivity in the municipalities of Mato Grosso. To calculate the values of productivity, the Total Gross Value divided by the area explored was used. To measure the overflow effect, the following methods were used: Exploratory Analysis of Spatial Data (AEDE), the SLX model to measure the local and overflow effects in each year and a panel data model to measure the local effects and overflow over time. Regarding the AEDE, with the use of queen contiguity, it was significant that the presence of agricultural courses had a positive impact on agricultural productivity. It found that there is a local effect to both years (2006 e 2017), increasing the agricultural productivity in 3.49% e 3.46%, respectively. For the SLX model that aims to capture the spatial effect, there was significant, only 2006, having a fall in agricultural productivity of 10.31%. For the fixed effects model, there was significant just the overflow effect, especially when considering agrarian courses with at least 10 years of existence. The spatial effect was a increasing of 35.66% on agricultural productivity. In addition, the effect of the variable 2017, as a period after the creation of agricultural science courses, was significant with a increasing in the agricultural productivity of 5.40%. Given this, it concludes that the creation of agricultural science courses can help to raise the local agricultural productivity, and the long term spatial agricultural productivity.

**Keywords:** Public education institutions. agricultural productivity. spillover effect.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição espacial da existência de cursos de Ciências Agrárias de nível superior 2017.....	38
Figura 2: Distribuição espacial dos cursos de Ciências Agrárias de nível superior entre 5 a 10 anos de existências e com mais de 10 anos de existência em 2017....	38
Figura 3: Distribuição espacial da Produtividade Agropecuária para 2006 (A).....	40
Figura 4- Produtividade agropecuária versus a existência de cursos de ciências agrárias, 2006.....	43
Figura 5- Produtividade agropecuária versus a existência de cursos de ciências agrária.....	44
Figura 6- Produtividade agropecuária versus cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência, 2006.....	46
Figura 7- Produtividade Agropecuária versus cursos de ciências agrárias com pelo menos 10 anos de existência, 2006.....	48
Figura 8- Produtividade agropecuária versus cursos de ciências agrárias com pelo menos 5 anos de existência.....	49
Figura 9- Produtividade agropecuária versus cursos de ciências agrárias com pelo menos 10 anos de existência, 2017.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis utilizadas no modelo de produtividade.....	27
Tabela 2: Análise descritiva dos dados para o Mato Grosso, 2006.....	28
Tabela 3: Análise descritiva dos dados para o Mato Grosso, 2017.....	29
Tabela 4: Municípios, cursos e ano de criação até 2017.....	36
Tabela 5: Índice de Moran para a existência de universidades com cursos agrários.....	42
Tabela 6: Resultados dos modelos estimados sem dependência espacial (MQO-I e III) e com dependência espacial (SLX- II e IV) para cursos agrários.....	53
Tabela 7: Resultados dos modelos estimados sem dependência espacial (MQO-V e VII) e com dependência espacial (SLX- VI e VIII) para cursos agrários em IES com pelo menos 5 anos de existência.....	56
Tabela 8: Resultados dos modelos estimados sem dependência espacial (MQO- IX e XI) e com dependência espacial (SLX- X e XII) para cursos agrários em IES com pelo menos 10 anos de existência.....	59
Tabela 9: Estimativas dos coeficientes dos modelos de efeitos fixos com dependência espacial.....	61
Tabela 10: Estimativas dos coeficientes do modelo de efeitos fixos com dependência espacial para cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência.....	64
Tabela 11: Estimativas dos coeficientes do modelo de efeitos fixos com dependência espacial para cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência.....	66

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1. Considerações Iniciais.....	11
1.2 O problema e sua importância.....	15
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo Geral.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	19
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO.....</b>	<b>21</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
3.1. Bases de dados.....	25
3.1.1. Descrição das Variáveis utilizadas no modelo.....	25
3.2 Análise exploratória de dados espaciais.....	31
3.3. Modelo de efeitos fixos com defasagem espacial .....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1 Distribuição espacial dos cursos de ciências agrárias e da produtividade agropecuária.....	36
4.2. Análise Exploratória de Dados Espaciais.....	42
4.3 Análise do modelo com defasagem espacial.....	53
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>78</b>

## **1.INTRODUÇÃO**

### **1.1. Considerações Iniciais**

O ensino das ciências agrárias no Brasil deu-se início no século XIX, com o curso de agronomia da Imperial Escola Agrícola da Bahia, em 22 de fevereiro de 1877. Atualmente, tal instituição é a Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB). Nesse período, o ensino agrícola brasileiro foi marcado pela falta de recursos e pouco interesse das classes dominantes. Como a economia brasileira era baseada em exportações agrícolas no final do século XIX e havia uma extensa quantidade de terra para se plantar, não houve a necessidade imediata de aumentar a instrução agrícola por parte dos brasileiros. Devido a essa falta de interesse pelo ensino superior agrícola brasileiro, demorou-se para que um país agrícola, como o Brasil, tivesse um expressivo crescimento em pesquisas e desenvolvesse tecnologia dentro do setor rural (CAPDEVILLE, 1991).

De acordo com Capdeville (1991), a partir de 1950, o governo brasileiro decidiu retornar com os investimentos em produção agrícola e a principal razão foi as constantes crises de abastecimento de alimentos as quais o país vivenciou nesse período. Portanto, foi necessário que o governo federal investisse em educação superior, especialmente agrícola. Para isso, o governo federal iniciou um processo de 'federalização' das universidades que outrora eram estaduais. Esse processo tinha como objetivo apenas os cursos de ciências agrárias, mas se estendeu para outras áreas, a fim de promover um aumento da participação do governo federal na formação de novos profissionais. Ainda, os novos profissionais agrícolas deveriam ensinar novas técnicas de manejo agrícola para aumentar a produção do país. Com isso, a universidade também contribuiu para evitar o aumento de importações e solucionar as crises de oferta de alimentos (SANTANA et al., 2014).<sup>1</sup>

Na década de 1970, a região do Cerrado Brasileiro começou a ser ocupada por agricultores oriundos do sul do país. Entretanto, a referida região tem solos altamente

---

<sup>1</sup> No intuito de elevar a produtividade agropecuária brasileira, na década de 1920, o presidente Arthur Bernardes fundou a Escola Superior de Agronomia e Veterinária (ESAV). Em um segundo momento, foi elevada à condição de universidade estadual, criando a Universidade Rural do Estado de Minas Gerais (UREMG) em 1948. Finalmente, nos anos 1960, com apoio do programa estadunidense USAID, passou a condição de Universidade Federal, tornando-se a Universidade Federal de Viçosa (UFV) (RIBEIRO, 2009).

ácidos que são pobres em nutrientes (FAO, 2010). Com o propósito de solucionar tais problemas, a EMBRAPA desenvolveu tecnologias adaptadas ao Cerrado visando melhorar a produtividade das colheitas nesse território. Além disso, coube as Universidades públicas do Brasil serem o centro de formação de capital humano para a EMBRAPA, o que criou uma intrínseca ligação de cooperação entre a EMBRAPA e as universidades públicas brasileiras (CHADDAD, 2016).

Assim, a criação da Empresa brasileira de pesquisas agropecuárias (EMBRAPA) e do Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola (SNPA), durante os anos de 1970, teve como o objetivo de desenvolver novas culturas para a nova fronteira agrícola do Brasil (Cerrado) e auxiliar pequenos produtores em suas plantações. Cabe ressaltar que a EMBRAPA firmou parcerias com universidades, tais como a UFV (Universidade Federal de Viçosa) com o intuito de desenvolver soluções para os problemas no campo (SILVEIRA, 2014).

Apesar da importância da EMBRAPA, nos anos 1970 e 1980, para as pesquisas de cultivares específicos para o Cerrado do Brasil, na metade dos anos 1980, houveram cortes orçamentários na EMBRAPA cujo impacto significativo fez com que diminuísse o ímpeto de novas pesquisas (CHADDAD, 2016). Entretanto, no início dos anos 1990 foi criado em Mato Grosso, a Fundação Mato Grosso (FMT), com apoio dos produtores rurais, que retomou as pesquisas de cultivares agrícolas específicos para o Cerrado Mato-grossense (sobretudo, para a cultura de soja e milho). A FMT obteve o apoio da EMBRAPA na retomada das pesquisas, que compartilhou pesquisadores e outras pesquisas, para assim desenvolver uma tecnologia nova que atendesse as necessidades dos produtores agrícolas de Mato Grosso (FUNDAÇÃO MATO GROSSO, 2021).

O desbravamento do Cerrado Brasileiro não se deve apenas às universidades e a EMBRAPA. A transmissão da tecnologia gerada pela EMBRAPA e pelas universidades coube a extensão rural. Desse modo, os serviços de assistência técnica e extensão rural (ATER) foram criados no Brasil para auxiliar os produtores rurais a elevar o nível de produtividade dos estabelecimentos rurais. Primeiramente, nos anos 1970, foi criada a Empresa Brasileira de Extensão Rural (EMBRATER). Além da criação da EMBRATER, em âmbito nacional, em diversos estados foram criadas as empresas estaduais de assistência e extensão rural (Ematers). Então, essa

descentralização visou fazer com que a assistência técnica rural pública alcançasse mais agricultores, sobretudo os agricultores familiares, os quais contavam com pouco ou nenhum acompanhamento especializado em suas plantações; com objetivo de aumentar a produtividade agropecuária desses agricultores (PEIXOTO, 2014).

Em relação ao estado de Mato Grosso, a extensão rural pública estadual originou-se pela criação da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência técnica e Extensão Rural (EMPAER) em 1992. Tal empresa tem como finalidade desenvolver novos cultivares agrícolas, principalmente relacionados a agricultura familiar, tais como: olericultura, fruticultura, pecuária leiteira e outras culturas agropecuárias. Inclusive, a empresa busca disseminar tais conhecimentos em regiões de difícil acesso e para pequenos produtores rurais. Além disso, a EMPAER conta com apoio de universidades pública federais e estaduais, além da EMBRAPA, para desenvolver novas tecnologias que melhorem a produtividade agropecuária do estado de Mato Grosso.

A tecnologia desenvolvida pela EMBRAPA e pelas Universidades Federais, bem como a assistência rural pública advinda das Emater, deram um importante suporte para que a produtividade das colheitas no Brasil tivesse uma grande evolução ao longo do tempo. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), entre 1970 e 2010, a produtividade das colheitas teve um aumento de 269,71%. Dessa maneira, na safra de 1976/77, a produtividade era de 1,258; na safra de 1984/85, igual a 1,465; na safra de 1994/95, igual a 2,103; na safra 2004/05, igual a 2,339; e por fim, na safra de 2014/15 foi igual a 3,393<sup>2</sup>. Tais resultados demonstram que houve uma evolução na produtividade agrícola no Brasil ao longo do tempo (CONAB, 2015).

Além do aumento de produtividade agrícola, que o país vivenciou nesse período, o país se tornou uma referência na produção de alimentos. De acordo com a FAO (2019), o Brasil, em termos mundiais, é o maior produtor de soja; terceiro maior produtor de milho; terceiro maior produtor de feijão; segundo maior produtor de carne bovina; terceiro maior produtor de frangos; quinto maior produtor de carne suína; terceiro maior produtor de leite; maior produtor de café; maior produtor de laranja;

---

<sup>2</sup> A produtividade das colheitas foi mensurada em quilogramas/hectare, foram consideradas 15 culturas analisadas.

quarto maior produtor de banana e o maior produtor de açúcar. Assim, nota-se que o país é um dos grandes produtores de alimentos mundiais no século XXI.

Ao considerarmos o Mato Grosso, o estado tem um importante papel dentro da agricultura nacional, visto que, em termos nacionais, é o maior produtor de soja; de milho; de algodão herbáceo; tal como o sexto maior produtor de cana de açúcar e o quarto maior produtor de arroz com casca (IBGE, 2017). Em relação a pecuária, é o maior produtor de carne bovina (aproximadamente, 30 milhões de reses); quinto maior produtor de carne suína e o sétimo maior produtor de galináceos (ABIEC, 2019; IBGE, 2017).

Em termos de evolução da produtividade agrícola mato-grossense, nota-se uma evolução ao longo do tempo. Considerando a cultura da soja (principal cultura do estado), notamos que na safra 1985/86 a produtividade foi de 2.100 Kg/Ha (Quilos/Hectare); safra 1995/96, foi igual a 2.460 Kg/Ha; na safra 2005/06, foi igual a 2.695 Kg/Ha; por último, na safra 2015/16, foi igual a 2.875 Kg/Ha. Aliás, em 2018, o estado do Mato Grosso teve 11 municípios entre os 20 maiores produtores de soja do Brasil, em toneladas, o que mostrou como a agricultura é importante para o estado (IBGE, 2018).

Dito isso e levando em conta os avanços na produtividade agropecuária de Mato Grosso, demonstra-se que o ensino superior agrário público foi essencial para que se atingisse tal patamar, e continua sendo atualmente. Destaca-se que a educação superior pública se iniciou em Mato Grosso, segundo a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), com o primeiro curso de agronomia, cuja criação foi em 1975, para aproveitar o potencial agrícola que o estado tinha. Com a exploração da fronteira agrícola no decorrer dos anos 1980 e 1990, houve a necessidade da abertura de novos cursos agrários. Por conseguinte, tais cursos foram abertos no início dos anos 2000 (UFMT, 2020)<sup>3</sup>.

Além da UFMT, a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), também criou cursos de ciências agrárias para ajudar a potencializar a produtividade agrícola do Mato Grosso. Embora haja a promoção da educação superior para formação de capital humano, é importante ressaltar que as universidades públicas do Mato Grosso

---

<sup>3</sup> Durante os anos 2000, em virtude da expansão agrícola no estado foram criados muitos cursos agrários, dentre eles: Agronomia, Zootecnia, Engenharia Florestal e Medicina Veterinária.

possuem projetos de extensão que auxiliam na melhoria da produtividade agrícola do estado, como: MThorticultura (visa desenvolver horticultura/oleicultura/fruticultura em Mato Grosso, sendo que a sede do projeto é Tangará da Serra- MT), GeoclimaMT (estudos geoclimáticos para o Mato Grosso) e o Laboratório de Análise de solos, adubo e foliar (LASAF- Unemat/Alta Floresta). Conforme o PROCEV-UFMT (2020), a UFMT possui 142 projetos de extensão ativos, dentre os quais, destacam-se projetos como AgriSciences (UFMT-Sinop), LAPMEC (UFMT-Sinop), Análises Microbiológicas do solo (UFMT-Cuiabá), Fruticultura (UFMT-Cuiabá) entre outros projetos.

Acerca dos Institutos Federais (IFs), o Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT) foi criado pelo governo federal em 2008, A expansão desse Instituto, também, foi realizada no final dos anos 2000, quando foram criados mais de 15 cursos voltados para as ciências agrárias em diversos campi, com objetivo de potencializar o setor agrícola para as diversas regiões do estado de Mato Grosso. Em relação ao IFMT, existem alguns dentre eles estão: Porteira aberta: IFMT de portas abertas à comunidade (IFMT-Sorriso), Pomar didático demonstrativo (IFMT- Campo Novo do Parecis), IV Manhã no campo do IFMT campus Campo Novo do Parecis entre outros projetos.

Sendo assim, é correto dizer que durante os anos 2000, 16 novos cursos agrários foram criados, logo, houve um aumento no estoque de capital humano formado pelas universidades. Vale ressaltar que o aumento de cursos agrários abertos possibilitou que novos municípios recebessem tais cursos, conseqüentemente, o que impactou positivamente na produtividade agropecuária.

Portanto, com base nos valores apresentados, referentes a produtividade agropecuária do estado de Mato Grosso e a educação superior agrária, percebeu-se que há uma possível sinergia existente entre ambas. Sendo que, com os avanços da educação superior agrária no estado, permitiu a evolução de novos patamares da produtividade agropecuária, além de aumentar a produção agrícola.

## **1.2 O problema e sua importância**

A expansão universitária ocorrida entre os anos de 2000 e 2010, em especial o surgimento de cursos agrários, os quais contribuíram para a formação de estoque de capital humano e o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor agrícola. Ainda, essa difusão de conhecimento, provindo dos cursos agrários, pode ter contribuído positivamente para a produtividade agropecuária, tanto para o município-sede dos cursos agrários (efeito local) quanto por afetar a produtividade agropecuária de municípios vizinhos (efeito de transbordamento). Dada a expansão dos cursos de ciências agrárias no Mato Grosso nos anos 2000, tem-se o seguinte questionamento: os cursos superiores em ciências agrárias geram efeitos sobre a produtividade agropecuária do Mato Grosso?

Para além dos cursos de ciências agrárias, de acordo com Abel e Deitz (2011), o desenvolvimento da ciência, a partir das universidades, pode desencadear alguns efeitos de transbordamento. O estudo desses autores era focado nos Estados Unidos, por meio de uma análise descritiva dos dados, assim mostrou o papel das universidades em desenvolver pesquisa e o impacto dessas nas áreas próximas à região metropolitana, onde a universidade está localizada.

Além disso, os autores mostraram que a universidade tem um papel de desenvolver capital humano e que isso pode ser benéfico para o desenvolvimento regional. Isso é corroborado por Faveri et al. (2018), que analisaram a expansão dos institutos federais no Brasil nos anos 2000, por meio do método de equação de diferença em diferença. Esses pesquisadores chegaram à conclusão de que o avanço da educação superior elevou os níveis de capital humano e o nível de renda dos municípios com universidades, em comparação àqueles municípios com as mesmas características demográficas, porém, que não haviam recebido universidades. Todavia, a pesquisa de Faveri et al. (2018) considera todos os cursos de ensino superior em sua análise, neste trabalho, apenas serão considerados os efeitos oriundos dos cursos agrários.

Em relação ao ensino agrícola, Andrews (2019) mensurou os efeitos nas cidades americanas que receberam escolas de ensino agrícola e naquelas que não receberam, para isso, usou um modelo de diferenças em diferenças. Desse jeito, foi constatado que as cidades com ensino agrícola tiveram um aumento no número de patentes criadas pelas universidades, o que estimulou o desenvolvimento local. Por

fim, com a presença de uma universidade, a produção agrícola mostrou-se superior nas cidades que possuíam uma instituição de ensino superior.

Na Irlanda, os efeitos de transbordamento foram vistos por Lapple et al. (2016), os quais mostraram que a criação e o investimento em centros de pesquisa e ensino rural possibilitaram ganhos no setor agrícola irlandês. Por meio de uma análise espacial dos dados, notou-se que quanto mais perto a universidade estiver dos proprietários rurais, maior será o impacto positivo da mesma sobre o aumento de produtividade rural. Outra colocação que foi feita pelos autores é de que a universidade pode levar a ganhos mais expressivos de produtividade agrícola se o processo produtivo usado pelos fazendeiros contiver um nível razoável de tecnologia. Para o caso irlandês analisado pelos autores, o setor de laticínios, que possuía o maior nível de tecnologia foi o mais beneficiado pelo aumento de pesquisas agrícolas feito pelas universidades. Logo, os autores enfatizam que mesmo os produtores rurais com baixo nível tecnológico em sua produção, também, podem ter ganhos com a pesquisa agrícola, embora sejam menores quando comparados a dos produtores com uso intensivo de tecnologia.

A possibilidade de efeito de transbordamento das universidades para o meio agrícola também fomenta a rede de informações entre os produtores rurais. Segundo Maté-Val e Harris (2018), uma região que concentra muitos produtores rurais pode ter uma rede de distribuição de informações que contribui para a melhora de inovação entre eles. Aliado à presença de alto capital humano, provindo de uma universidade, a produtividade agrícola pode ter uma evolução significativa, visto que a tecnologia desenvolvida pela universidade pode ser passada pela instituição e para produtores de outras regiões. Então, isso corrobora o efeito de transbordamento gerado pelos cursos de ciências agrárias com efeito local e global de atuação.

No que concerne ao Brasil, tais efeitos foram descritos por Teixeira, Clemente e Braga (2013), por meio de uma análise descritiva, na qual constataram que as pesquisas desenvolvidas nas universidades agrícolas podem impactar em âmbito local, regional e nacional. É citada, por exemplo, a Universidade Federal de Viçosa (UFV), que desenvolveu um novo cultivar de soja adaptado para o plantio em áreas tropicais, o que possibilita plantar soja na Floresta Amazônica e nos Cerrados, assim

mostra como a tecnologia desenvolvida melhorou a produtividade agrícola e impactou positivamente uma região distante da universidade.

Além do efeito de transbordamento, pode haver também o efeito da interação entre duas universidades públicas, seja entre Institutos Federais, Universidades Federais ou Estaduais. Isso foi evidenciado por Bergmann et al. (2020), mediante análise de diferenças em diferenças, pois compararam que uma interação entre duas universidades públicas pode ser benéfica para a elevação de capital humano como um todo e trazer benefícios a cidade, tanto a curto quanto a longo prazo. Os autores concluíram que um município que tenha um Instituto Federal e uma Universidade Federal pode ter um maior acúmulo de capital humano frente a uma cidade que tem apenas uma dessas instituições, sendo os efeitos de curto prazo (aumento de moradias e maior giro de capital na cidade) e de longo prazo (aumento do capital humano). Assim, uma sinergia entre Instituições Federais de ensino pode ser capaz de aumentar a mão de obra qualificada e produzir um aumento no empreendedorismo dessas cidades.

Em relação ao estado do Mato Grosso, sabe-se que a expansão das universidades no estado, durante os anos 2000, possibilitou a criação de novos cursos de ciências agrárias. Então, é importante analisar os efeitos de transbordamento gerados pelas universidades e institutos federais no setor agrícola do estado. Isso foi evidenciado por Davis et al. (2011) no leste da África, onde foi constatado, em regiões do Quênia que tiveram a presença de uma escola agrícola, o aumento de quase 80% da produtividade e da colheita, enquanto na Tanzânia, a produtividade agrícola subiu em 23%, após a implantação das escolas agrícolas. Desse modo, com base nos resultados apresentados pelos autores, é possível afirmar que Instituições de Ensino voltadas às ciências agrárias podem contribuir positivamente para o aumento da produtividade agropecuária nas regiões nas quais forem implantadas.

Como dito anteriormente, Mato Grosso é um estado com forte presença agrícola. Ainda, é possível traçar um paralelo entre os aumentos de produtividade agropecuária com o surgimento de novos cursos agrários no estado de Mato Grosso. Em 2000, havia apenas 3 cursos de ciências agrárias no estado, já em 2010, o estado tinha 22 cursos de ciências agrárias, e, por fim, até 2017, havia 27 cursos de ciências agrárias.

Portanto, esse estudo visa contribuir com a literatura, mensurando as mudanças (sejam elas positivas ou negativas) na produtividade agropecuária de um município (efeito local), como também em municípios vizinhos (efeito de transbordamento), a partir da implantação de um curso agrário vindo de Universidade Pública no estado de Mato Grosso. Ainda, esta pesquisa baseia-se em uma abordagem da dependência espacial é algo inédito para o estado. Por isso, a formação de estoque de capital humano, as pesquisas desenvolvidas e a sua aplicabilidade via extensão rural são fatores importantes que ajudam a mostrar como a presença de um curso agrário na Universidade Pública pode contribuir positivamente para o aumento da produtividade agropecuária. Assim, os resultados encontrados nesta pesquisa poderão servir de base para futuras políticas públicas de ensino superior cujo foco seja melhorar a produtividade agropecuária de uma determinada região.

Na atual literatura, há autores que destacam a relação positiva entre universidade e o aumento da produtividade agropecuária. Para o Brasil, Galvão (2014) destaca o papel da Universidade Federal de Viçosa (UFV) na produção de sementes geneticamente modificadas de soja, que, apesar de desenvolvidas no estado de Minas Gerais, tiveram a sua aplicação nos Cerrados Brasileiros. Teixeira, Clemente e Braga (2013) ressaltam que outras universidades contribuíram para os efeitos de transbordamento, para a cultura do café, por exemplo, as Universidades Federais de Lavras e Viçosa realizaram diversas pesquisas sobre essa cultura e com apoio da extensão rural pública transformaram o estado de Minas Gerais no maior produtor de café do país com mais de 50% da produção brasileira. Apesar disso, ambos os trabalhos não utilizam uma abordagem de dependência espacial para mensurar os efeitos local e de transbordamento gerados pelas Universidades Públicas na produtividade agropecuária.

Ao considerarmos as pesquisas internacionais, Lapple et al (2016) destacou a relação espacial (*clusters*) gerada entre regiões da Irlanda e os centros de pesquisas presente nelas. Inclusive, as regiões com maior número de centros de pesquisa tiveram um aumento maior na inovação agrícola frente a outras regiões com menor número de centros de pesquisa. Ainda, foram analisadas as inovações presentes nos setores de pecuária e laticínios. Não obstante, este trabalho não afere os ganhos na

produtividade agropecuária diretamente oriundos da tecnologia desenvolvida pelos centros de pesquisa, apenas mede o avanço da inovação, além de usar apenas *clusters* como mensuração espacial aliadas a um modelo *Tobit*.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Verificar a existência de efeitos dos cursos superiores de ciências agrárias na produtividade agropecuária do estado de Mato Grosso, entre 2006 e 2017.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Verificar a distribuição dos cursos de ciências agrárias no Mato Grosso;
- Apresentar a produtividade agrícola dos municípios do Mato Grosso;
- Analisar a influência local e espacial dos cursos de ciências agrárias sobre os indicadores de produtividade agrícola.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO

A fim de mostrar como a Teoria da Produção pode impactar na produtividade agropecuária, será utilizado o modelo fator-fator. O uso desse auxilia na visualização de como a mudança de quantidades nos dois insumos pode aumentar ou diminuir o produto. Há funções de produção que podem utilizar do referido modelo, tais como a função translog, a função de elasticidade constante de produção, a função Cobb-Douglas, por exemplo. Aliás, o modelo fator-fator precisa satisfazer duas condições para que haja a dualidade da função de produção: 1) o produto marginal dos insumos são não negativos e a 2) a taxa de substituição marginal entre os insumos é decrescente (DEBERTIN, 2012).

Segundo Debertin (2012), a função de produção agrícola pode ter muitos insumos. Todavia, para facilitar o entendimento, fixa-se em apenas dois insumos principais: capital físico (K) e trabalho (L). Nesse sentido, a produtividade agrícola pode ser representada pela função de produção Cobb-Douglas, dada por:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

Essa função tem as seguintes características: apresenta retornos constantes de escala, é homogênea de grau 1 e tem produtividade marginal decrescente e positiva, sendo que cada unidade a mais em algum dos insumos, o produto cresce a taxas menores (JONES, 2000). Assim, espera-se as seguintes condições:

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \frac{\partial F}{\partial L} > 0, \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0 \text{ e } \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0 \quad (2)$$

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) \quad \forall \lambda > 0 \quad (3)$$

O uso da função de produção Cobb-Douglas traz algumas vantagens frente a outras funções de produção utilizadas para mensurar a produtividade, como a

translog. Para explicitar essas vantagens, Chambers (1998) e Silva (1996) elencaram quatro benefícios da função de produção Cobb-Douglas: 1) a função é linear no parâmetros, sendo de fácil estimação; 2) os coeficientes estimados são as elasticidades, o que permite uma comparação entre ambos, 3) a homogeneidade da função permite que a soma do coeficientes seja iguais a 1, além de apresentar retornos constantes de escala, 4) a função de produção Cobb-Douglas exibe um pequeno número de parâmetros a serem estimados, assim evita a utilização de tantos graus de liberdade, sendo mais comumente utilizada em trabalhos com número reduzido de observações; além disso, o pequeno número de parâmetros torna a função Cobb-Douglas menos susceptível a problemas de multicolinearidade.

Salienta-se que essa função de produção foi utilizada por outros autores, como Freitas e Bacha (2004) e Nowak e Kijek (2016), com objetivo de mostrar o impacto do investimento em pesquisa aliado ao capital humano e os efeitos gerados na produção agropecuária.

Entretanto, de acordo com Jones (2000), o modelo pode ser ajustado para incluir trabalho qualificado ( $H$ ) e a tecnologia exógena ( $A$ ). E, também denominado capital humano, o trabalho qualificado pode ser representado pela equação:

$$H = e^{\psi\mu}L \quad (4)$$

Em que:  $\mu$  representa a porção de trabalhadores e  $\psi$  representa o efeito multiplicador para  $\mu$ , ao ter um ano de acréscimo de educação em  $H$ , além de ser uma constante positiva. De forma complementar, Acemoglu (2009) enfatiza que um aumento no capital humano possibilita ganhos de produto, isso comprova que um aumento na escolaridade, eleva o estoque de capital humano e, por conseguinte, gera crescimento econômico.

O'Shea et al. (2005) argumentam que a existência de universidade é um dos fatores que contribuem para a elevação do estoque de capital humano. Segundo os autores, a presença de professores e cientistas altamente capacitados, que possuem doutorado, aumenta a possibilidade de a universidade gerar subprodutos, tais como

empresas *startups*<sup>4</sup> e pesquisas de alto impacto para sociedade, tendo uma associação positiva entre o nível de formação dos cientistas na universidade e a quantidade de subprodutos. Isso foi corroborado por Salles-Filho e Bin (2014) cujo estudo constatou que o alto investimento em pesquisa no setor agrícola elevou a criação de novos produtos específicos na região. Ademais, mostrou-se como a produtividade agrícola em países europeus cresceu com auxílio de centros de pesquisa e universidades.

Então, o efeito do estoque de capital humano, gerado pelas universidades, e seu transbordamento foi evidenciado por Lapple et al. (2016), os quais mostraram que quanto maior o capital humano, proveniente das universidades próximas às áreas rurais, em especial com estudos agrícolas, maior será o nível de produtividade e inovação dessas áreas. E foi demonstrado que a universidade sediada em uma região específica do país, neste caso a Irlanda, teve seu raio de abrangência para outras regiões distantes. Assim, a instituição desempenhou o seu papel de atuação tanto local como global.

Em estudo realizado no continente africano, Davis et al. (2012) enfatizam o papel da educação na produtividade agrícola, pois mostrou que vilas de agricultores, que não tinham acesso à tecnologia e educação, tinham um baixo rendimento das colheitas. Após a implantação de escolas rurais, as mesmas tiveram ganhos expressivos na produtividade agrícola. Portanto, a presença de uma instituição educacional eleva os níveis de produtividade agrícola, sendo um efeito de transbordamento e tal evolução foi importante para ajudar a combater a pobreza e a fome em nessas regiões.

Maté-Val e Harris (2018) cita que há a possibilidade de criar uma rede de profissionais ligados ao setor agrícola que promova a troca de informações através de consultorias. Desse jeito, isso impulsiona o efeito de transbordamento gerado pelas universidades para regiões mais distantes, bem como gera um aumento de produtividade agrícolas desses produtores.

O interesse sobre o efeito de transbordamento das universidades na produtividade agrícola não é tão recente como visto em outros trabalhos. Ainda, no

---

<sup>4</sup> Startup: é uma ideia ou uma empresa nascente que tem como objetivo resolver um problema, muitas vezes comum, com o uso de tecnologia e inovação. Sendo que no médio e longo prazo pode ter um alto crescimento (SEBRAE,2020).

século XX, o papel da universidade como força motriz de inovação e disseminação de conhecimento também é demonstrado por Evenson (1978), que em seu trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre os gastos em pesquisa e extensão entorno da inovação agrícola e como isso melhorou a produtividade agrícola estadunidense entre os séculos XIX e XX.

É creditado às universidades o desenvolvimento de novas tecnologias para melhoramento da produtividade agrícola. Isso é corroborado por Lin (1991) que faz considerações sobre a produtividade agrícola chinesa. Segundo o autor, quanto maior for o nível educacional do produtor rural maior será a probabilidade do mesmo utilizar novas tecnologias e absorvê-las, visando elevar a produtividade agrícola. Logo, isso indica que o nível educacional importa para a obtenção e adoção de novas tecnologias na produção agrícola.

Em vista disso, é inegável que as instituições de ensino superior agrícola têm impactos positivos na região, principalmente se for de origem agrícola. Assim, o conhecimento desenvolvido pela universidade pode gerar um efeito de transbordamento para as áreas rurais próximas, o que traz benefícios e eleva a sua produtividade agrícola.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Bases de dados

Os dados serão obtidos a partir do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Censo do Ensino Superior do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Por isso, considera-se os anos de divulgação do Censo Agropecuário, 2006 e 2017, com foco no estado de Mato Grosso.

Primeiramente, o Censo Agropecuário é responsável por investigar as informações a respeito dos estabelecimentos agropecuários no Brasil. Cabe a esse Censo registrar as taxas de emprego no setor rural, que abrange lavoura, pecuária e agroindústria, além de analisar aspectos associados à produção agrícola, tais como: tamanho dos estabelecimentos, características das propriedades rurais, uso de adubos, uso de agrotóxicos, uso e nível de tecnologia das propriedades, inclusive as práticas agrícolas, dentre outros (IBGE, 2017).

A realização do Censo do Ensino Superior iniciou-se em 1916 com a primeira publicação do Anuário Estatístico do Brasil. Após 20 anos, foi publicado o segundo Anuário Estatístico do Brasil em 1936, contendo informações sobre o Ensino Superior brasileiro. Posteriormente a criação do IBGE em 1938, o Censo do Ensino Superior passou a ser anual a partir de 1939. Ainda, consiste é um levantamento responsável por reunir várias informações sobre a educação superior brasileira, incluindo dados sobre a criação de cursos nas diversas áreas do conhecimento (INEP, 2020).

##### 3.1.1. Descrição das Variáveis utilizadas no modelo

Em relação à medida de produtividade da terra, será utilizada uma medida de produtividade da terra parcial. Santos e Braga (2013) usaram medidas de produtividade parcial da terra semelhantes, assim pode ser definida uma produtividade parcial da terra de acordo com a seguinte equação:

$$P = \frac{\text{Valor Bruto da Produção}}{\text{Área explorada}} \quad (5)$$

O *Valor Bruto da Produção*, a soma de tudo o que foi produzido pela pecuária e agricultura, excluindo os valores referentes a agroindústria, é mil reais (R\$); e a *Área Explorada*, a área total utilizada para plantações e pastagens, sem considerar as áreas de reserva legal, lagos, rios e outros, está em hectares (ha). Deve-se observar que o valor bruto total, por estar mensurado em mil reais (R\$), foi deflacionado no período entre 2006 e 2017, isso ao considerar o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) (IBGE, 2020). Para este trabalho foi levado em conta o ano-base como sendo o ano de 2017, assim os preços referentes ao ano de 2006 foram ajustados em relação a inflação e convertidos a preços do ano de 2017, para que seja possível equiparar ambas a produtividades agropecuárias no período.

Os dados para a construção dessa variável serão obtidos a partir do Censo Agropecuário para os referidos anos. Como *inputs* da produtividade da terra, considera-se as seguintes variáveis: assistência técnica, mão de obra, número de tratores nos estabelecimentos agrícolas, pecuária e tipo de cultura, despesas agrícolas, escolaridade do produtor rural, baseada em variáveis usadas também por autores como Albuquerque (2020), Helfand, Magalhães e Rada (2015) e Freitas (2014). No entanto, neste trabalho, será analisado principalmente o efeito da educação superior, em forma de existência de um IES com curso agrícola e de capital humano com ensino superior.

A variável *assistência técnica rural pública* considera o apoio técnico nos âmbitos (municipal, estadual e federal) dado pelo governo ao produtor rural e a variável *escolaridade do produtor rural* mensura o conhecimento técnico que o produtor tem sobre a sua produção, além de ser um indicativo se o produtor rural tem ensino superior formal. O *número de tratores* representa o maquinário agrícola utilizado pelo produtor. Ademais, a *mão de obra* representa o total de trabalhadores presentes em cada estabelecimento agrícola e o *tipo de cultura* representa se o município possui alguma cultura permanente (café, laranja, etc) em seus estabelecimentos rurais. A *pecuária* indica uma razão entre o valor bruto da produção pecuária e o valor bruto da produção, a fim de identificar quais municípios têm a pecuária como principal força motriz de sua agropecuária, os valores foram ajustados de acordo com a inflação acumulada pelo INPC. Por último, as *despesas agrícolas* representam o total de insumos gastos na produção agrícola do município, ainda,

levou-se em conta os seguintes gastos agrícolas: adubos, corretivos, sementes, agrotóxicos, medicamentos, sal, rações, transporte e energia elétrica, cujo os valores foram deflacionados de acordo com a inflação acumulada pelo INPC.

Além disso, as variáveis de assistência técnica rural pública e escolaridade do produtor rural são *proxies* para representar o fator de capital humano. As variáveis de despesas agrícolas e número de tratores são para representar o fator de capital físico. Enfim, o número total de trabalhadores é uma *proxy* para representar o fator trabalho. Sendo assim, a combinação das *proxies* dos fatores de capital humano, capital físico e trabalho representam os insumos produtivos presentes na função de produção Cobb-Douglas, já apresentada na seção 2 deste trabalho. Para as variáveis de pecuária e tipo de cultura, ambas são apenas controles para o modelo a ser estimado, ou seja, não é parte de nenhum insumo produtivo e apenas buscam identificar se há algum efeito positivo ou negativo sobre a produtividade agropecuária dos municípios.

Em relação a variável que representa o *total de trabalhadores (Mdo)*, houve uma ponderação, sendo considerado igual peso 1 para homens e 0,75 para mulheres com base na pesquisa de Helfand, Magalhães e Rada (2015).

Tabela 1: Variáveis utilizadas no modelo de produtividade.

Variável	Identificador	Fonte	Descrição
Produtividade	P	Censo Agropecuário	Valor bruto total (mil reais) / área explorada (ha).
Quantidade de tratores	TRAC	Censo Agropecuário	Nº de tratores.
Despesas agrícolas	DESP	Censo Agropecuário	Valor somado de todas as despesas agrícolas de todas as fazendas do município.
Escolaridade do produtor rural	PRODES	Censo Agropecuário	Nº total de produtores com ES formais.
Existência de cursos superiores agrícolas	UNIAGR	INEP	Variável indicadora da existência de IES com ensino agrícola
Total de trabalhadores	MDO	Censo Agropecuário.	Nº total de pessoal ocupado ponderado.
Tipo de cultura permanente	PERM	Censo Agropecuário	Variável indicadora se há cultivo permanente
Assistência técnica rural pública	ASSIS	Censo Agropecuário	Nº de estabelecimento rurais com assistência técnica pública

Pecuária	PEC	Censo Agropecuário	Razão entre o valor bruto da pecuária / valor bruto total
Microrregiões	MICRO	IBGE	Indica as microrregiões onde cada cidade se localiza

Fonte: Elaboração própria (2020).

As Tabelas 2 e 3 mostram as análises descritivas para os anos de 2006 e 2017, respectivamente. A partir de ambas podemos fazer duas considerações: 1) refere-se sobre a quantidade de tratores, percebe-se que entre as Tabelas 2 e 3 houve um decréscimo na quantidade média de tratores que havia em cada município, tal diferença é um reflexo do aumento da potência dos tratores entre os anos de 2006 e 2017 (Anuário Estatístico de Mato Grosso, 2006, 2017), 2) a variável de interesse (Existência de cursos agrários) nota-se que houve evolução e um aumento nos valores, em virtude da expansão dos cursos agrários, uma vez que, entre 2006 e 2017, houve um aumento no número de cursos agrícolas, sendo que em 2006 havia 12 cursos agrários, já em 2017 passaram a ser 27 cursos agrários.

A produtividade agropecuária durante os períodos de 2006 e 2017 apresentou um aumento na média de 26,88%. Alguns fatores que possivelmente podem explicar esse aumento na média da produtividade agropecuária dos municípios entre os anos de 2006 e 2017: 1) houve uma expansão de cursos agrários no estado de Mato Grosso entre os anos de 2006 e 2017, aumentando a quantidade de capital humano presente no estado, 2) houve uma diversificação das culturas cultivadas no estado, sendo elas o café (cultura permanente) e o algodão (cultura temporária), 3) o uso de cultivares transgênicos, que são mais resistentes a pragas e fatores climáticos. Esse crescente uso de cultivares transgênicos com objetivo de melhorar a produtividade agropecuária e elevar a produção de *commodities* foi uma tendência em outros estados brasileiros (GALVÃO, 2014).

Tabela 2: Análise descritiva dos dados para o Mato Grosso, 2006.

Variáveis	Observações	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Produtividade	141	0.904	0.082	0.718	1.128
Tratores	141	9.368	1.987	4.248	13.478
Despesas agrícolas	141	15.627	1.743	11.696	21.012
Escolaridade do produtor rural	141	3.062	0.810	1.099	5.136
Existência de cursos agrícolas	141	0.056	0.232	0.000	1.000

Total de trabalhadores	141	7.573	0.776	5.112	9.066
Assistência técnica	141	3.718	1.458	0.000	6.217
Tipo de Cultura	141	0.900	0.300	0.000	1.000
Pecuária	141	0.915	0.093	0.587	1.000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 3: Análise descritiva dos dados para o Mato Grosso, 2017.

Variáveis	Observações	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Produtividade	141	0.977	0.075	0.750	1.134
Tratores	141	5.670	0.817	3.638	7.517
Despesas agrícolas	141	16.824	1.664	11.951	20.490
Escolaridade do produtor rural	141	4.206	0.696	2.303	6.014
Existência de cursos agrícolas	141	0.099	0.300	0.000	1.000
Total de trabalhadores	141	7.768	0.739	4.984	9.314
Assistência técnica	141	2.957	1.281	0.000	5.030
Tipo de Cultura	141	0.851	0.357	0.000	1.000
Pecuária	141	0.909	0.080	0.650	1.000

Fonte: Resultados da pesquisa.

No que se refere às despesas agrícolas, obteve-se um aumento na média de 7,65%, entre os anos analisados. Nesse viés, o aumento das despesas agrícola pode ser explicado pela maior demanda de insumos agrícolas, que visam garantir a melhor produtividade da terra possível, e, por fim, um crescimento na produção de grãos e carne. Além de ter ocorrido um aumento da inflação no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017, o INPC teve um aumento de 95,13% e esse aumento contribuiu para inflar as despesas (IBGE, 2020).

A escolaridade do produtor rural é uma proxy para educação superior formal. Assim, para o ano de 2006, notou-se que na média, 3,06 estabelecimentos rurais por município tinham o seu gestor com uma formação de ensino superior; enquanto que, para 2017, foi de 4,20, dado que houve um crescimento de 37,36% no período analisado. Isso apresenta um claro indício que o aumento no número de cursos agrários em Mato Grosso, durante esse período, pode ter contribuído positivamente para aumentar a escolaridade formal dos produtores rurais de Mato Grosso. Dessa maneira, a proxy deve ter um valor positivo no modelo, visto que o fato do produtor rural ter curso superior é um indicativo de alta escolaridade e é benéfico para a produtividade agropecuária. Outros trabalhos já citados, como Capdeville (1991), Huffman (2009) e Davis et al. (2012), ressaltam a importância do ensino agrícola para melhoria na produtividade agropecuária, através do desenvolvimento de novas

pesquisas, formação de capital humano e aplicação da tecnologia desenvolvidas nas universidades no campo.

O total de trabalhadores teve um ligeiro aumento de 2,57%, durante tal período em Mato Grosso. Apesar de ter havido uma evolução na potência dos tratores usados em 2017, o fato de ter-se aberto novas áreas de plantio, além de uma expansão na criação de gado em pastagens, ocasiona a necessidade de mais trabalhadores para esses fins. Além disso, o aumento, segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2020), foi causado pela expansão agropecuária sofrida no período e que trouxe um novo perfil de trabalhadores especializados, a nível técnico, capaz de operar os equipamentos agrícolas modernos presentes na maioria dos estabelecimentos agrícolas.

Ainda, a assistência técnica rural pública teve uma grande queda na média, sendo que, em 2006, havia, em média, 3,71 estabelecimentos rurais assistidos pela assistência técnica em cada município; enquanto que, em 2017, houve em média 2,95 estabelecimentos rurais atendidos por essa assistência. Essa redução, entre os anos de 2006 e 2017, mostrou uma variação de 20,46% na assistência técnica pública, a qual se destina aos pequenos produtores e à agricultura familiar, não mais para grandes produtores de *commodities*. Assim, cabe a Secretaria de Estado de Agricultura Familiar-SEAF e a EMPAER apoiar os pequenos produtores com cursos e novos treinamentos, além de disseminar as novas tecnologias aos produtores. Independente da redução no número médio de estabelecimentos rurais atendidos pela assistência técnica entre os anos de 2006 e 2017, houveram alguns avanços nesse período. Uma vez que novas culturas, como a citricultura e o café, foram implantadas no estado, através da EMPAER, e destinadas aos agricultores familiares (EMPAER, 2020).

Aliás, esse tipo de cultura aponta que o município possui alguma cultura permanente. Desse modo, para o ano de 2006, notou-se que em média 0,9 ou 90% dos municípios possuíam alguma cultura permanente, já para o ano de 2017 houve em média 0,857 ou 85,7% dos municípios. Assim, no período analisado, ocorreu uma redução de 5,44% nos municípios que possuíam tal cultura, o que se deve muito a expansão de plantio de *commodities* agrícolas por todo estado. No entanto, novas culturas temporárias tiveram crescimento, principalmente o café. Desde 2010, o café

vem crescendo a produção no estado, destacando-se o café arábica e canéfora, sobretudo com apoio técnico e logístico da EMPAER-MT.

Em síntese, na pecuária sucedeu uma ligeira redução de 0,65%. Isso significa que no ano de 2006, em média, 0,915 ou 91,5% dos municípios do estado tinham a pecuária como uma importante fonte de renda, e, no ano de 2017, foram em média, 0.909 ou 90,9% dos municípios. A pecuária mato-grossense concentra-se em regiões de difícil plantio agrícola (regiões norte, noroeste, oeste e sudoeste de Mato Grosso) e, apesar da redução, nos municípios onde é importante como fonte de renda, houve, no decorrer da década de 2010, uma expansão de consumo de carne no Brasil e no exterior, principalmente na China (CONTINI, 2014). Conclui-se que a pecuária em Mato Grosso exerce um papel importante sobre a economia de diversos municípios de Mato Grosso e é uma importante fonte de renda para o estado.

### **3.2 Análise exploratória de dados espaciais**

A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) é uma maneira de analisar fenômenos que se manifestam espacialmente, com base em índices, sem ter que necessariamente utilizar um modelo econométrico. Logo, é uma análise preliminar que permite obter informações a respeito dos dados que estão sendo analisados de maneira rápida, considerando a autocorrelação espacial e a heterogeneidade. Para isso, usa-se alguns índices como I de Moran, c de Geary, G de Getis-Ord, Indicador Local de Associação Espacial (LISA), entre outros (ALMEIDA, 2012).

Além disso, uma maneira de captar a autocorrelação espacial é o uso de matrizes de ponderação, que são matrizes quadradas que busca mostrar a relação entre os arranjos espaciais de um fenômeno a ser estudado. Então, cada conexão entre duas regiões distintas é representada por uma célula dentro da matriz de ponderação a qual contém o peso espacial ( $w_{ij}$ ), sendo que pelos pesos espaciais a região j tem algum grau de influência sobre a região i (ALMEIDA, 2012).

Outra questão é que grau de proximidade das regiões pode ser dado pela contiguidade, sendo possível adotar um sistema binário. Nesse sentido, seguindo a primeira Lei da Geografia, supõe-se que se uma região compartilha uma fronteira com

a outra, há maior possibilidade de interação. Assim, usa-se a seguinte equação (6) para saber se há contiguidade (LESAGE,1998):

$$w_{ij} = \{1 \text{ se } i \text{ e } j \text{ são contíguas}; 0 \text{ se } i \text{ e } j \text{ não contíguas}\} \quad (6)$$

De acordo com Lesage (1998), existem alguns tipos de contiguidade que servem para definir a relação entre as fronteiras, como: contiguidade linear, contiguidade da rainha, contiguidade de bispo, contiguidade de torre e a dupla contiguidade linear. Mesmo que haja cinco tipos de contiguidade, apenas três são mais utilizadas: torre, bispo e rainha.

A ideia de contiguidade baseia-se em um tabuleiro de xadrez. Seguindo movimentos semelhantes ao jogo, tem-se as contiguidades de torre, bispo e rainha. A contiguidade de torre (*Rook*) ocorre apenas quando as fronteiras físicas de um espaço são diferentes de zero, não levando em consideração os vértices das fronteiras. A contiguidade de bispo (*Bishop*) leva em conta apenas os vértices. Por fim, a contiguidade de rainha (*Queen*) considera as fronteiras físicas e os vértices, sendo uma das contiguidades mais usadas na literatura de AEDE. Em virtude do maior contato entre as unidades espaciais, mostra que a contiguidade de rainha é predominante para detectar a correlação espacial<sup>5</sup> (ALMEIDA,2012).

Com a matriz de ponderação espacial, pode-se calcular o índice global de Moran, que tem como objetivo testar se há autocorrelação espacial global entre as observações que possuem algum grau de interação espacial de acordo com a matriz de ponderação ( $w$ ). A partir disso, o índice pode ser definido pela seguinte equação:

$$I = \frac{n}{W} \left[ \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} Z_i Z_j}{\sum_{i=1}^n Z_i^2} \right] \quad (7)$$

---

<sup>5</sup> O uso de contiguidade “rainha” foi usado também em estudos agrícolas por Colle et al. (2017) para efeitos de transbordamento no Rio Grande do Sul e por Alcântara Filho et al. (2008), por uma análise espacial do Censo Agropecuário entre 1996 a 2006.

Em que  $n$  denota o número de regiões;  $W$  corresponde a soma dos ponderados da matriz,  $w_{ij}$  representa o elemento dentro da matriz para o par, bem como  $i$  e  $j$ ,  $z_i$  e  $z_j$  são os desvios da variável de interesse em relação à média (ALMEIDA,2012).

De acordo com Almeida (2012), o índice de Moran utiliza dois tipos de contiguidade, para ser calculado: rainha e torre. Ainda, esse índice fornece três informações: a significância estatística, a dependência espacial e a autocorrelação (positiva ou negativa). A primeira remete a dizer se os dados estão distribuídos aleatoriamente ou não. Já a segunda é se o sinal do índice corresponde ou se há correlação positiva ou negativa. Por último, a terceira, a autocorrelação positiva indica similaridade entre as regiões, um valor positivo cercado de regiões positivas, já a negativa indica dissimilaridade, ou seja, uma região com valor positivo cercada de valores negativos, sendo que esses valores são para o atributo estudado. Então, o índice de Moran tenta encontrar a dependência espacial significativa nas variáveis dependentes das regressões (ALMEIDA, 2012).

Entretanto, a análise global não é eficaz para analisar as distorções da dependência espacial, mesmo que tenha resultados significativos estatisticamente. Com intuito de resolver tal problema, Anselin(1995) propôs uma alternativa usando o índice de Moran, o chamado Indicador Local de Associação Espacial (LISA) cujo intuito é verificar a autocorrelação espacial local, utilizando o índice de Moran para identificar padrões locais de autocorrelação espacial estatisticamente significativos.

O indicador LISA, também conhecido como “LISA MAP”, utiliza um mapa que faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação nas contribuições locais para cada observação e se divide em 4 grupos (ANSELIN,1995):

- a) Alto-Alto (AA): uma região de alta produtividade cercada de regiões que possuem alta produtividade;
- b) Alto-Baixo (AB): uma região de alta produtividade cercada de regiões de baixa produtividade;
- c) Baixo-Alto (BA): uma região de baixa produtividade cercada de regiões de alta produtividade;
- d) Baixo-Baixo (BB): uma região de baixa produtividade cercada de regiões de baixa produtividade.

O coeficiente do LISA relacionado ao índice de Moran para a região  $i$  pode ser escrito como:

$$I_i = Z_i \sum_{\substack{j=1 \\ \neq i}}^n W_{ij} Z_j, \text{ para } i \quad (8)$$

Acima, o  $I_i$  representa o indicador LISA e abrange toda a região observada para  $i$ . Aliás, o  $I_i$  é dado pelo somatório de todos os indicadores locais e deve ser igual ao indicador global correspondente, tendo em mente um fator de proporcionalidade. Por fim, o índice de Moran local também pode ser analisado de maneira bivariada, sendo importante para a análise, já que permite verificar se há autocorrelação espacial entre a existência de universidades e a produtividade agrícola (ANSELIN, 1995).

### 3.3. Modelo de efeitos fixos com defasagem espacial

A produtividade agropecuária, pode ser explicada por meio do uso de modelagem econométrica espacial que está atrelado ao fato de que uma estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) convencional poderá acarretar viés e/ou ineficiência, em virtude da presença do efeito de vizinhança sobre as variáveis explicativas. Conseqüentemente, sem considerar os efeitos espaciais, tem-se:

$$P_{it} = \beta_0 + X_{it}\gamma + \beta_1(UNIAGR_{it}) + \beta_2(UNIAGR_{it}ANO2_{it}) + \delta_t + e_{it} \quad (9)$$

Em que  $UNIAGR_{it}$  representa a presença de universidade com curso de ciências agrárias no  $i$ -ésimo município, em  $t$ ,  $X_{it}$  refere-se as variáveis de insumo do modelo de produção, sendo utilizada a forma logarítmica  $\delta_t$ , a qual demonstra os efeitos fixos de tempo e  $e_{it}$  apresenta os fatores não observados;  $\beta_1$  é o coeficiente que indica o impacto na produtividade caso o município tenha oferta de cursos agrários;  $\beta_2$  é o coeficiente que retrata o impacto na produtividade quando há cursos agrários em uma IES, enquanto que a *dummy*  $ANO2_{it}$  representa o ano de 2017; a variável  $P_{it}$ , que equivale a *produtividade*, corresponde a forma logarítmica acima.

Por fim, será utilizado uma análise de modelo de dados em painel, com efeito fixo e com a presença do efeito defasagem, encontrado no Modelo Regressivo Cruzado Espacial (do inglês, *Spatial lag X*), também conhecido como Modelo SLX, que permitirá analisar a variação dos anos de 2006 e 2017 e identificar se a presença de universidade com cursos agrícolas foi significativa para a produtividade agrícola do estado. O fato de usar efeitos fixos no painel remete a ideia de que cada cidade tem uma especificidade única a qual pode afetar a produtividade agrícola. É relevante frisar que o modelo apresentado na equação 10 é tido como parcimonioso em termos da quantidade de coeficientes a serem estimados, uma vez que se utiliza a forma logarítmica nas variáveis, isso possibilita evitar uma possível multicolinearidade, muitas vezes, presente em outros modelos que contenham outras formas funcionais como a translog.

$$P_{it} = \alpha_i + X_{it}\gamma + \beta_1 UNIAGR_{it} + (\beta_2 + \rho W)UNIAGR_{it} + (\beta_3 + \rho W)(UNIAGR_{it}ANO2_{it}) + WX_{it}\theta + \beta_4 ANO2_{it} + \delta_t + e_{it} \quad (10)$$

Em que  $\alpha_i$  é o termo que captura os efeitos fixos de município (invariante ao tempo);  $X_{it}$  refere-se as variáveis de insumo do modelo de produção, apresentadas na forma logarítmica;  $UNIAGR_{it}$  representa a presença de universidade no  $i$ -ésimo município, em  $t$ ;  $\delta_t$  indica os efeitos fixos de tempo;  $W$  demonstra a matriz quadrada de ordem 141x141 referente aos municípios de Mato Grosso;  $\rho$  representa o efeito defasado espacialmente de  $UNIAGR_{it}$ ; a variável *dummy*  $ANO2_{it}$  significa o ano de 2017;  $\beta_1$  é o coeficiente que aponta o impacto na produtividade, quando há cursos agrários em uma IES;  $\beta_2$  é o coeficiente que retrata o impacto na produtividade de um município vizinho, se aumenta ou diminui, quando há cursos agrários em uma IES;  $\beta_3$  evidencia o quanto a defasagem da *dummy*  $UNIAGR_{it}$  para o ano de 2017, afeta na produtividade de um município vizinho,  $\beta_4$  refere-se ao efeito do ano de 2017 na produtividade, a variável  $P_{it}$ , que representa a *produtividade*, está apresentada nessa forma logarítmica.

Ora, é importante lembrar que os modelos propostos (MQO e Modelo de Efeitos Fixos com defasagem espacial) terão os seus erros corrigidos por *cluster* de microrregiões do estado de Mato Grosso. De acordo com Abadie et al. (2017), a

correção desses erros por *clusters* é importante, pois algumas observações podem estar aglutinadas e, como consequência, os fatores não observados, presentes nos termos de erro, também estarão. Sendo assim, a correção contribui para o ajustamento do modelo, dado que, ao incluir os erros agrupados, evita-se distorções nas estimativas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção está dividida em três subseções: a primeira apresenta a distribuição espacial dos cursos de ciências agrárias e da produtividade agrícola. A segunda apresenta os resultados da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Por fim, a terceira, apresenta os resultados dos modelos econométricos que captam o efeito local, o transbordamento e os efeitos fixos, respectivamente.

### 4.1 Distribuição espacial dos cursos de ciências agrárias e da produtividade agropecuária

Segundo os dados das três universidades públicas presentes no Mato Grosso (UFMT, UNEMAT e IFMT) e as informações presentes nos planos políticos-pedagógicos dos cursos de ciências agrárias, nos anos de 1990, apenas a capital do estado, Cuiabá, possuía um núcleo forte de ciências agrárias, contendo os cursos de Agronomia, Engenharia Florestal e Medicina Veterinária. No entanto, nos anos 2000, houve uma explosão de cursos agrários em todo o estado do Mato Grosso. Por conseguinte, foram abertos 16 novos cursos de ciências agrárias (Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia Agrícola e Ambiental, Medicina Veterinária e Zootecnia) em 10 cidades do estado. Enquanto nos anos de 2010, foram criados mais 8 cursos de ciências agrárias, dentre esses, 4 cursos foram criados em cidades que não havia a presença de nenhum curso de ciências agrárias. Dessa forma, até o ano de 2017, tinham sido criados 27 cursos agrícolas em 15 cidades do estado de Mato Grosso (UFMT, 2020; UNEMAT, 2020; IFMT, 2020). Na Tabela 4, são apresentados os 15 municípios com a presença de uma IES pública, até o ano de 2017, e o total de cursos.

Tabela 4: Municípios, cursos e ano de criação até 2017.

Cidade	Curso	Ano de criação
<b>Alta Floresta</b>	Agronomia	2001
	Engenharia Florestal	2001
	Zootecnia	2016
<b>Barra do Garças</b>	Agronomia	2009
<b>Cáceres</b>	Agronomia	2001

	Engenharia Florestal	2010
<b>Campo Novo Parecis</b>	Agronomia	2009
<b>Campo Verde</b>	Agronomia	2011
	Zootecnia	2008
<b>Confresa</b>	Agronomia	2010
<b>Cuiabá</b>	Agronomia	1975
	Engenharia Florestal	1975
	Medicina Veterinária	1991
	Zootecnia	2010
<b>Guarantã do Norte</b>	Zootecnia	2017
<b>Nova Mutum</b>	Agronomia	2014
<b>Nova Xavantina</b>	Agronomia	2006
<b>Pontes e Lacerda</b>	Zootecnia	2001
<b>Rondonópolis</b>	Zootecnia	2001
	Engenharia agrícola e ambiental	2006
<b>Sinop</b>	Agronomia	2006
	Medicina Veterinária	2006
	Zootecnia	2006
	Engenharia Florestal	2006
	Engenharia agrícola e ambiental	2009
<b>Sorriso</b>	Agronomia	2015
<b>Tangará da Serra</b>	Agronomia	2001

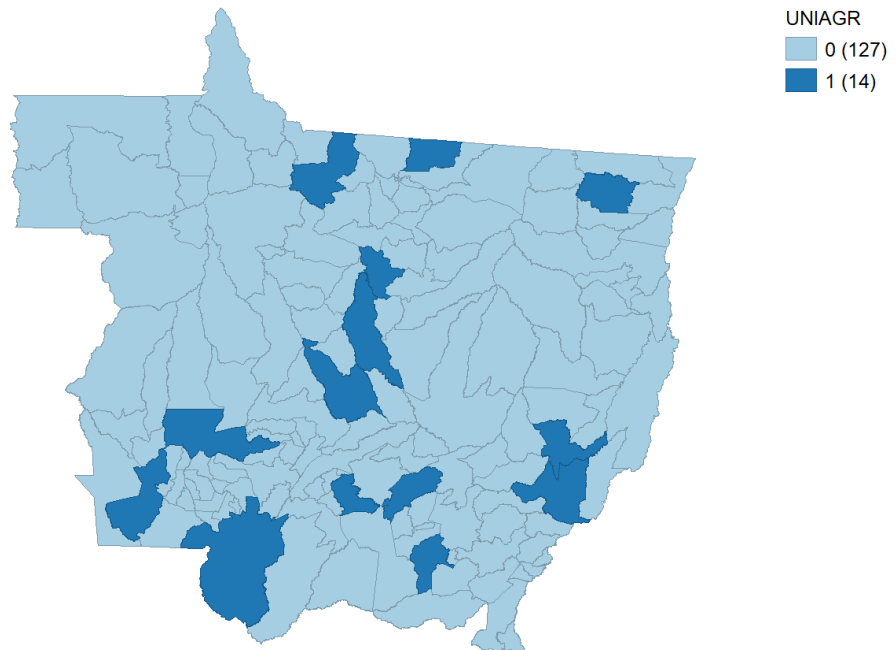
Fonte: Resultados da pesquisa.

Dos 27 cursos descritos na Tabela 4, há 12 cursos de agronomia ,7 cursos de zootecnia, 4 cursos de engenharia florestal, 2 cursos de Medicina Veterinária e 2 cursos de Engenharia Agrícola e Ambiental. Assim, nota-se que agronomia é o curso mais presente em Mato Grosso, isso é em virtude da quantidade de áreas agrícolas plantadas no estado.

Com intuito de mostrar a distribuição espacial dos cursos de ciências agrárias em instituições de ensino superior pública (IES) no Mato Grosso, a seguir, na Figura 1, são apresentados os 15 municípios, em azul-escuro (simbolizado na legenda com o número 1), que contém a presença de pelo menos um curso da área de agrárias. Além disso, na Figura 2, é possível notar a distribuição de cidades onde existem cursos com mais de 10 anos e cidades nas quais contém cursos entre os 5 e 10 anos de fundação. Em suma, é possível observar que há uma evolução na distribuição espacial de cursos de ciências agrárias pelo estado do Mato Grosso, o que contribui para o desenvolvimento agrícola do estado. Ainda, é interessante notar que há cursos

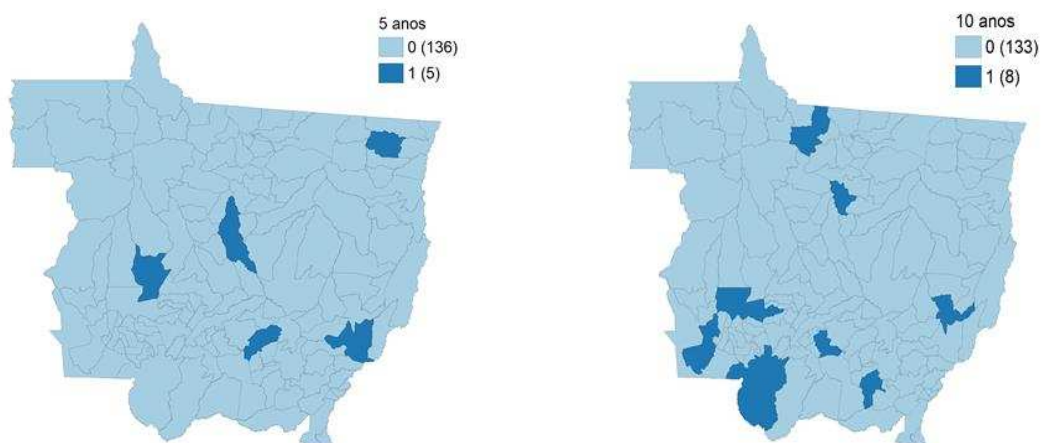
com menos de cinco anos de existência, por exemplo: Agronomia (nas cidades de Sorriso e Nova Mutum) e Zootecnia (Guarantã do Norte).

Figura 1: Distribuição espacial da existência de cursos de Ciências Agrárias de nível superior em Mato Grosso, 2017.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 2: Distribuição espacial dos cursos de Ciências Agrárias de nível superior entre 5 e 10 anos de existências e com mais de 10 anos de existência em 2017.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Esse aumento de cursos de ciências agrárias entre as décadas de 2000 e 2010, trouxe alguns benefícios para as cidades que tiveram a implantação desses cursos,

na forma de projetos de extensão (efeito de transbordamento), os quais visam melhorar a produtividade agrícola dessas cidades e da região ao entorno. Ademais, os principais projetos oriundos desses cursos foram os seguintes: AgriSciences, Clínica de Diagnóstico de plantas, o Laboratório de Agricultura de precisão e mecanização agrícola (LAPMEC) e Análises Microbiológicas: do campo ao laboratório, todos esses projetos são pertencentes a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Em relação aos projetos oriundos da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), surgiram o MThorticultura e Laboratório de análise de solos, adubos e foliar (LASAF).

No que concerne aos projetos da extensão, destacam-se AgriScience, Clínica de Diagnóstico de Plantas, Laboratório de Análise de Solos, Adubos e Foliar (LASAF), MThorticultura e Análises Microbiológicas: do campo ao laboratório. Aliás, o AgriSciences foi criado no campus da UFMT/SINOP e o objetivo é oferecer um portfólio de serviços ao produtor rural, visando um aumento de produtividade. Inclusive, tais serviços são de: Solos, Fitotecnia, Produção Animal, Manejo Florestal, Administração Rural, Tecnologia da Informação, Modelagem Computacional, Agricultura de precisão e Biodiversidade e Bioprospecção. Nesse sentido, o projeto destina-se basicamente a grandes produtores de *commodities* agrícolas, como soja, milho, algodão e outros. Ainda, isso conta com o apoio da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em caráter científico e da Empresa mato-grossense de pesquisa, assistência e extensão rural (EMPAER) com caráter de apoio técnico.

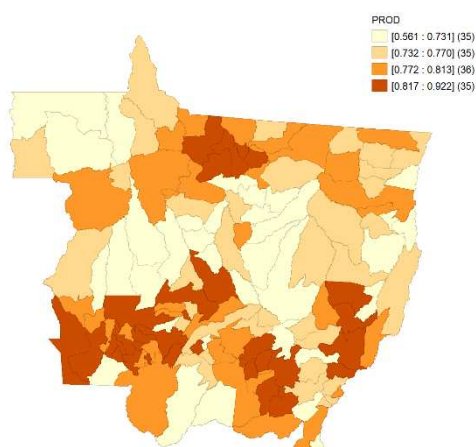
A Clínica de Diagnóstico de Doenças de Plantas, que se localiza no campus da UFMT/Sinop, e o Laboratório de Análise de Solos, Adubos e Foliar (LASAF) situada no campus UNEMAT/Alta Floresta, têm o simples objetivo de analisar a folhagem de plantações na busca de identificar doenças. Logo, é importante para localizar focos de doenças como: Helicoperva Armigera e a Ferrugem Asiática, que segundo o Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso – INDEA (2020), são as principais doenças que afetam as plantações em Mato Grosso. O LASAF, ainda, realiza análises de solos e adubos com objetivo de melhorar as condições de plantio.

O MThorticultura (2020) e o Análises Microbiológicas: do campo ao laboratório visam melhorar a produtividade agrícola de agricultores familiares. O primeiro tem a sua sede principal no campus da UNEMAT/Tangará da Serra e atua em outros *campi*

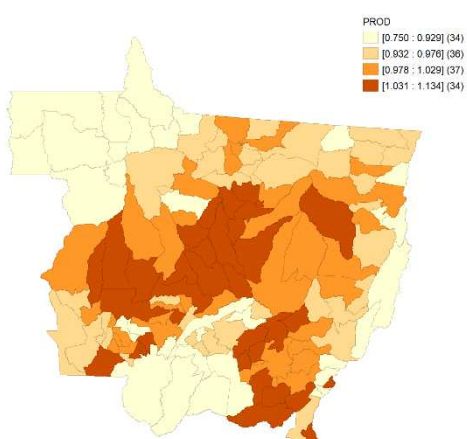
da UNEMAT por todo o estado de Mato Grosso. Esse projeto tem como objetivo reduzir a dependência de importação de frutas e hortaliças de outros estados e tem como intuito desenvolver as seguintes áreas: Fruticultura, Olericultura, Floricultura, Entomologia, Fitopatologia e Fitotecnia. Com apoio da EMPAER, distribui apoio técnico aos agricultores familiares, através dos seguintes serviços: diagnóstico de doenças em plantas, orientações sobre plantio, clínica sobre insetos e serviços contábeis e fiscais. Enfim, já o projeto de Análises Microbiológicas: do campo ao laboratório oferece suporte técnico aos produtores da Baixada Cuiabá, visto que o projeto é oriundo da UFMT/Cuiabá.

Antes de mostrar a relação entre a existência de cursos de ciências agrárias e o transbordamento gerado pelos mesmos, é interessante apresentar a produtividade agrícola dos municípios do Mato Grosso, em 2017 e 2006, além de ver como a produtividade dessas cidades mudou ao longo de uma década. Na Figura 3, é indicada a produtividade agropecuária para os municípios de Mato Grosso em 2006 (A) e para 2017 (B).

Figura 3: Distribuição espacial da Produtividade Agropecuária para 2006 (A) e 2017 (B).



(A)



(B)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota-se que houve muitas mudanças no indicador de produtividade agrícola entre 2006 e 2017, pois o indicador de produtividade usado neste trabalho foi a razão entre o Valor Bruto Total (tudo o que foi produzido pela agricultura e pecuária) e Área Explorada (áreas totais de pastos e plantações). Primeiramente, para o ano de 2006, percebe-se a formação de quatro grandes *clusters* de produtividade agrícola elevada, sendo que os municípios pertencentes, no geral, estão no 1º quartil. Aliás, em todos esses *clusters*, há pelo menos 1 município com uma IES com curso agrário, de acordo com a tabela 2 e a Figura 1, acima. Assim, os municípios com curso agrário pertencentes aos *clusters* são: Alta Floresta, Pontes e Lacerda, Tangará da Serra, Rondonópolis e Nova Xavantina. Ainda, nessa região, menos o município de Tangará da Serra, que tem a cana de açúcar como principal fonte econômica, há um predomínio muito forte de pecuária. Em Rondonópolis, o cultivo da soja e milho são

as principais culturas e, por fim, em Nova Xavantina, o milho e a pecuária marcam a questão econômica da cidade (IBGE, 2006). Além disso, há cursos fundados em 2006 (Sinop) que ainda não contribuíram para a formação do estoque de capital humano, o que não possibilita atingir um valor alto de produtividade agrícola, visto que o município está no 3º quartil. Em suma, os municípios que estão no 3º e 4º quartil são aqueles de baixa produtividade e que não possuem uma IES com cursos agrários próximo a seus municípios.

Ao considerar o ano de 2017, notou-se que houve um forte crescimento da agropecuária em todo o estado, com o aumento de outras culturas que não tinham destaque em 2006, culturas como o algodão herbáceo e café (IBGE, 2017). Em relação a cidades do 1º quartil, a maioria possui cursos agrários em uma IES e tem a soja, o milho, o algodão, a cana de açúcar e a pecuária como principais produtos, as principais cidades são Sinop, Nova Mutum, Sorriso, Tangará, Campo Novo do Parecis e Rondonópolis.

As cidades que compõem o 2º quartil são cidades próximas do 1º quartil que, em geral, têm uma economia baseada no agronegócio, sobretudo plantações de soja, milho e pecuária. A surpresa é que cidades do 3º quartil, como Barra do Garças, Alta Floresta e Nova Xavantina, tem uma IES com cursos agrários, todavia, a economia dessas cidades baseia-se mais em serviços do que propriamente o agronegócio, dado a baixa produtividade. Por fim, as cidades do 4º quartil não possuem uma produção agrícola (muitas vezes, agricultura familiar ou subsistência) forte em razão de características naturais ou dificuldades logísticas (noroeste de Mato Grosso) (DNIT,2020). Entretanto, recentemente algumas cidades tanto do 3º e 4º quartis tem o café como uma das principais fontes de renda dos municípios, exemplo disso são as cidades de Carlinda (3º quartil) e Colniza (4º quartil).

A fim de verificar a autocorrelação espacial presente nos municípios, foi utilizado o índice global de Moran. Visto que na realização do AEDE é necessário definir a matriz que melhor representa a autocorrelação espacial. Assim, na tabela 5, apresentam-se os valores do índice I de Moran para diferentes tipos de matrizes de ponderação:

Tabela 5: Índice de Moran para a existência de universidades com cursos agrários.

Matrizes	2006	2017
Rainha	0,066***	0,133***
Distância euclidiana	0,096***	0,053***

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\* estatisticamente significativos a 1%.

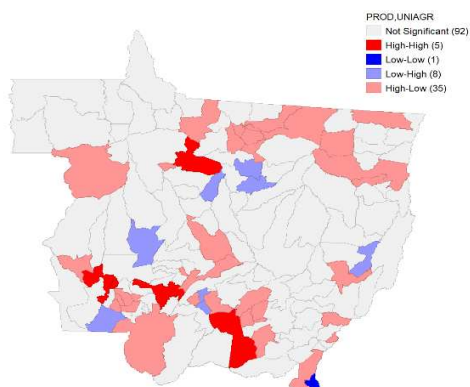
Os resultados da tabela 5 evidenciam que há autocorrelação espacial entre os municípios do estado a 1% de significância. Nota-se, também, que a autocorrelação espacial é positiva, já que há uma similaridade entre os municípios. Por fim, ambas as matrizes indicam um índice global de Moran positivo, assim, a autocorrelação entre os municípios segue esse mesmo sentido.

Dessa maneira, com base nos resultados obtidos pela Tabela 5, observou-se que a convenção de “Rainha” obtém os maiores valores no índice de Moran, sendo assim a escolhida para realizar a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Uma vez que a convenção de “Rainha” demonstra ter uma autocorrelação espacial positiva entre os municípios, maior que a Distância Euclidiana. Por fim, a contiguidade de Rainha também é preferível frente a outras contiguidades, autores como Colle et al. (2017) e Alcântara Filho et al. (2008) também utilizam a contiguidade de Rainha em seus estudos.

#### **4.2. Análise Exploratória de Dados Espaciais.**

Com objetivo de mostrar o padrão de dependência espacial presente nos municípios, nas Figuras 4 a 9, verifica-se a relação estatisticamente significativa entre uma alta produtividade agrícola e os cursos de ensino superior agrícola. Desse modo, espera-se encontrar um padrão Alto-Alto (AA) que indique um município com alta produtividade agropecuária próximo a um município com a presença de pelo menos uma IES pública com curso de ensino superior agrícola. Na Figura 5, é possível observar a associação espacial para o ano de 2006 enotar padrões AA, AB (Alto-Baixo) e BA (Baixa-Alta).

Figura 4- Produtividade agropecuária versus a existência de cursos de ciências agrárias, 2006



Fonte: Resultados da pesquisa.

Além disso, constata-se que para o ano de 2006, cinco municípios apresentaram padrão Alto-Alto (AA), 35 municípios apresentaram padrão Alto-Baixo (AB), oito municípios apresentaram padrão Baixo-Alto (BA) e 1 cidade apresentou padrão Baixo-Baixo (BB).

Para o padrão Alto-Alto (AA), é necessário existir pelo menos dois municípios fronteiriços com a presença de uma IES com curso agrário, além do município apresentar alta produtividade. Os municípios que compõe o padrão Alto-Alto (AA) são: Conquista D'Oeste, Vale de São Domingos, Tabaporã, Barra do Bugres e Santo Antônio de Leverger. Desses cinco, os três últimos, sendo que os dois primeiros são importantes centros de criação de gado, enquanto a terceira é uma importante produtora de cana de açúcar no estado de Mato Grosso. É relevante frisar que Conquista D'Oeste tem uma produção de milho e soja considerável e Vale de São Domingos tem a pecuária como produtos principais do agronegócio (IBGE, 2006).

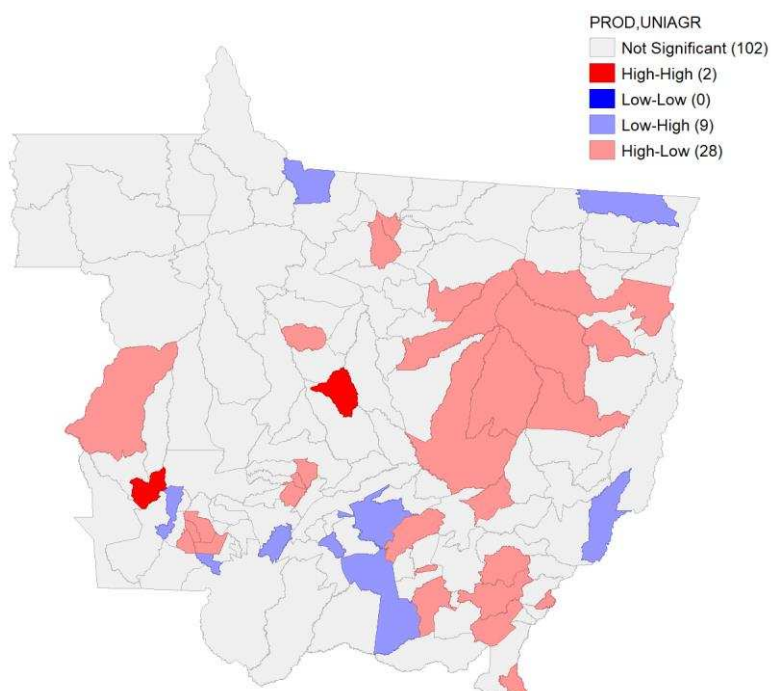
O padrão Alto-Baixo (AB) possui 35 municípios com alta produtividade, mas sem a presença de uma IES com curso agrário em pelo menos 2 municípios. Desses 35 municípios, pode-se se dividir em duas categorias, sendo os primeiros municípios com forte presença da agricultura, tais como: Nova Mutum, Rondonópolis, Campo Verde e Dom Aquino. Enquanto o segundo grupo é formado por municípios que apresentam a pecuária como principal fonte de renda, tendo como exemplo as cidades de Cáceres, Juína, Alta Floresta, Matupá e Colíder (IBGE, 2006).

Para o padrão Baixo-Alto (BA), o mesmo envolve oito municípios . que são de baixa produtividade agropecuária. Os representantes desse padrão são: Cláudia,

Santa Carmem, Ipiranga do Norte, Campo Novo do Parecis, Porto Espiridião, Acorizal, Várzea Grande e Nova Nazaré. Os quatro primeiros municípios tinham em 2006 uma produção agrícola pequena e dedicavam-se a outras atividades econômicas, enquanto que nos 4 últimos municípios a produção agrícola era em suma de agricultura familiar e algumas criações de animais.

Por fim, o padrão Baixo-Baixo (BB) possui apenas 1 representante que é a cidade de Alto Taquari, cuja produtividade agropecuária é baixa e a cidade dedica-se a outras atividades econômicas, tais como comércio e serviços. Ainda, é um entreposto comercial entre os estados de Mato Grosso do Sul e Goiás, bem como recebe um grande fluxo de pessoas e capitais financeiros. Assim, as atividades são ligadas diretamente ao plantio não a cidade.

Figura 5- Produtividade agropecuária versus a existência de cursos de ciências agrárias, 2017.



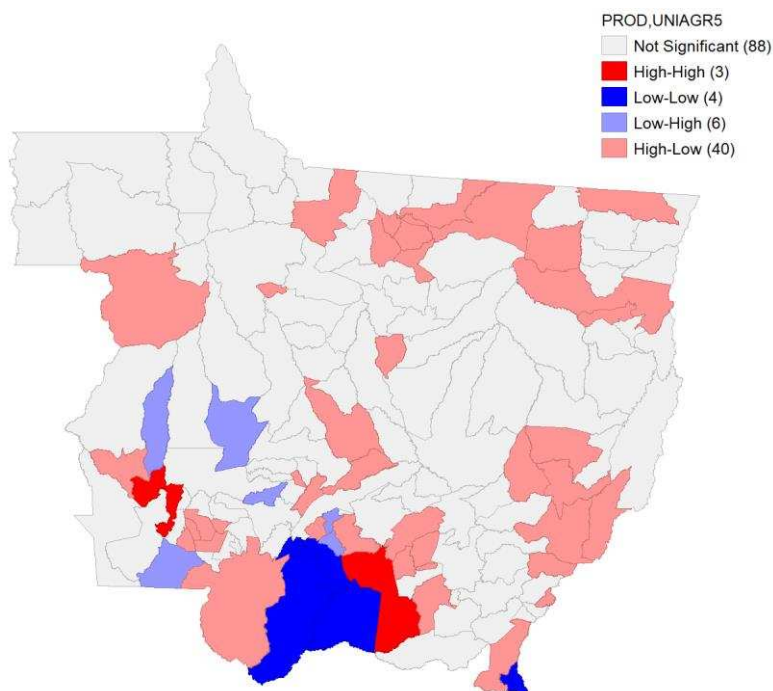
Fonte: Resultados da pesquisa.

Identifica-se que para o ano de 2017, 2 cidades mostraram padrão Alto-Alto (AA); 28 cidades apresentaram padrão Alto-Baixo (AB) e 9 cidades indicaram padrão Baixo-Alto (BA).

Os municípios ligados ao padrão espacial Alto-Alto (AA) têm alta produtividade e possuem pelo menos 2 municípios vizinhos com a presença de uma IES com curso agrário e são as seguintes: Lucas do Rio Verde e Conquista D'Oeste. A primeira é uma das maiores produtoras de soja e milho no estado de Mato Grosso, enquanto a segunda, Conquista D'Oeste, é uma cidade com forte presença da pecuária e da agricultura com plantio de soja e milho (IBGE, 2017).

Para o padrão Alto-Baixo (BA), há 28 cidades dentro desse padrão. Tais cidades tem uma alta produtividade, entretanto, não possuem nem mesmo 2 municípios vizinhos com cursos agrários e as principais cidades desse grupo são: Paranatinga, Comodoro, Querência, Gaúcha do Norte, Feliz Natal, Rondonópolis, Campo Verde, Itanhangá, União do Sul, Colíder e outras cidades. Dentre os municípios citados, apenas Colíder e Itanhangá tem a sua economia fortemente associada à pecuária, enquanto os outros municípios são ligados à agricultura.

Para o padrão Baixo-Alto (BA), que são os municípios com baixa produtividade e os quais têm vizinhos próximos com alta produtividades, há 9 cidades que se encaixam nesse padrão, elas são: Vale de São Domingos, Santo Antônio de Leverger, Glória D'Oeste, Porto Estrela, Chapada dos Guimarães, Araguaiana, Várzea Grande, Paranaíta e Vila Rica. Tais municípios dispõem de uma produtividade baixa devido ao fato de não terem pecuária extensiva ou agricultura de *commodities*, contudo, Santo Antônio de Leverger e Chapada dos Guimarães possuem uma relação mais forte com o setor agropecuário, porém, o setor de turismo é forte e, por isso, se sobressai economicamente (IBGE, 2017).



Fonte: Resultados da pesquisa.

Para os cursos com pelo menos 5 anos de existência em 2006, nota-se que há três municípios com padrão Alto-Alto (AA), são os seguintes: Vale de São Domingos, Conquista D'Oeste e Santo Antônio de Leverger. Para todos esses municípios, observa-se que há pelo menos dois municípios vizinhos com cursos de ciências agrárias em uma IES. Para os municípios de Conquista D'Oeste e Vale de São Domingos, destacam-se a criação de gado em ambos os municípios e a produção de soja e milho para Conquista D'Oeste, conforme o IBGE (2006). Ademais, é importante reparar que o curso de Zootecnia em Pontes e Lacerda possui muitos estudos sobre ruminantes, aves e suínos (UNEMAT, 2020), o que contribui para a formação de um estoque de capital humano, o qual pode influenciar nas altas produtividade agrícolas dos municípios de Conquista D'Oeste e Vale de São Domingos. Além disso, o curso de agronomia da UNEMAT de Tangará da Serra forma um capital humano que pode ajudar a elevar a produtividade de soja e milho em Conquista D'Oeste.

Em Santo Antônio de Leverger, há uma forte criação de gado bovino, muito beneficiado pela presença de dois cursos de Zootecnia (Cuiabá e Rondonópolis) e um curso de medicina veterinária (Cuiabá) em municípios fronteiriços a essa cidade.

Esses cursos ajudam na formação de capital humano que contribui para um aumento da produtividade agrícola no referido município.

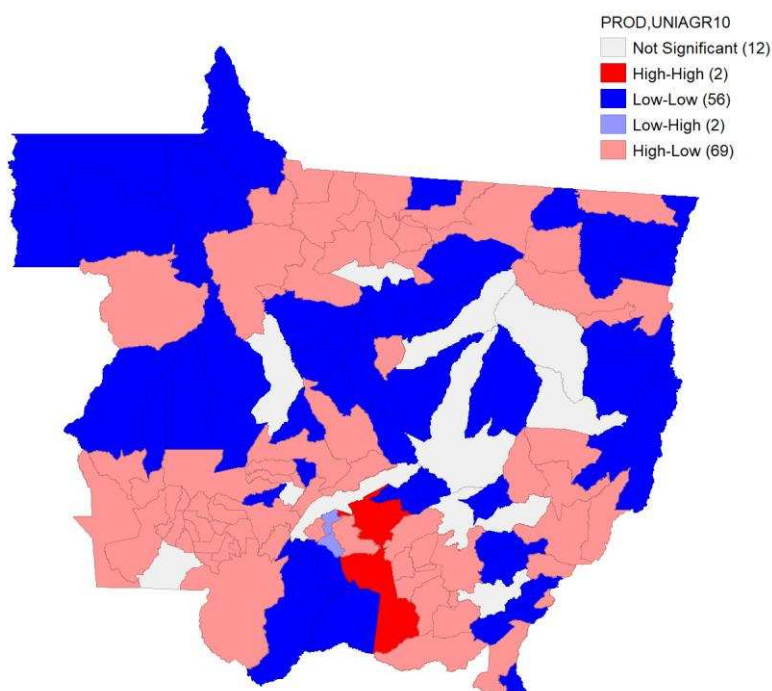
Para o padrão Alto-Baixo (AB), nota-se que há 40 municípios presentes que apresentam essa correlação e os quais podem ser divididos em dois grupos: um fortemente ligado a agricultura e outro a pecuária (IBGE, 2006). No grupo ligado à agricultura, destacam-se os seguintes municípios: Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Rondonópolis, Campo Verde, Dom Aquino e Jaciara. Enquanto os principais municípios, relacionados a pecuária, são: Cáceres, Juína, Alta Floresta, Peixoto de Azevedo e Matupá. É importante lembrar que tais municípios tem uma alta produtividade agrícola, apesar de não terem vizinhos fronteiriços com cursos de ciências agrárias. Aliás, uma justificativa, para que o padrão Alto-Baixo (AB) envolvesse uma grande quantidade de municípios como representante, é que a existência de cursos agrários com pelo menos 5 anos é um espaço de tempo muito curto para ocorrer um efeito de transbordamento significativo e ser capaz de afetar positivamente as produtividades agropecuárias dos municípios vizinhos do município-sede do curso, assim, com um tempo maior, espera-se que esse efeito seja visível.

No que tange o padrão Baixo-Alto (BA), tem-se seis municípios sendo representados por essa correlação, dentre os quais, são Campos de Júlio, Porto Espiridião, Campo Novo do Parecis, Nova Olímpia, Acorizal e Várzea Grande. Tais municípios tem uma baixa produtividade agrícola e pode-se listar algumas das possíveis razões para isso: (1º) alguns desses municípios não tem vizinhos com IES com cursos agrários, como exemplo: Campos de Júlio e Campo Novo do Parecis; (2º) a agropecuária é incipiente na maioria desses municípios (IBGE Cidades, 2006). Por fim, (3º) quando a economia do município é relacionada a setores diferentes do agronegócio, como nas cidades Acorizal e Várzea Grande. Apesar dessas possíveis explicações, apenas com a análise do modelo econométrico que ficará claro se a presença de um curso agrário em uma IES pode gerar um efeito de transbordamento capaz de afetar positivamente a produtividade agropecuária dos seus vizinhos.

Por último, o padrão Baixo-Baixo (BB) apresenta quatro municípios com essa correlação. Dentre eles, estão os seguintes municípios: Poconé, Barão de Melgaço, Nossa Senhora do Livramento e Alto Taquari. Tais localidades, principalmente Alto Taquari e Nossa Senhora do Livramento, dedicam-se ao comércio e ao turismo, visto

que o agronegócio tem pouca importância (IBGE Cidades, 2006). Já Poconé e Barão de Melgaço tem uma produção de gado bovino, todavia, é pequena e apenas a criação bovina em Poconé é destinada ao setor comercial. Em Barão de Melgaço, o turismo também é a principal fonte de renda.

Figura 7- Produtividade Agropecuária versus cursos de ciências agrárias com pelo menos 10 anos de existência, 2006.



Fonte: Resultados da Pesquisa.

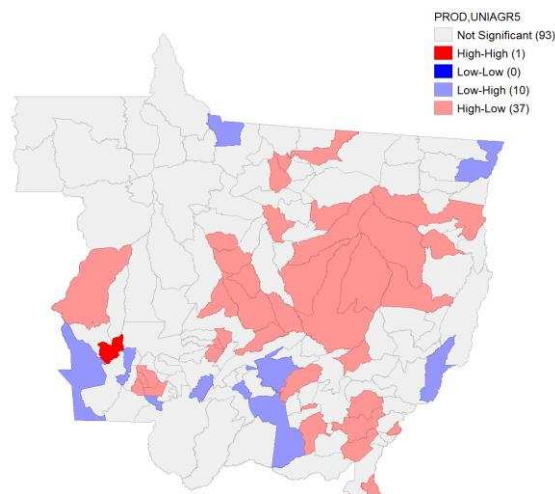
Percebe-se que ao analisar os cursos com mais de 10 anos de existência, percebe-se que, por existir poucos cursos criados antes dos anos 2000, dificulta a produção de capital humano, o que foi constatado por Lapple et al. (2016) no seu estudo sobre a Irlanda. Ainda assim, é possível identificar que há a presença de dois municípios com padrão Alto-Alto (AA), Santo Antônio de Leverger e Chapada dos Guimarães. Essas cidades fazem fronteira com Cuiabá, sendo o único município com cursos agrícolas antes dos anos 2000, de acordo com a tabela 4 apresentada na seção 4.1. Além do mais, essas localidades destacam-se na criação de gado bovino e na plantação de soja e milho, respectivamente. Desse modo, são beneficiadas pelos cursos de ciências agrárias de Cuiabá, que ajuda na formação de capital humano.

Para o padrão Alto-Baixo (AB) abrange 69 municípios, visto que os mesmos possuem uma alta produtividade, mesmo não tendo um município fronteiriço com uma IES com curso agrário, caracterizando, assim, uma falta de efeito de transbordamento. Essa ausência pode ser explicada pela baixa quantidade de cursos agrários presentes em Mato Grosso, antes dos anos 2000. Para esse padrão, sobressaem os seguintes municípios: Alta Floresta, Cáceres, Rondonópolis, Juína, Juara, Campo Verde, Tangará da Serra, Nova Mutum, Diamantino, Tabaporã e outros. Vale destacar que os 69 municípios têm suas atividades agrícolas ligadas à agricultura, pecuária ou a ambos.

Em relação ao padrão Baixo-Alto (BA) tem apenas dois municípios representantes, Acorizal e Várzea Grande. O primeiro possui uma baixa produtividade em virtude de a agricultura ser de subsistência e já o segundo, Várzea Grande, tem a economia totalmente voltada para a indústria, serviços e comércio (IBGE Cidades, 2006).

O último padrão, Baixo-Baixo (BB) envolve 56 municípios, os quais são representados por essa correlação. Essa quantidade de municípios é grande, por causa do que já foi mencionado de Cuiabá, antes de 2000, ter sido o único município com cursos agrários em uma IES. Dado essa dificuldade de ocorrer uma difusão de conhecimento, muitos municípios apresentam essa baixa produtividade, sendo os principais: Sorriso, Lucas do Rio Verde, Sinop, Campos de Júlio, Campo Novo do Parecis, Sapezal, Poconé, Gaúcha do Norte, Tapurah, Ipiranga do Norte e outros municípios.

Figura 8- Produtividade agropecuária versus cursos de ciências agrárias com pelo menos 5 anos de existência, 2017.



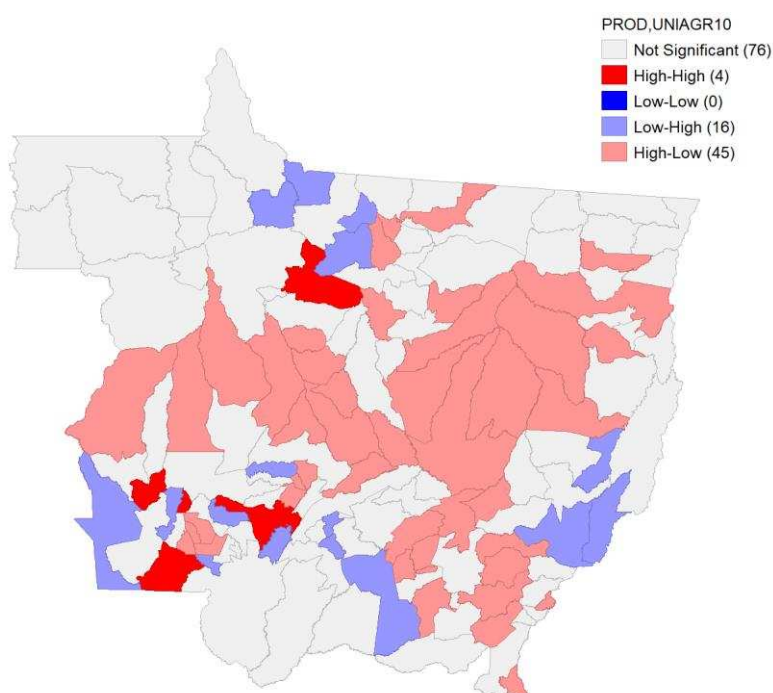
Fonte: Resultados da Pesquisa.

Para o ano de 2017, ao se considerar os cursos com pelo menos de 5 anos de existência, percebe-se que há um município com a presença de padrão espacial Alto-Alto, que é Conquista D'Oeste, o qual se beneficia dos cursos agrários presentes nas cidades de Pontes e Tangará da Serra. Além disso, esse é forte em pecuária e, principalmente, nos cultivos de soja e milho (IBGE,2017), isso por ser vizinho de municípios com forte presença tanto de pecuária quanto de agricultura, tais como Campos de Julio (Agricultura) e Pontes e Lacerda (pecuária). Inclusive, a tecnologia desenvolvida pelo curso de Zootecnia na UNEMAT de Pontes e Lacerda ajuda na difusão de conhecimentos para ruminantes, suínos e outros (UNEMAT, 2020). Enquanto a UNEMAT de Tangará da Serra, com o curso de agronomia ajuda na formação de estoque de capital humano para alavancar a produção agrícola. Acerca disso, Lapple et al. (2016) afirmam que, quanto mais próximos os municípios estiverem dos centros de pesquisa e universidades, mais transferência de tecnologia esses municípios terão e, por consequência, maior produtividade.

No que se refere ao padrão espacial Alto-Baixo (AB),37 municípios apresentam tal correlação espacial. Aliás, são municípios que não tem cursos de ciências agrárias em seus vizinhos fronteirizos, porém, apresentam uma alta produtividade agrícola e os principais municípios são Sinop, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Comodoro, Paranatinga, Querência, Gaúcha do Norte, Nova Ubitatã, Tapurah, Campo Verde, Rondonópolis e outros. É relevante enfatizar que dos 39 municípios, a maioria dedicam-se à agricultura (Lucas do Rio Verde e Nova Mutum, por exemplo) e poucos deles são fortemente ligados a pecuária (Tapurah, por exemplo) (IBGE,2017).

Em relação ao padrão Baixo-Alto (BA), que é constituído por municípios que tem baixa produtividade agropecuária, há 10 municípios representantes para esse padrão espacial, os quais podemos citar os seguintes: Paranaíta, Santa Terezinha, Vila Bela da Santíssima Trindade, Vale de São Domingos, Glória D'Oeste, Porto Estrela, Várzea Grande, Chapada dos Guimarães, Santo Antônio de Leverger e Araguaiana. Destaca-se que o fator comum entre todas essas cidades é a baixa produtividade agropecuária, pois a economia desses municípios é movida por outros setores como o turismo, o comércio, serviços e indústria, por exemplo.

Figura 9- Produtividade agropecuária versus cursos de ciências agrárias com pelo menos 10 anos de existência, 2017.



Fonte: Resultado da Pesquisa.

Sobre os cursos agrários com pelos menos 10 anos de existência, nota-se que houve um aumento de municípios no padrão espacial Alto-Alto (AA). Em virtude do tempo maior de existência do curso, o qual permite formar um estoque de capital humano maior, além de ser possível transbordar para outros municípios e aumentar a produtividade dos mesmos. Isso confirma o que foi encontrado por Lapple et al. (2016) e por Davis et al. (2012) em suas pesquisas, na Irlanda e em países africanos, a

presença de cursos agrários em determinada região aumenta a produtividade agropecuária.

Assim, para o padrão espacial Alto-Alto (AA), observa-se que há quatro municípios que possuem pelo menos 2 vizinhos fronteiriços com cursos de ciências agrárias em uma IES. Tais municípios são: Conquista D'Oeste, Porto Espiridião, Barra do Bugres e Tabaporã. O município de Porto Espiridião tem a pecuária como partedo agronegócio, Conquista D'Oeste e Tabaporã tem plantações de soja, milho e pecuária, sendo os municípios mais diversificados em termos agropecuários. Ainda, o município de Barra do Bugres concentra a sua economia na plantação e processamento de cana de açúcar.

E o padrão espacial Alto-Baixo (AB) tem 45 municípios apresentando tal correlação, sendo que são localidades com alta produtividade, apesar de estarem longe de municípios com cursos agrários em uma IES e os principais representantes são Sinop, Brasnorte, Sapezal, Comodoro, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Nova Ubiratã, Gaúcha do Norte, Paranatinga, Rondonópolis, Campo Verde, Querência, Tapurah e outros. A maioria dos 45 municípios tem as suas economias ligadas a agricultura, sendo plantações de soja e milho.

No último padrão espacial Baixo-Alto (BA), há 16 municípios sendo representados. Ainda, a característica desse padrão são municípios com baixa produtividade, todavia, vizinhas de municípios de alta produtividade. Alguns desses municípios são Paranaíta, Nova Monte Verde, Várzea Grande, Barra do Garças, Nova Canaã do Norte e Santo Antônio de Leverger. Dar-se destaque para o município de Barra do Garças que possui alto fluxo populacional e tem a economia voltada para serviços, comércio e indústria. Já os demais municípios têm a agricultura de subsistência.

Por fim, ao se comparar os anos de 2006 e 2017, há algumas diferenças perceptíveis nesse período. Ao se relacionar as Figuras 4 e 5, que são as principais figuras desta seção, notou-se uma redução no número de municípios influenciados positivamente pelos cursos agrários em relação a produtividade agropecuária. Aliás, em 2006, houve cinco municípios beneficiados com os cursos agrários de seus vizinhos, enquanto em 2017, foram apenas dois municípios.

Desse modo, podemos elencar três razões principais para essa diminuição durante o período: 1) a Análise Exploratória de Dados Espaciais considera o efeito dos cursos agrários sobre municípios vizinhos, assim, mesmo que o município tenha curso agrário, não será afetado a menos que um vizinho tenha esse curso; 2) houve uma evolução natural da economia dos municípios, principalmente aqueles nos quais a agropecuária exerce um papel fundamental em sua economia, com a chegada de novas indústrias e serviços, que modificaram a economia, deixando a produção agropecuária mais em segundo plano e direcionado a novos setores, um exemplo disso são os municípios de Sinop, Tangará da Serra e Rondonópolis; 3) a questão relacionada ao tempo de existência do curso também afeta no efeito de transbordamento, positivo ou negativo, em seus vizinhos, por isso, espera-se que quanto mais velho for o curso maior será o efeito causado pelo mesmo.

### 4.3 Análise do modelo com defasagem espacial

O modelo econométrico proposto pretende analisar o efeito de transbordamento proveniente da existência de cursos de ciências agrárias na produtividade agrícola do Mato Grosso. Então, foram utilizadas as duas especificações, sendo uma regressão por MQO e um Modelo SLX, em ambos foram ajustados os erros por *cluster* de microrregiões do estado do Mato Grosso, uma vez que, caso algumas observações estejam agrupadas por *clusters*, os seus erros também estarão. Nesse sentido, o ajustamento por *clusters* melhora as estimativas e evita possíveis distorções. A partir disso, segue a Tabela 6 que possui as estimações para os anos 2006 e 2017.

Tabela 6: Resultados dos modelos estimados sem dependência espacial (MQO-I e III) e com dependência espacial (SLX- II e IV) para cursos agrários.

LnProd	2006		2017	
	I	II	III	IV
Existência de IES com cursos agrários	0.0218 (0.014)	0.0344*** (0.012)	0.0318** (0.014)	0.0341** (0.015)
Despesas agrícolas	0.0050	0.0042	0.0386***	0.0385***

	(0.005)	(0.005)	(0.012)	(0.011)
Quantidade de tratores	-0.0042	-0.0046	-0.0277	-0.0235
	(0.007)	(0.007)	(0.020)	(0.019)
Escolaridade do produtor rural	0.0180*	0.0223***	-0.0116	-0.0172**
	(0.010)	(0.009)	(0.010)	(0.010)
Total de trabalhadores	-0.0043	-0.0063	-0.0325*	-0.0300*
	(0.011)	(0.011)	(0.018)	(0.017)
Tipo de cultura	0.0054	0.0033	0.0166	0.0203
	(0.013)	(0.012)	(0.015)	(0.017)
Assistência técnica	0.0039	0.0058	0.0025	0.0026
	(0.004)	(0.004)	(0.005)	(0.005)
Pecuária	-0.6883***	-0.6942***	-0.4855***	-0.4601***
	(0.090)	(0.094)	(0.115)	(0.109)
Constante	1.4528***	1.1696***	1.2028***	1.0163***
	(0.126)	(0.321)	(0.165)	(0.340)
W_Existência de IES com cursos agrários	-	-0.1069***	-	-0.0438
	-	(0.051)	-	(0.051)
W_Despesas agrícolas	-	-0.0022	-	-0.0439
	-	(0.009)	-	(0.027)
W_Quantidade de tratores	-	-0.0016	-	0.0992***
	-	(0.013)	-	(0.034)
W_Escolaridade do produtor rural	-	0.0196	-	-0.0228
	-	(0.015)	-	(0.026)
W_Total de trabalhadores	-	0.0438	-	0.0442
	-	(0.033)	-	(0.043)
W_Tipo de cultura	-	-0.0151	-	-0.0037
	-	(0.040)	-	(0.028)
W_Assistência técnica	-	0.0109***	-	-0.0042
	-	(0.005)	-	(0.009)
W_Pecuária	-	-0.0690	-	0.1198
	-	(0.255)	-	(0.224)
Observações	141	141	141	141
Prob>F	0.000	0.000	0.000	0.000

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\*Significativo à 1%, \*\*Significativo à 5% e \*Significativo à 10%.

Primeiramente, analisaremos os coeficientes para ambos os anos (2006 e 2017) com intuito de mostrar os retornos constantes na escala, conforme a propriedade da função de produção Cobb-Douglas. Contudo, de acordo com a Tabela 6, nota-se que em nenhum dos anos a soma dos coeficientes foi próxima de 1, em 2006, a soma dos coeficientes significativos foi de 0,056 (Existência de IES com curso agrário e Escolaridade do produtor rural) e, em 2017, foi de 0,0200 (e os coeficiente

significativos foram: Existência de IES com curso agrário, Despesas agrícolas, Total de trabalhadores e Escolaridade do produtor rural). Considerando a Tabela 7, para o ano de 2006, a soma dos coeficientes significativos (Existência de IES com curso agrário com pelo menos 5 anos de existência e Escolaridade do produtor rural) foi igual a 0,056, enquanto que, para 2017, a soma foi igual a 0,024, além de serem os seguintes coeficientes significativos: existência de IES com curso agrário com pelo menos 5 anos de existência, despesas agrícolas, total de trabalhadores e escolaridade do produtor rural. Por último, na Tabela 8, a soma dos coeficientes, para 2006, foi 0,026, referente ao coeficiente significativo da escolaridade do produtor rural, enquanto que, para 2017, foi de 0,022 relativos aos seguintes coeficientes significativos: existência de IES com curso agrário com pelo menos 10 anos de existência, despesas agrícolas, escolaridade do produtor rural e total de trabalhadores.

Assim, os resultados obtidos das Tabelas de 6 a 8 indicam que o setor agropecuário de Mato Grosso opera com retornos decrescentes de escala, o que pode ser explicado por alguns motivos, tais como pela falta da inclusão do uso da terra como fator produtivo e o uso de despesas agrícolas de maneira agregada. Outros autores, tais como Freitas (2015), Lima (2012), Khay e Yabe (2011), também rejeitaram a hipótese de que o setor agropecuário opera com retornos constantes de escala.

Em relação a variável de interesse, *a existência de cursos agrários em IES*, conforme a Tabela 6, viu-se que houve um efeito local, presente na coluna IV, em 2006, que foi o aumento de 3,49%<sup>6</sup> na produtividade agropecuária da terra, caso um município tenha um curso agrário em uma IES. Tal resultado confirma-se com a literatura, Davis et al. (2012) e Lapple et al. (2016) identificaram os efeitos positivos gerados pela educação na produtividade agropecuária. Por último, tal resultado remete-se a coluna II da Tabela 6, visto que a segunda especificação considera a dependência espacial, enquanto a coluna I, que indica a primeira especificação, não

---

<sup>6</sup> Como o modelo analiso é tem uma forma funcional log-log, e a variável de interesse é uma *dummy* é necessário realizar uma transformação para obter-se o real significado do beta estimado. Assim, usa-se a seguinte fórmula:  $100 \cdot [\exp(\hat{\beta}) - 1]$ , para enfim atingir o valor real do beta estimado (WOOLDRIGE, 2015).

considera a dependência espacial e, portanto, é, passível de estimações viesadas, imprecisas e/ou não significativas (ALMEIDA, 2012).

Davis et al (2012) concluíram que houve significativas melhoras na produtividade das colheitas em países que investiram em escolas agrícolas. Segundo os autores, países como Quênia e Tanzânia) tiveram aumentos de 80% e 23% na produtividade agropecuária, respectivamente. Assim, os agricultores que tiveram acesso à educação de cursos agrários tiveram ganhos de produtividade agropecuária maiores do que os produtores sem o acesso a tais cursos.

Para o ano de 2017, notou-se que há um efeito local significativo, sendo que a existência de cursos agrários em IES eleva a produtividade agropecuária do município em 3,46%. Tal resultado corrobora a literatura, principalmente por Lapple et al. (2016) que diz que quanto mais centros agrícolas tiver uma região, maior será o efeito benéfico gerado por eles na produtividade agrícola.

No que se refere ao efeito de transbordamento (efeito espacial), percebe-se que apenas para o ano de 2017 não foi significativo. Para o ano de 2006, foi observado que a existência de cursos agrários em uma IES em um município diminui a produtividade agropecuária do seu vizinho em 10,13%. Aliás, o fato de ter havido um efeito de transbordamento negativo pode indicar que o capital humano gerado pelas universidades públicas ainda não é suficiente para afetar os municípios vizinhos a sua localidade. Andrews (2019) aponta que algumas cidades demoram algum tempo para que o estoque de capital humano gerado em um determinado município consiga ter um efeito de transbordamento significativo, capaz de influenciar positivamente a produtividade agropecuária de seus municípios vizinhos.

Em relação a 2017, o fato de não haver um efeito de transbordamento contraria autores como os já citados, Huffman (2009), Lapple et al. (2016) e Capdeville (1991). Lapple et al. (2016), e também apresenta resultados divergentes, ao dizer que as regiões na Irlanda, onde se concentram mais institutos de pesquisa e universidades, são mais propensas a ter mais inovações as quais ajudam a obter maiores níveis de produtividade. Além disso, Capdeville (1991) indica que a existência de centros superiores de ensino agrário no Brasil permitiu que houvesse grandes avanços na produtividade agropecuária do país, sobretudo uma análise de que a presença de escolas agrárias permitiu desenvolver o setor cafeeiro em São Paulo nos anos 1920.

Portanto, quanto maior o nível de inovação em uma determinada região, em relação ao nível tecnológico médio de um país, maior será o nível de produtividade.

De forma complementar, será feita uma análise considerando os cursos com pelo menos 5 anos e 10 anos de existência em relação a 2006 e 2017. A razão disso é que se leva algum tempo para formar um estoque de capital humano que possa ter influência sobre a produtividade agropecuária do município onde a IES se encontra, bem como da existência de um efeito de transbordamento sobre a produtividade agropecuária de um município vizinho. Nesse viés, as Tabelas 7 e 8 mostram os efeitos local e de transbordamento para cursos agrários com existência de pelo menos 5 e 10 anos, respectivamente.

Tabela 7: Resultados dos modelos estimados sem dependência espacial (MQO-V e VII) e com dependência espacial (SLX- VI e VIII) para cursos agrários em IES com pelo menos 5 anos de existência.

LNPROD	2006		2017	
	V	VI	VII	VIII
Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência	0.0189 (0.017)	0.0350** (0.017)	0.0311** (0.014)	0.0361** (0.015)
Despesas agrícolas	0.0050 (0.005)	0.0048 (0.005)	0.0390*** (0.012)	0.0400*** (0.011)
Quantidade de tratores	-0.0043 (0.007)	-0.0051 (0.007)	-0.0253 (0.021)	-0.0208 (0.020)
Escolaridade do produtor rural	0.0188* (0.010)	0.0209** (0.009)	-0.0119 (0.011)	-0.0182* (0.010)
Total de trabalhadores	-0.0042 (0.011)	-0.0061 (0.011)	-0.0342* (0.019)	-0.0340* (0.018)
Tipo de cultura	0.0054 (0.013)	0.0028 (0.012)	0.0155 (0.015)	0.0170 (0.017)
Assistência técnica	0.0040 (0.004)	0.0059 (0.004)	0.0026 (0.005)	0.0024 (0.005)
Pecuária	-0.6926*** (0.091)	-0.7109*** (0.095)	-0.4736*** (0.116)	-0.4388*** (0.108)
Constante	1.4552*** (0.127)	1.1769*** (0.307)	1.1883*** (0.165)	0.9793*** (0.319)
W_Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência	-	-0.1317** (0.055)	-	-0.0597 (0.041)
W_Despesas agrícolas	-	-0.0016 (0.010)	-	-0.0429 (0.027)
W_Quantidade de tratores	-	-0.0025 (0.012)	-	0.0943** (0.035)
W_Escolaridade do produtor rural	-	0.0187 (0.015)	-	-0.0183 (0.025)
W_Total de trabalhadores	-	0.0400 (0.032)	-	0.0423 (0.040)
W_Tipo de cultura	-	-0.0098 (0.039)	-	0.0016 (0.028)

W_Assistência técnica	-	0.0094*	-	-0.0052
		(0.005)		(0.009)
W_Pecuária	-	-0.0309	-	0.1237
		(0.262)		(0.191)
Observações	141	141	141	141
Prob>F	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\*Significativo à 1%, \*\*Significativo à 5% e \*Significativo à 10%. Os erros padrão estão em parênteses.

Para os cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência, como aparece na Tabela 7, notou-se que houve efeito local tanto para 2006 quanto para 2017. Sendo que em 2006, o aumento da produtividade da terra em decorrência do município ter curso de ciências agrárias foi de 3,56%, como aparece na coluna VI. Já para 2017, o aumento da produtividade da terra em decorrência da presença de cursos agrários no município foi de 3,67%, ver coluna VII.

Para ambos os anos de 2006 e 2017, constata-se que os resultados encontrados estão de acordo com a literatura econômica apresentada. Abel e Deitz (2011) dizem que o investimento em educação superior ao longo do tempo gera um estoque de capital humano capaz de impactar positivamente na economia. Uma vez que esse estoque produz novas tecnologias que melhoram a produtividade, no caso, o aumento de cursos agrários aumenta a produtividade agropecuária via estoque de capital humano.

Em relação ao efeito de transbordamento para a existência de cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência, assim como está presente na Tabela 7, houve efeito negativo significativo estatisticamente, apenas para o ano de 2006. Ainda, é uma surpresa, não ter existido nenhum tipo de efeito de transbordamento para o ano de 2017, se considera que há uma grande quantidade de cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência, assim, esperava-se que houvesse algum efeito de transbordamento para o referido ano.

Para o ano de 2006, a presença de um curso agrário com pelo menos 5 anos de existência diminuiu a produtividade da terra de um município vizinho em 12,33%. Esse resultado foi algo esperado, já que nesse ano havia poucos cursos de ciências agrárias no estado de Mato Grosso com pelo menos 5 anos de existência, isso indica que há uma necessidade de um maior tempo de maturação dos cursos agrários para que ocorra um efeito de transbordamento positivo e significativo (ANDREWS, 2019).

Além do tempo de maturação, autores como Lapple et al. (2016) expressam que caso uma determinada região tenha universidades e/ou centros de pesquisa agrários pode haver uma série de benefícios positivos para outras regiões em virtude da tecnologia e capital humano que é desenvolvido pelas universidades, dessa forma, quanto maior for a presença de universidade com cursos agrários, maior será o efeito de transbordamento. Além disso, Maté-Val e Harris (2018) dizem que a alta concentração de capital humano gerado pelas universidades pode fomentar uma rede de distribuição de informações, tecnologias e outros produtos gerados pela universidade entre os agricultores. Assim, agricultores de outras cidades sem cursos superiores podem se beneficiar de uma cidade vizinha com curso agrário, o que ocasiona um efeito de transbordamento positivo.

Tabela 8: Resultados dos modelos estimados sem dependência espacial (MQO- IX e XI) e com dependência espacial (SLX- X e XII) para cursos agrários em IES com pelo menos 10 anos de existência.

LNPROD	2006		2017	
	IX	X	XI	XII
Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência	-0.0173 (0.021)	-0.0042 (0.022)	0.0256* (0.015)	0.0348** (0.014)
Despesas agrícolas	0.0047 (0.005)	0.0036 (0.005)	0.0411*** (0.012)	0.0426*** (0.010)
Quantidade de tratores	-0.0045 (0.007)	-0.0048 (0.007)	-0.0280 (0.021)	-0.0236 (0.018)
Escolaridade do produtor rural	0.0211* (0.010)	0.0263** (0.010)	-0.0106 (0.011)	-0.0183* (0.009)
Total de trabalhadores	-0.0035 (0.011)	-0.0029 (0.011)	-0.0350* (0.019)	-0.0370** (0.018)
Tipo de cultura	0.0046 (0.013)	-0.0019 (0.012)	0.0135 (0.015)	0.0207 (0.015)
Assistência técnica	0.0038 (0.013)	0.0056 (0.003)	0.0023 (0.005)	0.0023 (0.005)
Pecuária	-0.6883*** (0.091)	-0.7001*** (0.100)	-0.4682*** (0.115)	-0.4273*** (0.101)
Constante	1.4460*** (0.128)	1.2617*** (0.300)	1.1668*** (0.163)	0.8846*** (0.301)
W_Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência	-	-0.0526 (0.140)	-	-0.1325** (0.058)
W_Despesas agrícolas	-	-0.0015 (0.010)	-	-0.0409* (0.023)
W_Quantidade de tratores	-	-0.0015 (0.012)	-	0.1026*** (0.032)
W_Escolaridade do produtor rural	-	0.0080 (0.020)	-	-0.0140 (0.022)
W_Total de trabalhadores	-	0.0312 (0.036)	-	0.0290 (0.037)
W_Tipo de cultura	-	-0.0102 (0.046)	-	-0.0052 (0.026)

W_Assistência técnica	-	0.0123*** (0.004)	-	-0.0054 (0.008)
W_Pecuária	-	-0.0810 (0.254)	-	0.2256 (0.203)
Observações	141	141	141	141
Prob>F	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\*Significativo à 1%, \*\*Significativo à 5% e \*Significativo à 10%. Os erros padrão estão em parênteses.

A partir da Tabela 8, percebe-se que houve um efeito local apenas para o ano de 2017 e a razão de não haver um efeito local significativo para o ano de 2006 é que apenas um município, Cuiabá, em 2006 possuía cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência. Entretanto, considerando o fato do município de Cuiabá apresentar cursos de ciências agrárias com mais de 20 anos de existência (veja a Tabela 3 na seção 4.1), esperava-se um efeito local negativo, em virtude da grande quantidade de capital humano formado por tais cursos, uma vez que, segundo a teoria econômica, principalmente abordada por Debertin (2012), quanto mais insumos são adicionados a uma função de produção (isso é, quanto mais mão de obra qualificada), além do seu nível ótimo, menos produto será gerado dada a lei dos rendimentos marginais decrescentes.

Enquanto, para o ano de 2017, nota-se que o valor foi positivo. Logo, a presença de um curso agrário em uma IES aumenta a produtividade agropecuária em 3,54%, o que pode ser observado na coluna XII. Tal resultado condiz com a literatura econômica, segundo Andrews (2019), para que os cursos obtenham um efeito positivo, tanto local quanto de transbordamento, é necessário ocorrer um tempo de maturação dos cursos com a finalidade de que exista a formação de estoque de capital humano capaz de afetar positivamente a produtividade agropecuária.

Em relação ao efeito de transbordamento, apenas em 2017 houve um efeito de transbordamento significativo. Para 2006, não se esperava efeito de transbordamento devido ao fato de apenas existir um município com cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência. Então, apenas para 2017, tinha a expectativa de ter um efeito de transbordamento, todavia, o efeito constatado na coluna XII foi negativo, sendo que a presença de um curso de ciências agrárias em um município gerou uma diminuição de 12,40% na produtividade agropecuária do município vizinho. Isso contradiz a literatura, visto que houve tempo necessário para formação de estoque de capital

humano (ANDREWS, 2019), portanto, se esperava que o efeito gerado fosse positivo no intuito de influenciar positivamente a produtividade agropecuária dos municípios vizinhos.

A fim de analisar o efeito da presença de IES com cursos agrários ao longo dos períodos, utilizou-se o modelo de efeitos fixos para medir o efeito local e de transbordamento na produtividade agropecuária. Desse modo, para medir o efeito do tempo na produtividade agropecuária, foi considerado o ano de 2017. Por fim, há a interação entre o ano de 2017 e a defasagem de cursos agrários em IES com objetivo de aferir o efeito da existência de cursos agrários em 2017. Ademais, foram considerados duas análises auxiliares, para cursos agrários com pelo menos 5 e 10 anos de existência, que estão expostos nas Tabelas 9 a 11, respectivamente.

Tabela 9: Estimativas dos coeficientes dos modelos de efeitos fixos com dependência espacial.

PROD	XIII	XIV
Existência de IES com cursos agrários	0.0034 (0.014)	0.0080 (0.005)
Despesas agrícolas	0.0069 (0.005)	0.0038 (0.005)
Quantidade de tratores	-0.0104*** (0.002)	-0.0059*** (0.002)
Escolaridade do produtor rural	0.0175*** (0.005)	0.0080 (0.011)
Total de trabalhadores	0.0018 (0.009)	0.0063 (0.008)
Tipo de cultura	-0.0080 (0.012)	-0.0046 (0.010)
Assistência técnica	0.0003 (0.002)	0.0013 (0.003)
Pecuária	-0.5951*** (0.093)	-0.5844*** (0.092)
Constante	1.3781*** (0.153)	1.4341*** (0.300)
2017	-	0.0586** (0.023)
W_Existência de IES com cursos agrários x 2017	-	-0.0229 (0.030)
W_Existência de IES com cursos agrários	-	-0.0042 (0.059)
W_Despesas agrícolas	-	0.0013 (0.007)
W_Quantidade de tratores	-	0.0039 (0.005)
W_Escolaridade do produtor rural	-	-0.0001

W_Total de trabalhadores	-	(0.011) -0.0333 (0.020)
W_Tipo de cultura	-	-0.0603** (0.026)
W_Assistência técnica	-	0.0070 (0.004)
W_Pecuária	-	0.1677 (0.151)
Observações	242	242
Prob>F	0.000***	0.000***
Hausman	44.320	0.000***

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\*Significativo à 1%, \*\*Significativo à 5% e \*Significativo à 10%. Os erros padrão estão em parênteses.

Em relação ao modelo de efeitos fixos, foi considerado duas especificações: a primeira é uma regressão, sem considerar a dependência espacial, e, a segunda, uma especificação levando em conta a dependência espacial. Assim, notou-se que para a Tabela 7 não houve um efeito local significativo entre os períodos para ambas as especificações, algo que contraria a literatura econômica apresentada, autores como Lapple et al. (2016), Davis et al. (2012), Huffman (2018), que dizem que a presença de universidades com cursos agrários, centros de pesquisa agrários e investimento em pesquisa agrícola geram efeitos locais capazes de impactar positivamente a produtividade agropecuária dos municípios que receberem as instituições.

No que se refere ao efeito de transbordamento, não houve significância, além do resultado divergir da literatura, principalmente a proposta por Lapple et al. (2016), que argumenta que a presença de centros de pesquisa e universidades podem afetar positivamente a produtividade regionalmente. Ainda, o efeito da tecnologia desenvolvida nos centros de pesquisa afeta, além do município onde se localiza, todo o seu entorno e regiões próximas. Uma possível explicação para a não significância do efeito de transbordamento é que muitos cursos agrários foram abertos no início dos anos 2010, assim não houve tempo necessário para que se forme um estoque de capital humano capaz de transbordar para outras regiões. Aliás, essa consideração acerca do tempo necessário para que o estoque de capital humano transborde para outras regiões foi relatado por Andrews (2019). Nesse sentido, o fato de os cursos agrários serem novos é um impeditivo para que haja um efeito de transbordamento significativo entre os dois períodos.

Além dos efeitos local e de transbordamento, também foi considerado a inclusão de uma variável *dummy* que representa o período, definindo 2017 como ano de interesse. É relevante mencionar que entre 2006 e 2017 houve uma expansão da agricultura no estado de Mato Grosso, a qual estendeu as áreas plantadas, principalmente as de soja e milho (IBGE, 2006, 2017) e isso ocorreu independentemente da existência de cursos agrários em IES. Outra questão, notou-se que houve um aumento da produtividade agropecuária, entre 2006 e 2017, que foi de 6,03%<sup>7</sup>. Esse ligeiro aumento, apesar da inflação presente no período (2006 a 2017), mostra como a expansão da agricultura no estado de Mato Grosso, presente no Censo Agropecuário de 2017 (IBGE,2017), foi determinante para aumentar a produtividade agropecuária do estado, especialmente pelo aumento da produção de *commodities* como: soja, milho, pecuária bovina, algodão e outros, bem como de novas culturas, por exemplo, o café. Esse aumento também se faz presente nas Tabelas 10 e 11.

Além de considerar o fator ano, considerou-se uma variável de interação entre o ano de 2017 e a existência de IES com cursos agrários defasado espacialmente, uma análise semelhante foi proposta por Bergmann et al. (2020). Tal interação visa captar o efeito de transbordamento das IES para 2017 na produtividade agropecuária dos municípios de Mato Grosso. Entretanto, a mesma mostrou-se não significativa, apontando que não há uma relação entre o ano de 2017 e a existência de universidades defasadas espacialmente.

---

<sup>7</sup> Como a variável 2017 é uma *dummy* é necessário realizar a mesma transformação presente na sexta nota de rodapé, ou seja, é necessário aplicar o antilogaritmo no beta estimado para a variável 2017, subtrair 1, e por fim, multiplicar por 100 e assim obter verdadeiro resultado do beta estimado para a variável *dummy* 2017.

Além disso, nas Tabela A1 a A3, presentes no apêndice, nota-se que há uma baixa correlação entre as variáveis, em geral, para as Tabela 9 a 11, respectivamente. Assim indica que não há uma forte presença de multicolinearidade, o que poderia afetar a precisão das estimativas geradas pelo modelo proposto.

Por fim, pelo teste de Hausman, cujo valor foi de 44.32 e sendo significativo a 1%, observou-se que é preferível o uso de efeitos fixos em relação ao uso de efeitos aleatórios. Confirmando, então, a especificação de modelo de efeitos fixos descrita na metodologia.

Tabela 10: Estimativas dos coeficientes do modelo de efeitos fixos com dependência espacial para cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência.

PROD	XV	XVI
Existência de IES com cursos agrários com pelos menos 5 anos de existência	-0.0075 (0.015)	-0.0016 (0.019)
Despesas agrícolas	0.0069 (0.005)	0.0040 (0.005)
Quantidade de tratores	-0.0105*** (0.002)	-0.0059** (0.002)
Escolaridade do produtor rural	0.0175*** (0.005)	0.0080 (0.006)
Total de trabalhadores	0.0017 (0.009)	0.0060 (0.008)
Tipo de cultura	-0.0086 (0.013)	-0.0035 (0.011)
Assistência técnica	0.0002 (0.002)	0.0011 (0.003)
Pecuária	-0.5898*** (0.091)	-0.5747*** (0.089)
Constante	1.3770*** (0.154)	1.4024*** (0.297)
2017	-	0.0540** (0.025)
W_Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência x 2017	-	-0.0110 (0.029)
W_Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência	-	-0.0385 (0.056)
W_Despesas agrícolas	-	0.0020 (0.007)
W_Quantidade de tratores	-	0.0027 (0.005)
W_Escolaridade do produtor rural	-	-0.0018 (0.010)
W_Total de trabalhadores	-	-0.0314 (0.019)
W_Tipo de cultura	-	-0.0646** (0.029)
W_Assistência técnica	-	0.0054 (0.004)
W_Pecuária	-	0.1936

		(0.151)
Observações	242	242
Prob>F	0.000***	0.000***

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\*Significativo à 1%, \*\*Significativo à 5% e \*Significativo à 10%. Os erros padrão estão em parênteses.

Ao se considerar o modelo de efeitos fixos em relação aos cursos agrários que possuem pelo menos 5 anos de existência, presente na Tabela 10, nota-se que não houve nenhum efeito local para ambas as especificações propostas. Andrews (2019) considera que há a necessidade de um período de maturação para os cursos agrários gerarem resultados, tanto localmente quanto espacialmente. E, como o foco são os cursos com pelo menos 5 anos de existência, esperava-se que tais cursos afetassem a produtividade agropecuária localmente, pois com esse período já é possível formar as primeiras turmas de profissionais qualificados, o que pode contribuir para a melhoria da produtividade agropecuária do município em questão que recebeu o curso agrário via uma IES.

Além de não haver um efeito local significativo, também não houve um efeito de transbordamento estatisticamente significativo para os cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência. Isso se deve a falta de estoque de capital humano gerado pela universidade capaz de transbordar para outros municípios vizinhos, uma vez que com apenas 5 anos de existência de um curso apenas 1 ou 2 turmas teriam sido formadas, assim, o possível efeito de transbordamento gerado seria muito pequeno e, por isso, insignificativo. Dessa forma, os cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência estão presentes em poucos municípios no estado, dificultando que o efeito de transbordamento tenha uma maior amplitude em relação aos municípios vizinhos.

Para os cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência, percebeu-se que o fator temporal, expresso pela variável *dummy* e definindo 2017 como ano de interesse. Notou-se que considerando o ano de 2017, houve um aumento na produtividade agropecuária de 5,54%, resultado semelhante ao encontrado na Tabela 9.

Diante disso, nota-se que, para ambas as especificações, a interação entre a variável *dummy* e a existência de cursos agrários em IES defasado não foi significativa. Tal fato já era esperado em virtude de não haver efeito de transbordamento estatisticamente significativo.

Tabela 11: Estimativas dos coeficientes do modelo de efeitos fixos com dependência espacial para cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência.

PROD	XVI	XVII
Existência de IES com cursos agrários com pelos menos 10 anos de existência	-0.0029 (0.013)	-0.0035 (0.017)
Despesas agrícolas	0.0069 (0.005)	0.0023 (0.005)
Quantidade de tratores	-0.0105*** (0.002)	-0.0068** (0.003)
Escolaridade do produtor rural	0.0175*** (0.005)	0.0097* (0.005)
Total de trabalhadores	0.0016 (0.009)	0.0032 (0.007)
Tipo de cultura	-0.0082 (0.012)	-0.0057 (0.010)
Assistência técnica	0.0003 (0.002)	0.0018 (0.003)
Pecuária	-0.5934*** (0.092)	-0.5781*** (0.089)
Constante	1.3793*** (0.154)	1.3860*** (0.290)
2017	-	0.0526** (0.023)
W_Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência x 2017	-	-0.3042** (0.126)
W_Existência de IES com cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência	-	0.3095** (0.128)
W_Despesas agrícolas	-	0.0017 (0.007)
W_Quantidade de tratores	-	0.0061 (0.005)
W_Escolaridade do produtor rural	-	0.0078 (0.009)
W_Total de trabalhadores	-	-0.0269 (0.019)
W_Tipo de cultura	-	-0.0786*** (0.027)
W_Assistência técnica	-	0.0080* (0.004)
W_Pecuária	-	0.1707 (0.155)
Observações	242	242
Prob>F	0.000***	0.000***

Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\*Significativo à 1%, \*\*Significativo à 5% e \*Significativo à 10%. Os erros padrão estão em parênteses.

Sobre os modelos de efeitos fixos que consideram os cursos agrários em IES com pelo menos 10 anos de existência, na Tabela 11, constatou-se que só houve efeito de transbordamento estatisticamente significativo. A expectativa era que houvesse um efeito local significativo em virtude de existir muitos cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência, que é tempo o suficiente para um estoque de capital humano que impacte significativamente a produtividade agropecuária do

município. Assim, o fato de não ter ocorrido nenhum efeito local significativo, causa uma estranheza com base no que foi apresentado pela literatura vigente pelos seguintes motivos: 1) Houve um tempo de maturação dos cursos para possibilitar formar um capital humano capaz de influenciar positivamente na produtividade agropecuária e 2) Existiu um espraiamento de cursos agrários durante os anos 2000 o qual possibilitou levar um conhecimento técnico-científico para regiões que não tinham esse acesso, facilitando, assim, a distribuição de conhecimento, e por consequência, uma possível melhoria da produtividade agropecuária (ANDREWS, 2019; DAVIS ET AL. 2012; LAPPLE ET AL. 2016).

O efeito de transbordamento foi positivo para os cursos agrário com pelo menos 10 anos de existência, já que foi gerado 35,66% de aumento na produtividade agropecuária de um município vizinho, o que confirma a literatura apresentada por Lapple et al. (2016). Sobre isso, Huffman (2018) também ressalta que quanto maior for o investimento em pesquisa e desenvolvimento no setor agrícola, maior será a tecnologia desenvolvida por ele, e conseqüentemente, haverá mais retornos futuros na produtividade agropecuária. Por fim, Maté-Val e Harris (2018) ressaltam que os municípios que recebem cursos agrários podem criar juntos aos produtores rurais e professores uma rede de distribuição de tecnologia, o que afeta positivamente os produtores rurais que sejam de municípios próximos ao município-sede da universidade. Desse modo, há um claro exemplo de efeito de transbordamento gerado pela universidade para o meio agrícola.

Em relação a variável de tempo, *dummy*, que considera o ano de 2017, houve uma forte expansão da agricultura no estado de Mato Grosso, entre 2006 e 2017, pois foi observado que houve um efeito significativo, já que no ano de 2017 ocorreu um aumento de 5,40% na produtividade agropecuária. Esse resultado é oriundo de fatores externos aos cursos agrários e é semelhante ao que foi apresentado na Tabela 9.

Por fim, a interação entre a variável *dummy* (2017) e a existência de cursos agrários em IES defasado foi significativa, sendo que a interação entre ambos impactou negativamente a produtividade agropecuária, o que ocasionou uma redução de 26,22%. Ainda, não se esperava que o sinal da interação entre as duas variáveis fosse negativa, uma vez que ambos os valores das duas variáveis [a *dummy* (2017) e a existência de cursos agrários em IES defasado] foram positivos. Portanto, a sinergia

entre a defasagem dos cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência e a variável *dummy* (2017) mostrou-se significativa para a produtividade agropecuária, apesar de haver um sinal contrário ao esperado.

Além da análise espacial feita a partir do modelo de efeitos fixos com defasagem espacial e as análises para cada ano (2006 e 2017), é possível fazer um paralelo com a AEDE, a qual aponta ser possível existir efeito de transbordamento, gerados pelos cursos de ciências agrárias, para todos os cenários possíveis (Cursos agrários totais, Cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência e Cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência). Enquanto para a análise espacial, houve resultados divergentes. Primeiramente, considerando o ano de 2006 e para todos os cenários possíveis, no primeiro e no segundo cenários ocorreu um efeito de transbordamento significativo, todavia, o efeito foi negativo, que é um sinal contrário ao indicado pela AEDE. Em relação ao ano de 2017, houve efeito de transbordamento significativo para apenas um cenário, os cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência, porém, para este cenário o efeito de transbordamento é negativo, assim diverge da análise em AEDE que indica que há um efeito de transbordamento positivo para os três cenários para o ano de 2017. Além das análises separadas por ano, foram feitas as análises para todos os cenários para o modelo de efeitos fixos e considerando a defasagem espacial. Então, os resultados obtidos indicaram que, apenas para o terceiro cenário, os cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência têm um efeito de transbordamento estatisticamente significativo com valor positivo, algo que foi indicado em todas as análises feitas pelo AEDE.

Essa divergência deve-se ao fato da AEDE se basear em correlações, uma vez que, caso um município tenha pelo menos dois vizinhos com curso agrário, o mesmo terá um efeito de transbordamento. Ademais, para a análise em AEDE foi considerado apenas os cursos agrários e a produtividade, já na análise econométrica foram embasados em outras variáveis ditas como insumos para explicar a produtividade agropecuária. Assim, essas duas diferenças fazem a AEDE e a análise econométrica terem encontrado efeitos de transbordamento divergentes.

Por fim, uma característica da AEDE é que essa é uma etapa a priori antes da modelagem econométrica espacial, com intuito de encontrar uma possível dependência espacial, assim não é uma relação exata propriamente dita. Enquanto o

modelo econométrico espacial se baseia em uma relação exata entre uma variável dependente e uma independente, sendo que neste estudo a variável dependente é Produtividade Agropecuária e a independente é Existência de cursos agrários em uma IES); com objetivo de captar o possível efeito de transbordamento (espacial) identificado pela AEDE, a priori.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa é relevante para o cenário agrícola mato-grossense-grossense em virtude de mostrar como a produtividade agropecuária pode ser potencializada através dos efeitos positivos gerados pela existência de cursos agrários. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi mostrar os efeitos de transbordamento gerados pelos cursos de ciências agrárias na produtividade agrícola de outros municípios, além do efeito local gerado pelo curso na produtividade do município em que os mesmos foram implantados. Além disso, este estudo mostra a expansão de cursos agrários no Mato Grosso e como isso mudou a produtividade dos municípios.

De uma forma mais ampla, percebe-se que, durante os anos de 2000 e 2010, houve uma grande expansão de cursos de ensino superior de ciências agrárias. Assim, foi possível notar que, em sua maioria, são cursos de agronomia, e dos 15 municípios que receberam cursos agrários, 12 tem o curso de agronomia. Tal fato indica que é uma sinalização forte da existência de uma sinergia entre a formação universitária e a produtividade agrícola, dado que agronomia é um curso importante para produção agrícola.

Assim, pela análise feita em AEDE notou-se que em 2006, 5 cidades (Conquista D'Oeste; Vale de São Domingos; Tabaporã; Barra do Bugres e Santo Antônio de Leverger) apresentaram o padrão Alto-Alto, enquanto, para 2017, houve 2 cidades (Lucas do Rio Verde e Conquista D'Oeste) que apresentaram o padrão Alto-Alto. Esse resultado indica que os municípios se beneficiaram da expansão universitária para gerar um ambiente de alta produtividade agrícola, dado que tais cidades têm pelo menos 2 vizinhos com cursos de ciências agrárias. Por isso, tal correlação indica a possível presença de uma autocorrelação espacial entre a produtividade agrícola e existência de cursos de ciências agrárias.

Nesse sentido, ao considerar a análise desagregada pelo tempo de existência dos cursos agrários, no caso, com pelo menos 5 anos de existência e para o ano de 2006, três cidades apresentaram o padrão espacial Alto-Alto (AA), sendo elas: Conquista D'Oeste, Vale de São Domingos e Santo Antônio de Leverger. Todas essas cidades se beneficiaram da presença de cursos agrários em pelo menos dois municípios vizinhos, tendo assim um possível ganho de produtividade agrícola. Por

outro lado, com os cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência, apenas o município de Santo Antônio de Leverger obteve um padrão espacial Alto-Alto (AA), visto que para o ano de 2006 havia apenas o município de Cuiabá com cursos agrários com mais de 10 anos de existência.

Ainda, a análise desagregada pelo tempo de existência dos cursos agrários, no que se refere a pelo menos 5 anos de existência e para o ano de 2017, o município de Conquista D'Oeste foi o único que apresentou alta produtividade agrícola, enquanto, para cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência, notou-se que quatro municípios tiveram alta produtividade agrícola (Conquista D'Oeste, Porto Espiridião, Barra do Bugres e Tabaporã). Assim, tais municípios se beneficiaram positivamente da presença de cursos agrários mais velhos, o que possibilitou atingir uma maior produtividade agrícola.

Em relação ao modelo econométrico, podemos afirmar que considerando as especificações utilizadas neste trabalho, foi possível constatar que há efeitos local e de transbordamento estatisticamente significativos, sobretudo com valores negativos para o efeito de transbordamento. Aliás, encontraram-se os efeitos local e de transbordamento nas análises para anos de 2006 e 2017, bem como no modelo de efeitos fixos com defasagem espacial, levando em conta os três cenários possíveis (cursos agrários, cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência e cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência).

Desse modo, os principais resultados, referente ao efeito local, foi que o mesmo esteve presente nos três cenários analisados, contudo, na Tabela 8 e no ano de 2006, não houve efeito local significativo. Esse resultado tem algumas possíveis explicações: 1) o município onde se localiza esses cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência é a capital do estado, Cuiabá, que não tem produção agrícola e baseia-se sua economia em serviços e indústria. 2) os cursos agrários presentes em Cuiabá tiveram muitas turmas formadas, assim, a adição de novos formados pode não ter um impacto significativo na produtividade agropecuária do município. Por último, 3) nem todos os formados em cursos agrários no município trabalham no município, sendo assim alguns podem trabalhar em outras regiões (efeito de transbordamento) diminuindo assim o efeito local sobre a produtividade agropecuária.

Para o efeito de transbordamento, destacou-se que nos três cenários apresentados o efeito foi negativo. Além disso, houve um resultado diferente do esperado, pois nos três cenários (cursos agrários, cursos agrários com pelo menos 5 e 10 anos de existência) apresentam o efeito negativo. No entanto, tinha a expectativa que pelo menos no último cenário (cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência) houvesse um efeito de transbordamento positivo, em virtude do tempo de existência do curso, porém, o valor foi negativo (-12,40%) e referente ao ano de 2017. Ainda, alguns resultados foram inesperados, na Tabela 6, que considera os cursos agrários, esperava-se que o ano de 2017 apresentasse efeito de transbordamento e não ocorreu isso. Logo, a falta de efeito de transbordamento estatisticamente significativo também apareceu para o ano de 2017 e para os cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência, ver Tabela 7.

Para o modelo de efeitos fixos, notou-se que apenas para os cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência houve um efeito local de transbordamento. Sendo que o valor do efeito local não foi estatisticamente significativo, embora esperava-se que houvesse significância nesse valor, devido ao tempo de existência dos cursos agrários. Em relação ao efeito de transbordamento, viu-se um efeito positivo de 36,27% de aumento na produtividade agropecuária. Tais resultados comprovam que, apesar dos cursos agrários demorarem um período mínimo de tempo de cinco anos de existência para formar as primeiras unidades de capital humano, em longo prazo, os cursos podem gerar efeitos benéficos à produtividade agropecuária. Mostrando assim, a importância do surgimento de novos cursos agrários em regiões de difícil acesso à educação superior pública.

Por fim, este trabalho visa contribuir com uma possível formação de políticas públicas que busca expandir a educação pública com caráter para ciências agrárias em Mato Grosso. Além de visar que essa expansão possa trazer benefícios, como o aumento no estoque de capital humano, a difusão de tecnologia por parte das universidades e mediante programas de extensão oferecidos pelas mesmas. Portanto, toda essa tecnologia desenvolvida pela universidade pública pode contribuir com o aumento da produtividade agrícola no estado de Mato Grosso, principalmente em regiões de baixa produtividade agrícola e com escassez de mão de obra especializada.

## REFERÊNCIAS

- ABADIE ET AL. When should you adjust standard errors for clustering? **NBER Working Paper** N. 24003, Novembro, 2017.
- ABEL, Jaison; DEITZ, Richard. The role of colleges and Universities in building local human capital. **Current Issues in Economics and Finance.**, V.17, N. 6, 2011.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, 2019. Disponível em: <http://abiec.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- ABULQUERQUE, Winnie. Análise de convergência de produtividade agrícola aplicada a região nordeste do Brasil e aos municípios do estado do Ceará, UFC- Universidade Federal do Ceará, 2020, Fortaleza.
- ACEMOGLU, Daron. **Introduction to Modern Economic Growth**. Princeton University Press. 2009.
- ALCÂNTARA FILHO, José Luiz; SCALCO, Paulo Roberto; GOMES, Adriano Provezano. Transformações na agricultura brasileira: Uma abordagem espacial dos censos agropecuários de 1996 e 2006. In: **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER**, 2008. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/6756445.pdf> . Acesso em: 10 mar. 2020.
- ALMEIDA, Eduardo. **Econometria espacial aplicada**. Editora Alínea. Campinas-SP, 2012.
- ANDREWS, Michael. Local effects of land grant colleges on agricultural innovation and output. **NBER Working paper**, N. 26235, 2019.
- ANSELIN, Luc. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, V. 27, N.2, 1995.
- ANSELIN, Luc. Spatial Externalities, Spatial Multipliers, and Spatial Econometrics. **International Regional Science Review**, V.26, N. 2, p. 153-166, 2003.
- BERGMANN et al. O efeito da expansão dos Institutos e das Universidades Federais sobre o mercado de trabalho. **Análise econômica**. 2020.
- BRAGA, Marcelo; SANTOS, Ricardo. Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. **Economia Aplicada**, V.17, N. 3, pp. 299-324, 2013.

- CAPDEVILLE, Guy. O ensino superior agrícola no Brasil, **R. Bras. Est. Pedag.**, Brasília, V.72, n.172, p.229-261, set/dez.1991.
- CHADDAD, Fabio. **The Economics and Organization of Brazilian Agriculture: Recent Evolution and Productivity Gains.** EUA, Elsevier, 2016.
- CHAMBERS, R.G. **Applied production analysis: a dual approach.** Cambridge:Cambridge University Press, p.331, 1988.
- COLLE, Célio Alberto; HOECKEL, Paulo Henrique de Oliveira; ALVIM, Augusto Mussi; FOCHEZATTO, Adelar. Distribuição espacial e efeitos de transbordamentos do setor agropecuário no Rio Grande do Sul. Inovação, sustentabilidade e desenvolvimento no RS, 2017.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- CONTINI, Elísio. **Agricultura Brasileira: o papel da inovação tecnológica.** In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um padrão agrário e agrícola. Brasília-DF, EMBRAPA, 2014.
- DAVIS, K.; NKONYA, E.; KATO, E.; MEKONNEN, D.A.; ODENDO, M.; MIIRO, R.; NKUBA, J. Impact of Farmer field schools on agricultural productivity and poverty in East Africa. **World Development**, V.40, N. 2, pp. 402-413, 2012.
- DEBERTIN, David. **Agricultural Production Economics.** 2ª edição. University of Kentucky. 2012.
- DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Atlas Multimodal.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/>.
- EVENSON, Robert. A century of productivity change in U.S. agriculture: An analysis of the role of invention, research and extension. **Center Discussion Paper**, N. 296, 1978.
- FAVERI, Dinorá Baldo de; PETTERINI, Francis Carlo; BARBOSA, Marcelo Ponte. Uma avaliação do impacto da política de expansão dos Institutos Federais nas economias dos municípios brasileiros. **Planejamento e políticas públicas**, N.50, jan/jun, 2018.
- FAO. **Food and Agriculture Organization**, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 26 jun. 2021.

FREITAS, Carlos. **Tamanho dos estabelecimentos e eficiência técnica na agropecuária Brasileira**. 2014. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

FREITAS, Clailton; BACHA, Carlos. Contribuição do capital humano para o crescimento da agropecuária brasileira – período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, N.58, V.4, out/dez, 2004.

GALVÃO, Anderson. **A nova etapa do desenvolvimento agrário e o papel dos agentes privados na inovação pecuária**. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um padrão agrário e agrícola. Brasília-DF, EMBRAPA, 2014.

HELFAND, Steven; MAGALHÃES, Marcelo; RADA, Nicholas. Brazil's agricultural total factor productivity growth by farm size. **Inter-American Development Bank, Environment, Rural development and disaster risk management division**, setembro, 2015.

HUFFMAN, Wallace. Measuring public agricultural research capital and its contribution to state agricultural productivity. **Working Paper** N. 09022, Department of economics-Iowa State University, Ames, november, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2006**. 2020. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 2 mar. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor-INPC**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9258-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 22/04/2021.

IFMT. **Instituto Federal de Mato Grosso**, 2020. Disponível em: <http://ifmt.edu.br/>. Acesso em: 02 abr. 2020.

INEP. Instituto Nacional e Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo do Ensino Superior**. 2020. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/censo-da-educacao-superior>. Acesso em: 15 mar. 2020.

JONES, Charles. **Introdução a teoria do crescimento**. 4ª edição. Editora Campus. Rio de Janeiro, 2000.

- LAPPLE ET AL. What drives innovation in the agricultural sector? A spatial analysis of knowledge spillovers. **Land Use Policy**, N.56, 2016.
- LESAGE, James. **Spatial Econometrics**. University of Toledo.1998.
- LIN, Justin. Education and innovation adoption in agriculture: Evidence from hybrid rice in China. **American Agricultural Economics Association**. 1991.
- MATÉ-VAL, Mariluz; HARRIS, Richard. The paradoxo f geographical proximity for innovators: A regional study of the Spanish agri-food sector. **Land Use Policy**, V.73, 2018.
- NOWAK, Anna; KIJEK, Tomasz. The effect of human capital on labour productivity of farms in Poland. **Studies in Agricultural Economics**, N.118, 2016.
- O'SHEA ET AL. Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. **Research Policy**, N. 34, 2005.
- PEIXOTO, Marcus. **Mudanças e dasafios da extensão rural no Brasil e no mundo**. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um padrão agrário e agrícola. Brasília-DF, EMBRAPA, 2014.
- RIBEIRO, Maria das Graças. A USAID e o ensino agrônômico brasileiro: o caso da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais. **Boletim do Museu paraense Emilio Goeldi ciências humanas**, Belém, V.4, N.3, p.453-463, set/dez, 2009.
- SALLES-FILHO, Sergio; BIN, Adriana. **Reflexões sobre os rumos da pesquisa agrícola**. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um padrão agrário e agrícola. Brasília-DF, EMBRAPA, 2014.
- SANTANA Carlos A. M.; BUAINAIN, Antonio Marcio; SILVA , Felipe Prince; GARCIA , Junior Ruiz; LOYOLA, Pedro. **Política agrícola: Avanços e retrocessos ao longo de uma trajetória positiva**. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- SANTOS, H.G. **Latossolos do Brasil**. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA solos, 1999.

SEBRAE. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. 2020. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SEPLAG-MT. **Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão**. Disponível em: <http://seplag.mt.gov.br/index.php>. Acesso em: 23 dez. 2020.

SENAR-MT. **Serviço Nacional de Aprendizagem Rural**. Disponível em: <https://www.sistemafamato.org.br/portal/senar/>. Acessado em: 20/04/2021.

SILVA, L.A.C. da. **A função de produção da agropecuária brasileira: diferenças regionais e evolução no período 1975 - 1985**. 1996. 157p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SILVEIRA, José Maria. Agricultura Brasileira: o papel da inovação tecnológica. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; ALVES, Eliseu; SILVEIRA, José Maria da; NAVARRO, Zander. O mundo rural no Brasil do século 21: A formação de um padrão agrário e agrícola. Brasília-DF, EMBRAPA, 2014.

SMITH, Stephen; KURTZ, Brad. Why do US corn yields increase? The contributions of genetics, agronomy, and policy instruments. In: KALAITZANDONAKES, N., CARAYANNIS, E. G., GRIGOROUDIS, E., ROZAKIS, S. (eds.). From agriscience to agribusiness: Theories, policies and practices in technology transfer and commercialization. **Springer International Publishing**, pp. 139-131, 2018.

TEIXERA, Ery; CLEMENTE, Felipe; BRAGA, Marcelo. A contribuição das Universidades para o desenvolvimento da agricultura no Brasil. **Revista de economia e agronegócio**, V.11, N.1, 2013.

UFMT. **Universidade Federal de Mato Grosso**, 2020. Disponível em: <https://www.ufmt.br/ufmt/site/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

UNEMAT. **Universidade do Estado de Mato Grosso**, 2020. Disponível em: <http://portal.unemat.br/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

## APÊNDICE

**Tabela A1:** Matriz de correlação entre as variáveis

	P	DESP	PRODES	UNIAGR	MDO	TRATOR	PERM	ASSIS	PEC	W_MDO	W_PRODES	W_TRATOR	W_PERM	W_ASSIS	W_UNIAGR	W_PEC	W_DESP	
P	1.00																	
DESP	0.50	1.00																
PRODES	0.39	0.70	1.00															
UNIAGR	0.15	0.32	0.37	1.00														
MDO	0.20	0.77	0.58	0.31	1.00													
TRATOR	-0.04	0.11	-0.25	0.03	0.14	1.00												
PERM	0.01	0.20	0.17	0.06	0.21	0.11	1.00											
ASSIS	-0.10	0.19	0.15	0.16	0.38	0.30	0.28	1.00										
PEC	-0.64	-0.27	0.00	0.06	0.00	-0.33	0.14	0.19	1.00									
W_MDO	0.13	0.19	0.29	0.01	0.16	-0.25	0.07	-0.01	0.03	1.00								
W_PRODES	0.37	0.30	0.57	0.02	0.14	-0.64	0.00	-0.21	0.00	0.58	1.00							
W_TRATOR	-0.42	-0.32	-0.57	-0.10	-0.12	0.72	0.08	0.24	0.06	-0.24	-0.78	1.00						
W_PERM	-0.11	0.00	-0.02	0.01	0.04	0.16	0.06	0.12	0.08	0.17	-0.07	0.21	1.00					
W_ASSIS	-0.17	-0.06	-0.19	-0.02	0.06	0.43	0.11	0.18	0.05	0.20	-0.32	0.55	0.31	1.00				
W_UNIAGR	0.15	0.05	0.13	-0.02	0.00	-0.09	0.08	-0.07	-0.06	0.33	0.33	-0.12	0.03	0.04	1.00			
W_PEC	0.08	0.08	0.05	0.06	0.01	0.07	0.07	-0.03	-0.08	0.20	0.06	-0.09	0.14	0.17	0.27	1.00		
W_DESP	0.23	0.25	0.44	0.00	0.16	-0.53	0.00	-0.10	0.05	0.71	0.79	-0.49	0.03	-0.15	0.27	-0.13	1.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela A2:** Matriz de correlação entre as variáveis considerando os cursos agrários com pelo menos 5 anos de existência.

	P	DESP	PRODES	UNIAGR5	MDO	TRATOR	PERM	ASSIS	PEC	W_MDO	W_PRODES	W_TRATOR	W_PERM	W_ASSIS	W_UNIAGR5	W_PEC	W_DESP	
P	1.00																	
DESP	0.50	1.00																
PRODES	0.39	0.70	1.00															
UNIAGR5	0.12	0.27	0.37	1.00														
MDO	0.20	0.77	0.58	0.31	1.00													
TRATOR	-0.04	0.11	-0.25	0.03	0.14	1.00												
PERM	0.01	0.20	0.17	0.06	0.21	0.11	1.00											
ASSIS	-0.10	0.19	0.15	0.16	0.38	0.30	0.28	1.00										
PEC	-0.64	-0.27	0.00	0.06	0.00	-0.33	0.14	0.19	1.00									
W_MDO	0.13	0.19	0.29	0.01	0.16	-0.25	0.07	-0.01	0.03	1.00								
W_PRODES	0.37	0.30	0.57	0.02	0.14	-0.69	0.00	-0.21	0.00	0.58	1.00							
W_TRATOR	-0.42	-0.32	-0.57	-0.10	-0.12	0.72	0.08	0.24	0.06	-0.24	-0.78	1.00						
W_PERM	-0.11	0.00	-0.02	0.01	0.04	0.16	0.06	0.12	0.08	0.17	-0.07	0.21	1.00					
W_ASSIS	-0.17	-0.06	-0.19	-0.02	0.06	0.43	0.11	0.18	0.05	0.20	-0.32	0.55	0.31	1.00				
W_UNIAGR5	0.19	0.12	0.13	-0.02	0.00	-0.09	0.08	-0.07	0.06	0.33	0.33	-0.12	0.03	0.04	1.00			
W_PEC	0.08	0.08	0.05	0.06	0.01	0.07	0.07	-0.03	0.08	0.06	0.06	-0.09	0.14	0.17	0.27	1.00		
W_DESP	0.23	0.25	0.44	0.00	0.16	-0.53	0.00	-0.10	0.05	0.79	0.79	-0.49	0.03	-0.15	0.27	-0.13	1.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

**Tabela A3:** Matriz de correlação entre as variáveis considerando os cursos agrários com pelo menos 10 anos de existência.

	P	DESP	PRODES	UNIAGR10	MDO	TRATOR	PERM	ASSIS	PEC	W_MDO	W_PRODES	W_TRATOR	W_PERM	W_ASSIS	W_UNIAGR10	W_PEC	W_DESP	
P	1.00																	
DESP	0.50	1.00																
PRODES	0.39	0.70	1.00															
UNIAGR10	0.12	0.27	0.34	1.00														
MDO	0.20	0.77	0.58	0.29	1.00													
TRATOR	0.04	0.11	-0.25	0.00	0.14	1.00												
PERM	0.01	0.20	0.17	0.05	0.21	0.11	1.00											
ASSIS	0.10	0.19	0.15	0.13	0.38	0.30	0.28	1.00										
PEC	0.64	-0.27	0.00	0.08	0.00	-0.33	0.14	0.19	1.00									
W_MDO	0.13	0.19	0.29	0.05	0.16	-0.25	0.07	-0.01	0.03	1.00								
W_PRODES	0.37	0.30	0.57	0.04	0.14	-0.69	0.00	-0.21	0.00	0.58	1.00							
W_TRATOR	0.42	-0.32	-0.57	-0.10	-0.12	0.72	0.08	0.24	0.06	-0.24	-0.78	1.00						
W_PERM	0.11	0.00	-0.02	0.07	0.04	0.16	0.06	0.12	0.08	0.17	-0.07	0.21	1.00					
W_ASSIS	0.17	-0.06	-0.19	-0.02	0.06	0.43	0.11	0.18	0.05	0.20	-0.32	0.55	0.31	1.00				
W_UNIAGR10	0.19	0.12	0.19	0.03	0.05	-0.11	0.09	-0.06	0.07	0.28	0.33	-0.20	0.01	-0.05	1.00			
W_PEC	0.08	0.08	0.05	0.09	0.01	0.07	0.07	-0.03	0.08	0.20	0.06	-0.09	0.14	0.17	0.29	1.00		
W_DESP	0.23	0.25	0.44	0.01	0.16	-0.53	0.00	-0.10	0.05	0.71	0.79	-0.49	0.03	-0.15	0.26	-0.13	1.00	

Fonte: Resultados da pesquisa.