

## Mensurando a Produtividade do Trabalho e Capital no Cultivo de Soja: Uma Comparação entre os Estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás

**CLAUDIA ALVES PEREZ**

*Fucape Business School*

**EDERALDO JOSE PEREIRA DE LIMA**

*Fucape Business School*

**JUSCELIANY RODRIGUES LEONEL CORREA**

*Fucape Business School*

### Resumo

O cultivo de soja destaca-se no cenário internacional como um produto expressivo na pauta de exportação do país. Assim, conhecer as relações de produção, entre a tecnologia e o trabalho, pode proporcionar informações relevantes principalmente para a tomada de decisão nesse setor. Devido a isso, este artigo tem como objetivo especificar a função de produção do cultivo de soja em grãos para municípios produtores dos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, no ano de 2016, com base no Censo Agropecuário de 2016 (IBGE, 2019) e informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (Brasil, 2019). Esses estados se destacam na produção de soja por serem os quatro maiores produtores (nessa ordem) durante as últimas 10 safras (Conab, 2019b). A justificativa para tal pesquisa se dá que estes estados juntos são os maiores produtores de grãos no país e que representam uma forte participação no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Ao utilizar o modelo Cobb-Douglas, como função de produção da soja e as variáveis área plantada, horas de trabalho contratadas e capital (máquinas agrícolas), foi possível estimar os parâmetros de produtividade do trabalho e capital usando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Neste estudo para se chegar aos resultados, foi utilizado o método de regressão de dados *cross-section*. Os resultados visando objetivar a sua melhor divulgação foi feita inicialmente separadamente por Estado e após esta unificados, onde apontam que, em média, a produtividade do trabalho no Mato Grosso é maior do que nos demais estados, porém, a produtividade do capital não foi significativa nesse estado.

**Palavras-chave:** Cultivo de soja; Produtividade do trabalho e capital; Função de produção.

### 1 INTRODUÇÃO

Apesar da crise iniciada em 2014/2015, tanto a produção quanto a exportação de grãos brasileiros, especificamente de soja, vêm destacando-se no cenário do agronegócio mundial durante ao menos uma década. Por exemplo, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em seu relatório (USDA, 2006), apresentou que a safra brasileira de 2004/05, foi responsável por 24% da produção mundial e 34% das exportações no mercado internacional.

Atualmente o principal estado produtor de soja é o Mato Grosso, que responde por 27% da produção brasileira. Esse estado apresenta um elevado potencial agrícola, captando divisas no mercado internacional e desfrutando de elevadas taxas de crescimento anuais da

produção. O segundo maior produtor é o estado do Paraná, representando cerca de 16% da produção (Conab, 2019b).

Conseqüentemente, a produção de soja brasileira contribui para o crescimento econômico dessas regiões estudadas. Logo, levanta-se a seguinte problemática: quais os fatores de produção contribuem para a produtividade do cultivo de soja nos quatro principais estados produtores? Assim, a hipótese básica da pesquisa é testar se produtividade do trabalho é maior do que produtividade do capital.

Para tanto, a análise da produção do cultivo de soja tem como base os seguintes fatores de produção: terra, trabalho e capital, considerados de extrema importância na tomada de decisão nas combinações desses fatores. Isso se deve ao fato de que a concentração de trabalho nessa cultura é historicamente crescente, no entanto, devido ao processo de mecanização que vem sendo apresentado pelo setor, entende-se que, ainda, a mão de obra contribui mais para a produtividade do que o capital.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é mensurar a produtividade de trabalho e capital do cultivo de soja dos municípios de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, no ano de 2016. Como o objetivo específico, pretende-se comparar o Mato Grosso com os três maiores estados no quesito produtividade do trabalho.

Essa pesquisa é de abordagem quantitativa quanto ao objetivo, classifica-se como um estudo descritivo, com utilização da mensuração da produção de soja entre os quatro maiores produtores brasileiros. E, para atender aos objetivos, foi construída uma função de produção Cobb-Douglas, com as variáveis para a produção agrícola de soja, área plantada, quantidade de horas contratadas e maquinário agrícola. A partir da definição dessa função de produção, foi possível construir a estratégia empírica para testar a hipótese da pesquisa. Assim, através do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), com os dados *cross section*, foi possível mensurar a produtividade do trabalho e do capital.

A principal motivação desse estudo se refere à forte participação do Agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB), sendo uma tendência para mensurar cada vez mais a produtividade no Brasil. No Mato Grosso, seguido dos estados que fazem parte dessa pesquisa, eles são os principais representantes da economia regional, e, ainda, um dos principais expoentes da atividade agrícola do Brasil.

A pesquisa, além dessa introdução, é assim composta: a Seção 2 apresenta a revisão da literatura sobre a mensuração da produtividade do trabalho e do capital no cultivo de soja; a Seção 3 relata a Metodologia, na qual foram descritos os procedimentos metodológicos utilizados na coleta dos dados; enquanto a Seção 4 traz os resultados obtidos por meio das análises dos dados a partir do uso de ferramentas estatísticas; e, por fim, a Seção 5 destaca os resultados obtidos e sua relevância.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Essa seção apresenta uma breve revisão da literatura com o escopo nos trabalhos que tratam da produtividade do trabalho e do capital na agricultura brasileira. Para isso, esse capítulo tem duas subseções: 2.1 Agronegócio brasileiro e 2.2 Produtividade no Campo e Inovação Tecnológica, as quais trazem um embasamento teórico para o desenvolvimento do trabalho e para que os resultados sejam demonstrados de forma eficaz.

### 2.1 Agronegócio Brasileiro

A década de 1990 pode ser descrita como o choque de eficiência e competitividade resultante de um pesado ajuste que decorreu da desregulamentação dos mercados e do fim do

crédito rural. Após o choque cultural da década, as atividades do agronegócio precisaram ser repensadas, o que aproximou fronteiras do mercado interno com o mercado internacional, favorecendo competitividade e expansão da oferta no mercado externo (Jank, Nassar, & Tachinardi, 2005).

Com o lançamento do Plano Real em 1994, a agricultura consolida-se como um dos setores-chave para a estabilização econômica, sendo o agronegócio, com elevada participação no PIB, relevância na pauta exportadora e mecanismo de controle inflacionário, evidência da importância dela para o crescimento e desenvolvimento do país (Pessoa, 2005 apud Ojima, 2006; Ianoni, 2009)

Ainda na percepção de Jank et al. (2005), o Brasil passou a ser beneficiado pelo modelo agroexportador brasileiro, principalmente os estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Tocantins, Pará, Maranhão, Bahia e Piauí. Conseqüentemente, o Brasil, em 2003, detinha o quarto lugar no *ranking* dos países exportadores agrícolas, um marco alcançar tal desempenho e participação no PIB brasileiro. Diante disso, tal modelo foi introduzido no agronegócio brasileiro (IBGE, 2019).

Nessa perspectiva de melhorias e crescimento, o agronegócio passou a ser um setor que aqueceu economicamente o Brasil, demonstrando um crescimento de 5% em relação ao Censo Agro de 2006, segundo o censo de 2017 realizado pelo Instituto Brasileiro Geografia e Estatística (IBGE). Além disso, em 2017, o PIB brasileiro registrou um crescimento de 1% em relação ao ano anterior, sendo que, dessa variação positiva, pelo menos 21,58% se refere ao Valor Adicionado Bruto do Agronegócio Brasileiro (IBGE, 2019).

## 2.2 Produtividade no Campo e Inovação Tecnológica

Nessa subseção, na busca de trabalhos relevantes sobre o tema (com ISSN, Qualis das revistas e instituições de pesquisa), destacamos a parcimônia de pesquisas relacionadas ao assunto. Por isso, há uma carência nesse sentido, e esse trabalho vem de encontro a ela para ampliar e contribuir para a literatura brasileira.

Nas últimas décadas, o Brasil tem mostrado sinais de que está se recuperando no cenário econômico relacionado aos setores mais produtivos, como indústria, comércio e agrícola. Tal desempenho fez com que a produtividade agrícola brasileira ficasse próxima de países como Estados Unidos da América (EUA) e Argentina (Goedhuys, 2007; Conab, 2017).

Ao comparar a produção da soja dos maiores países produtores mundiais, pode-se afirmar que a produtividade média da soja, nos últimos 40 anos, foi de 2,482 mil kg/ha. Ao analisar EUA, Argentina e Brasil, os níveis foram próximos. Os resultados apontaram que o Brasil obteve avanço de 2,87 mil kg/ha, número próximo ao dos Estados Unidos, que acumularam uma média de 2,922 mil kg/ha, e da Argentina, que tem produzido 2,715 mil kg/ha (Conab, 2017).

Para a Conab (2017), o estado que liderou a produtividade nacional da soja na safra 2015/16 foi o estado do Mato Grosso, que registrou um rendimento médio de 2,883 mil kg/ha, seguido por Goiás, que obteve um rendimento de 2,631 mil kg/ha, Paraná, com rendimento de 2,579 mil kg/ha, e Rio Grande do Sul, com 1,847 mil kg/ha.

Países desenvolvidos buscam investir em tecnologia de produção e aproveitamento de áreas utilizáveis no agronegócio (Goedhuys, 2007). Já os países em desenvolvimento e em transição ainda podem implementar métodos de produção mais avançados, assim como utilizar melhor as áreas disponíveis para plantio (Conab, 2017).

Para alcançar melhores rendimentos, a Conab (2017) relata que o Brasil precisa ter um coeficiente que mede a otimização da produção obtida a partir da aplicação ótima dos fatores

de produção, dado aos níveis tecnológicos existentes. Isso significa, transformar insumos em produto que reflete tecnologia aplicada, grau de investimento empregado, padrão de desenvolvimento e progresso técnico agregado aos insumos produtivos, utilização dos recursos naturais de forma ótima, enfim, a maximização do rendimento médio decorre da aplicação de todo esse conjunto de variáveis de maneira ótima.

Vale destacar que, nos últimos anos, o pacote tecnológico utilizado em lavouras se tornou um fator eficiente, aumentando a produtividade em diversas áreas (Conab, 2017). Para tal, a tendência do agronegócio é o surgimento de equipamentos e máquinas velozes, capaz de atender o campo por meio de um desenvolvimento contínuo com ferramentas potentes e de aplicações específicas (Goedhuys, 2007). Isso impacta a produção de soja, atingindo maiores patamares de produtividade a partir de uma mudança na função de produção, por meio de inovação, seja tecnológica, de insumos ou no processo produtivo, que rompa o atual equilíbrio da produção estabelecida e a redução de custos na safra (Artuzo, Foguesatto, Souza, & Silva, 2018 & Conab, 2017).

### 3 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos do trabalho, principalmente o de mensurar a produtividade do trabalho e do capital do cultivo de soja de municípios dos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, no ano de 2016, foram desenvolvidos o modelo econométrico (subseção 3.1.1), como método de estimação *Ordinary Least Squares* (Mínimos Quadrados Ordinários), e o modelo Cobb-Douglas. Para tal, a hipótese testada foi mensurar se produtividade do trabalho é maior do que produtividade do capital entre os estados que fazem parte desta pesquisa. Logo abaixo estão descritos o modelo do banco de dados, a estratégia empírica e os dados

#### 3.1 Modelo e banco de dados

##### 3.1.1 Teórico e econométrico

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2010), o processo produtivo envolve a combinação e a transformação de insumos de produção (trabalho, matérias-primas e capital) em produtos. Para mensurar a forma como essas variáveis se relacionam, faz-se necessária uma função de produção que indicará o maior nível de produção que uma firma poderá atingir para cada possível combinação de insumos de produção, considerando o estado de tecnologia. Isso demonstra o que é tecnicamente viável quando a unidade produtiva opera de forma eficiente.

Portanto, a função matemática de produção utilizada para estimar a produtividade dos insumos de produção, em específico o trabalho, parte de uma tipo Cobb-Douglas, como segue (Wooldridge, 2013):

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} \varepsilon \quad (1)$$

Em que: Y é o volume de produção;  $X_i$ 's são os insumos; os parâmetros  $\beta$ 's são os coeficientes a serem estimados que refletem a intensidade ou a produtividade de cada insumo sobre a produção; e  $\varepsilon$  é o erro estocástico.

Já o modelo econométrico parte de uma função log-log e tem como estratégia de regressão o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A equação 2 resume a equação estimada:

$$\log(QPsoja) = \beta_0 + \beta_1 \log(Area) + \beta_2 \log(horas) + \beta_3 \log(capital) + \varepsilon \quad (2)$$

QPsoja é a quantidade produzida de soja em toneladas para os municípios produtores de soja no ano de 2016. Área é o total de área colhida em hectares por município. Horas é a quantidade de horas contratadas para o cultivo de soja. Capital é o total de tratores, semeadeiras/plantadeiras, colheitadeiras e adubadoras contratados.

### 3.2 Estratégia empírica

De acordo com Gujarati e Porter (2011), o escopo de uma pesquisa quantitativa visa o estudo da dependência de uma variável, denominada variável dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as variáveis explanatórias ou independentes, visando estimar o valor médio da variável dependente em termos dos valores observados das variáveis independentes.

Nesta pesquisa, para mensurar a produtividade do trabalho, o método amplamente difundido denominado Mínimo Quadrado Ordinário será utilizado. Gujarati e Porter (2011) chamam atenção para a diferença entre regressão e causalção. Isso é, o fato de que a regressão analise a dependência de uma variável em relação a outras não indica necessariamente uma causalção. Isso ocorre pelo fato de que as ideias de causalção são oriundas de teorias, sendo essas exógenas à estatística. Outro ponto relevante é que o conceito de regressão não tem sentido semelhante ao conceito de correlação, pois o primeiro diz respeito à dependência, enquanto o segundo mede a força ou o grau de associação linear entre duas variáveis.

Assim, o método de estimação dos MQO se mostrou um dos mais difundidos e poderosos, pois possui algumas propriedades estatísticas atraentes. Esse método se baseia na menor soma possível dos resíduos quadrados. Isso é, primeiramente, os resíduos representam a diferença de valores entre os valores observados e os valores estimados; elevando esses resíduos ao quadrado, dá-se mais peso aos maiores resíduos, exaltando as observações que mais se afastam da regressão; adotando como critério a menor somatória de cada erro elevado ao quadrado e ajustando a equação de modo que nenhuma outra consiga melhor representar os dados. Isso representa claramente que a soma dos quadrados dos resíduos é uma função dos estimadores. Logo, a partir desse método, os parâmetros retornados são os que mais se ajustam aos dados, sendo assim, qualquer outro valor não representaria melhor do que os calculados (Gujarati & Porter, 2011 & Wooldridge, 2013).

No entanto, essa regressão possui algumas hipóteses básicas, de modo que os estimadores não sejam viesados. De forma resumida, a literatura aponta sete hipóteses: (1) o modelo é linear nos parâmetros; (2) os valores assumidos pelos regressores ( $x_i$ 's) e os erros  $u_i$ 's são independentes, isso é, não existe correlação entre o erro e a variável explanatória; (3) o valor médio do erro é zero. Ou seja, as variações positivas se anulam com as negativas; (4) homoscedasticidade ou variância constante do erro ( $u_i$ ); (5) não há autocorrelação entre os termos de erro. A autocorrelação entre os resíduos das variáveis provoca que esses erros causem impactos na variável dependente; (6) o número de observações deve ser maior que o número de parâmetros a ser estimado; e (7) há variabilidade nos valores dos regressores. A não satisfação de uma dessas hipóteses acaba por comprometer os parâmetros estimados.

Por fim, dadas as premissas do modelo clássico de regressão linear, os estimadores de mínimos quadrados da classe dos estimadores não viesados têm variância mínima, isso é, são o melhor estimador linear não viesado.

Posto isso, ainda existem outras hipóteses que devem ser satisfeitas. Uma delas é a multicolinearidade, em que existe, em regressões com múltiplas variáveis explanatórias, uma correlação entre elas. Isso é, a variável  $x_i$  explica  $Y_i$ , mas está correlacionada com  $x_j$ . Esse problema acaba por dificultar a obtenção de erros padrão pequenos. A grande variância e covariância dos estimadores torna a regressão menos precisa, necessitando de intervalos de confiança mais amplos, com razão  $t$  estatisticamente insignificante. Em suma, a regressão acaba por não retornar o valor dos regressores com a necessária confiança (Gujarati & Porter, 2011). No sentido de evitar essa inconsistência, a hipótese de não existência de multicolinearidade será testada por meio do teste da *Variable Inflation Factor* (VIF).

Outra questão que será levantada é a comparação do estado de Mato Grosso com os estados de Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul quanto aos municípios cultivadores de soja. A equação final a ser estimada é:

$$\log(QPsoja) = \beta_0 + \beta_1 \log(Area) + \beta_2 \log(horas) + \beta_3 \log(capital) + \delta DE_i + \delta D_i \varepsilon \quad (3)$$

Em que  $DE_i$  é uma variável categórica que assume valor 1 para os municípios que estão no estado do Paraná, 2 para os municípios do estado de Mato Grosso, 3 para os municípios do estado de Rio Grande do Sul e 4 para os municípios do estado de Goiás. Já  $D_i$ , variável binária, assume 1 para os municípios do estado de Mato Grosso e 0 para os demais.

A questão do recorte temporal de 2016 deve-se ao fato de que o Censo Agropecuário mais recente é de 2016, o penúltimo censo foi de 2006. Como o método exige dados em *cross section*, optou-se pelo banco de dados mais recente disponível.

### 3.3 Dados

Os dados foram coletados do Censo Agropecuário 2016 (IBGE, 2019), que diz respeito à quantidade produzida, ao total de máquinas agrícolas, ao número de estabelecimentos agrícolas e à área colhida. Já as quantidades de horas contratadas foram retiradas da base da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (Brasil, 2019).

Segundo a Conab (2019a), os principais estados produtores da safra 2017/18 são: Mato Grosso (MT), com 27,2% da produção (32,30 milhões de toneladas); Paraná (PR), com 16,1% da produção (19,17 milhões de toneladas); Rio Grande do Sul (RS), com 14,4% (17,15 milhões de toneladas); e Goiás (GO), com 9,9% (11,78 milhões de toneladas). Tais informações demonstram que uma análise prévia apresentada pela Conab reafirma que o estado do Mato Grosso continua líder na produção de soja.

Conseqüentemente, a Tabela 1 compara a evolução da produção do cultivo de soja nas safras de 2010/2011 até 2018/2019.

**Tabela 1: Produção do cultivo de soja (mil t) – Brasil, Goiânia, Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul**

Ano	Brasil	GO	MT	PR	RS
2010/11	75.323,00	8.182,00	20.412,00	15.424,00	11.621,00
2011/12	66.385,00	8.252,00	21.849,00	10.942,00	6.527,00
2012/13	81.499,00	8.563,00	23.533,00	15.912,00	12.535,00

2013/14	86.122,00	8.995,00	26.442,00	14.781,00	12.868,00
2014/15	96.229,00	8.625,00	28.019,00	17.210,00	14.882,00
2015/16	95.574,00	10.250,00	26.031,00	16.982,00	16.201,00
2016/17	114.074,00	10.819,00	30.514,00	19.586,00	18.714,00
2017/18	119.281,00	11.786,00	32.306,00	19.170,00	17.150,00
2018/19	115.031,00	11.437,00	32.454,00	16.253,00	19.187,00

Fonte: Conab (2019b).

A Tabela 1 demonstra a comparação, evolução e oscilações que ocorreram durante o ano de 2010 e 2019 na produção do cultivo de soja. Observa-se que a maior produção do cultivo de soja está concentrada no estado de Mato Grosso.

#### 4 RESULTADOS

Essa seção apresenta a estatística descritiva das variáveis, considerando os municípios dos estados de Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás.

Para melhor entendimento das variáveis estudadas, o Quadro 1 apresenta as unidades de medida dessas variáveis:

**Quadro 1: Unidades medidas**

Variável	Descrição	Mensuração
n. estabelecimentos	Número de estabelecimentos agropecuários com lavoura temporária	Unidade
Quant. Prod.	Quantidade produzida nas lavouras temporárias de soja em grãos	Toneladas
Área Colhida	Área colhida nas lavouras temporárias de soja em grãos	Hectares
Total Máquinas	Número de tratores, implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários	Unidade
Quant. Horas Cont.	Número de horas contratadas na cultura de soja em grãos	Unidade (horas)

Fonte: Elaborado pelos autores.

No Mato Grosso, a média de estabelecimentos foi de 59,14, e o total de máquinas em média 841,7, enquanto a quantidade média produzida de soja foi de 290 mil toneladas em relação à safra 2016/2017.

**Tabela 2: Estatística descritiva (Mato Grosso – 2016)**

Variável	N	Mean	S.D.	Min	0.250	Mdn	0.750	Max
n. estabelecimentos	120	59,14	95,30	1	7	23,50	72	645
Quant. Prod.	102	290.000	360.000	1.837	53.197	140.000	450.000	2.000e+06
Área. Colhida	102	86.489	110.000	700	17.359	44.363	130.000	570.000
Total. Máquinas	141	841.7	665.5	64	342	661	1.166	3.536
Quant. Horas Cont.	114	17.680	28.054	44	880	5.772	23.216	190.000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se que no Paraná, existem, em média, mais estabelecimentos (220) com menor média de números de máquinas (764). Uma consideração a ser feita é a questão do número de municípios para cada estado. Por exemplo, no Mato Grosso, existem 141 municípios, no Paraná, 399, no Rio Grande do Sul, 497, e, no Goiás, 246. Então, mesmo que os resultados da estatística descritiva estejam na média, existe o problema dos *outliers*, tanto subestimando quanto superestimando a média.

**Tabela 3: Estatística descritiva (Paraná – 2016)**

Variável	N	Mean	S.D.	Min	0.250	Mdn	0.750	Max
n. estabelecimentos	383	220,9	237,2	1	41	147	324	1.556
Quant. Prod.	366	41.654	46.364	233	9.420	29.771	58.880	330.000
Área. Colhida	366	11.663	12.456	67	2.926	8.735	15.795	85.943
Total. Máquinas	399	764,8	676,8	6	322	568	1.008	6.625
Quant. Horas Cont.	318	2.080	3857	44	264	744	2.134	33.883

Fonte: Elaborada pelos autores.

Já a média da quantidade produzida do Rio Grande do Sul foi de 42 mil toneladas enquanto, no entanto, a média de máquinas é de 734,6 e a quantidade de horas contratadas foi em média 1.811.

**Tabela 4: Estatística descritiva (Rio Grande do Sul – 2016)**

Variável	N	Mean	S.D.	Min	0.250	Mdn	0.750	Max
n. estabelecimentos	448	213,1	218,7	1	41,50	161,5	326,5	1.235
Quant. Prod.	405	42.728	60.778	2	6.683	20.112	52.527	490.000
Área. Colhida	405	12.808	18.286	2	2.182	6.267	15.286	140.000
Total. Máquinas	497	734,6	655,7	1	374	558	934	8.075

Quant. Horas Cont.	237	1.811	3.570	18	154	616	1.734	2.9941
--------------------	-----	-------	-------	----	-----	-----	-------	--------

Fonte: Elaborada pelos autores.

A quantidade produzida no estado de Goiás foi em média 65 mil toneladas, e média de máquinas foi de 618,6 e a quantidade de horas contratadas de 4.286. Uma constatação possível é que a produtividade total do Rio Grande do Sul seja maior do que a do estado de Goiás referente à safra 2016/2017.

**Tabela 5: Estatística descritiva (Goiás – 2016)**

Variável	N	Mean	S.D.	Min	0.250	Mdn	0.750	Max
n. estabelecimentos	206	37,95	86,67	1	3	9	35	893
Quant. Prod.	154	65.396	140.000	686	5.122	16.637	65.981	1,200e+06
Área. Colhida	154	19.023	39.832	176	1.679	4.800	18.815	340.000
Total. Máquinas	246	618,6	536,8	6	247	451	767	2.970
Quant. Horas Cont.	149	4.286	11.249	40	176	797	3.036	83.272

Fonte: Elaborada pelos autores.

Outra questão importante é o teste de diferença de médias, que tem a finalidade de verificar, de forma estatística, se há diferenças sobre produção, horas contratadas e total de máquinas dos municípios mato-grossense em relação aos demais. Assim, o teste compara dois grupos: a) municípios dos estados de Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás; e b) municípios do estado do Mato Grosso. Onde observa-se a significativa diferença a maior em todos os quesitos analisados (quantidades de horas contratadas, quantidade produzida, área colhida e total de máquinas). A Tabela 6 demonstra a diferença de média dos 4 maiores produtores de safra do Brasil.

**Tabela 5: Teste de diferença de média**

Variáveis	Grupo (0)		Grupo (1)		Dif. Média	p-valor
	Média	D.P	Média	D.P		
Quant. Horas Cont.	2456.42	6208.28	17680.36	28053.57	-15223.94	0.0000***
Quant. Prod.	46076.83	75429.93	290654.6	360560.5	-244577.8	0.0000***
Área. Colhida	13389.7	21836.27	86488.98	105808.2	-73099.28	0.0000***
Total. Máquinas	720.1594	641.513	841.695	665.5549	-121.535	0.0347**

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota 1: \* p<0.01, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.1. Nota 2: dif = média (Grupo 0: outros municípios dos demais estados) – média (Grupo 1: municípios do Mato Grosso).

Para todas as variáveis elencadas, houve significância estatística nos dois grupos de comparação. Então, é possível afirmar que há diferenças entre as horas contratadas, a quantidade produzida e o total de máquinas utilizadas. O teste demonstrou que, em média, os municípios do estado de Mato Grosso apresentam melhores resultados em comparação com os demais.

As tabelas a seguir apresentam a matriz de correlação linear entre as variáveis. A questão importante é verificar se a quantidade produzida de grãos de soja tem alguma relação estatística com a quantidade de horas contratadas na cultura de soja e as máquinas utilizadas.

De forma geral, o estado do Paraná apresentou uma correlação forte da quantidade produzida com a quantidade de horas contratadas (0.70) e fraca com o total de máquinas (0.36), ambas estatisticamente significativas.

**Tabela 7: Matriz de correlação (Paraná – 2016)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
n. estabelecimentos (1)	1,0000				
Quant. Prod. (2)	0.6927*	1,0000			
Área. Colhida (3)	0.6988*	0.9965*	1,0000		
Total. Máquinas (4)	0.6241*	0.3677*	0.3696*	1,0000	
Quant. Horas Cont. (5)	0.2222*	0.7045*	0.6965*	0.2070*	1,0000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota 1: \*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.1$ .

Já os municípios do estado de Mato Grosso apresentaram um resultado interessante: uma correlação negativa fraca com o total de máquinas utilizadas (-0.22) e uma correlação forte com a quantidade de horas contratadas (0.85). Isso pode representar um caminho de que os municípios desse estado, em 2016, estavam mais intensivos em mão de obra do que em máquinas.

**Tabela 8: Matriz de correlação (Mato Grosso – 2016)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
n. estabelecimentos (1)	1,0000				
Quant. Prod. (2)	0.7082*	1,0000			
Área. Colhida (3)	0.7075*	0.9992*	1,0000		
Total. Máquinas (4)	-0.0532	-0.2274*	-0.2331*	1,0000	
Quant. Horas Cont. (5)	0.5396*	0.8593*	0.8626*	-0.1678	1,0000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota 1: \*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.1$ .

Por outro lado, apesar de o Rio Grande do Sul apresentar correlação fraca entre quantidade produzida e máquinas, ela foi positiva, ou seja, uma parte da variância da quantidade produzida tem relação linear com os maquinários agrícolas. Porém, também há uma correlação forte em relação à quantidade de horas contratadas (0.76).

**Tabela 6: Matriz de correlação (Rio Grande do Sul - 2016)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
n. estabelecimentos (1)	1,0000				
Quant. Prod. (2)	0.5453*	1,0000			
Área Colhida (3)	0.5158*	0.9888*	1,0000		
Total Máquinas (4)	0.2861*	0.2391*	0.2838*	1,0000	
Quant. Horas Cont. (5)	0.3512*	0.7685*	0.6974*	0.0640	1,0000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota 1: \* p<0.01, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.1.

O estado de Goiás demonstrou, em 2016, uma correlação muito forte entre quantidade produzida de soja e horas contratadas de trabalho (0,9) e uma correlação moderada em relação ao total de maquinários (0,44).

**Tabela 7: Matriz de correlação (Goiás – 2016)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
n. estabelecimentos (1)	1,0000				
Quant. Prod. (2)	0.9460*	1,0000			
Área. Colhida (3)	0.9491*	0.9995*	1,0000		
Total. Máquinas (4)	0.4937*	0.4488*	0.4572*	1,0000	
Quant. Horas Cont. (5)	0.8386*	0.9040*	0.9068*	0.3603*	1,0000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota 1: \* p<0.01, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.1

Esses resultados sobre a correlação entre quantidade produzida da cultura de soja, horas contratadas de trabalho e implementos de maquinários agrícolas abriram a questão importante de que, em média, a produção dos quatro maiores produtores dessa cultura é predominantemente advinda da utilização de horas contratadas de trabalho.

A Tabela 11 apresenta os resultados estimados de acordo com a equação (3). Nota-se que o aumento de 1% nas horas contratadas está associado a um aumento, em média, de 0,726% nas toneladas de grãos de soja para o estado de Mato Grosso. O segundo maior efeito do trabalho sobre a produção foi no estado de Goiás, influenciado 0,670%, em média, sobre cada tonelada produzida.

Já quanto à produtividade das máquinas, para cada 1% de aumento, ficou em torno de 0,3% o efeito médio de uma unidade de maquinário sobre a produção (Paraná: 0.452%, Rio Grande do Sul: 0.375% e Goiás: 0.216%). Porém, no estado de Mato Grosso, não houve significância estatística. O número de observações não foi equivalente ao total dos municípios devido aos *missing*, principalmente em relação ao uso de máquinas e equipamentos agrícolas, não estarem disponíveis na base de dados da RAIS (2019).

**Tabela 8: Resultados da regressão**

Variáveis	MT	PR	RS	GO	Total
Quant. Horas Cont.	0.726*** (0.0316)	0.511*** (0.0297)	0.453*** (0.0322)	0.670*** (0.0399)	0.567*** (0.0166)
Total Máquinas	0.000293 (0.0706)	0.452*** (0.0535)	0.375*** (0.0764)	0.216** (0.0909)	0.333*** (0.0385)
Constante	5.458*** (0.569)	3.986*** (0.377)	5.307*** (0.504)	4.164*** (0.582)	4.529*** (0.263)
Observações	100	307	231	123	761
R-quadrado	0.847	0.573	0.527	0.732	0.634

Fonte: Elaborada pelos autores. Erro padrão entre parênteses.

Nota 1: \* p<0.01, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.1.

Portanto, esta pesquisa se propôs a mensurar, de forma quantitativa, a produtividade do trabalho sobre a produção de soja entre os quatros maiores produtores no Brasil. De certa forma, o fator trabalho foi superior ao fator máquinas nesses produtores de soja, enfatizando o maior efeito da produtividade do trabalho sobre a produção.

## 5 CONCLUSÃO

É notório que o país tem um agronegócio fortalecido, principalmente na pauta agroexportadora. A produção de soja é o carro chefe há anos no Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, estados que lideram a produção nacional (Conab, 2019). Diante disso, a pesquisa se propôs a mensurar a produtividade do trabalho e do capital do cultivo de soja desses estados, a fim de nortear futuras políticas públicas e entender a dinâmica desse mercado.

Para isso, foi construída uma função de produção Cobb-Douglas, com as variáveis para produção agrícola de soja, área plantada, quantidade de horas contratadas e maquinário agrícola. Em seguida, com o método de MQO, e os dados *cross section* para o ano de 2016 (Censo Agropecuário), foi possível mensurar a produtividade do trabalho e do capital.

Os resultados apontaram que o estado de Mato Grosso apresentou a maior produtividade do trabalho em relação aos demais (MT: 0.726) e se destaca no quesito produção, consolidando sua posição em primeiro lugar já há alguns anos.

Vale ressaltar que a influência tecnológica ocorrida no campo exigiu gestão eficiente e aperfeiçoamento na utilização de ferramentas para o setor. Isso significa que os resultados encontrados refletem a realidade dos estados em produção agrícola.

Tais dados revelam a possibilidade de análise e abrangência de outros produtos agrícolas a serem estudados no meio do Agronegócio, a fim de comparar e mensurar o comportamento entre estados brasileiros e até mesmo países no Mercosul. Isso significa que é natural que, a cada período, os comportamentos se alterem e novas necessidades surjam, exigindo que empresas e produtores rurais precisem buscar tecnologias no processo produtivo e deixando contribuições relevantes para esse setor.

## REFERÊNCIAS

- Artuzo, F. D., Foguesatto, C. R., Souza, Â. R. L., & Silva, L. X. (2018). Gestão de custos na produção de milho e soja. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 20(2), 273-294. Doi: 10.7819/rbgn.v20i2.3192. Recuperado de [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-48922018000200273&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-48922018000200273&script=sci_arttext).
- Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). (2017). A produtividade da soja: Análises e perspectivas. *Compêndio de Estudos Conab*, v. 10. ISSN: 2448-3710. Recuperado de <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab?start=10>
- Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). (2019a). Perspectivas para agropecuária. v. 6, Safra 2018/2019. Recuperado de <https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>
- Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). (2019b). Portal de Informações Agropecuária. Safra 2018/2019. Recuperado de <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>
- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. (2019). Portal de Informações. Relação Anual de Informações Sociais Relação Anual de Informações Sociais – RAIS (2019). Brasília. Recuperado de <http://trabalho.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/economia/agric/apresent.htm>
- Goedhuys, M. (2007). "The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil", United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT). UNU-MERIT Working Papers ISSN 1871-9872. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/4778481\\_The\\_impact\\_of\\_innovation\\_activities\\_on\\_productivity\\_and\\_firm\\_growth\\_evidence\\_from\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/4778481_The_impact_of_innovation_activities_on_productivity_and_firm_growth_evidence_from_Brazil)
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria Básica*. Porto Alegre: AMGH.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2019). Indicadores IBGE. Portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuaria.html?edicao=9830&t=resultados>.
- Ianoni, M. (2009). Políticas Públicas e Estado: o plano real. Lua Nova: Revista de Cultura e Política, (78), 143-183. Doi: <http://10.1590/S0102-64452009000300009>

- Jank, M. S., Nassar, A. M., & Tachinardi, M. H. (2005). Agronegócio e comércio exterior brasileiro. *Revista USP*, [s. l.], (64), 14-27. Doi: [10.11606/issn.2316-9036.v0i64p14-27](https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i64p14-27)
- Ojima, A. L. R. de O. (2006). *Fluxos de exportação de soja do estado do Mato Grosso: uma aplicação de programação linear* (No. 1347-2016-106250). Doi: [10.22004/ag.econ.146485](https://doi.org/10.22004/ag.econ.146485). Recuperado de 2019 de <https://ageconsearch.umn.edu/record/146485/>.
- Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. (2010). *Microeconomia*. 7 ed. São Paulo: Pearson.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2006). Recuperado de <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. Tradução José Antonio Ferreira. São Paulo: Cengage Learning.