

## A PRODUTIVIDADE NAS LAVOURAS TEMPORÁRIAS DA REGIÃO NORTE

### **Lucas Lemos Ferraz**

Graduando em Ciências Econômicas da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
[lemosferrazlucas@gmail.com](mailto:lemosferrazlucas@gmail.com)

### **Lucas Silva Ramos**

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios – UFGD  
[lucas\\_smramos@hotmail.com](mailto:lucas_smramos@hotmail.com)

### **Jonathan Gonçalves da Silva**

Professor Adjunto da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
[jonathandasilva@ufgd.edu.br](mailto:jonathandasilva@ufgd.edu.br)

### **Roselaine Bonfim de Almeida**

Professora Adjunta da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD  
[roselainealmeida@ufgd.edu.br](mailto:roselainealmeida@ufgd.edu.br)

### **Resumo**

O Brasil tem grande relevância internacionalmente sobretudo no que diz respeito ao agronegócio, que representou 48,1% das exportações no ano de 2022. Neste sentido, é de extrema importância analisar as variáveis que permitem, por exemplo, avaliar os determinantes da produtividade das lavouras alcance o seu nível ideal. A proposta, deste artigo é analisar a relação da produtividade das lavouras temporárias da Região Norte mediante as seguintes variáveis: pessoal ocupado, escolaridade, agrotóxicos, adubo, crédito, capital. Utilizou-se regressão múltipla para estimar os resultados esperados, na qual a produtividade assumiu a função de variável dependente, ao passo que as variáveis pessoal ocupado, agrotóxicos, adubos, crédito rural, e capital foram as variáveis independentes. Os cálculos mostraram que existe uma relação negativa entre pessoal ocupado e produtividade, a variação em 1% de pessoas ocupadas diminui em 0,08% a produtividade e, para adubos, uma variação em 1% do mesmo, diminui em 0,16% a produtividade. Variáveis como crédito rural e capital mostraram não ser significativas para o aumento da produtividade. Ainda, as variáveis que apresentaram uma relação positiva foram agrotóxicos e nível de escolaridade dos produtores, cujo aumento em 1% nos gastos com agrotóxicos, aumenta a produtividade em 0,18%, já o aumento em 1% dos produtores com nível superior, leva a um crescimento da produtividade em 0,37%. Conclui-se, que as variáveis significativas têm relação direta com crescimento da produtividade, ou diminuição, como foi o caso de pessoal ocupado e adubo. Por fim, requer-se novos estudos, para avaliar o avanço do agronegócio na região, diante das limitações encontradas.

**Palavras-chave:** produtividade das lavouras, uso de agrotóxicos e agricultura na região norte.

### **Abstract**

Brazil has significant international relevance, especially when it comes to agribusiness. Agriculture accounted for 48.1% of exports in 2022. Specifically concerning agriculture, it's of utmost importance to analyze the variables that allow crop productivity to reach its maximum potential. The aim of this article is to examine the relationship between the productivity of temporary crops in the northern region concerning the following variables: employed personnel, pesticides, fertilizers, rural credit, and capital. For this applied analysis, multiple regression was used to estimate the expected results, with productivity as the dependent variable, and employed personnel, pesticides, fertilizers, rural credit, and capital as the

independent variables. The calculations showed a negative relationship between employed personnel and productivity; a 1% variation in employed personnel leads to an 0.08% decrease in productivity. The same is true for fertilizers; a 1% variation in fertilizer use results in a 0.16% decline in productivity. Other variables, such as rural credit and capital, were found to be insignificant in increasing productivity. The variables that showed a positive relationship were pesticides and the education level of the producers. A 1% increase in pesticide expenses increases productivity by 0.18%, and a 1% increase in the education level leads to a 0.37% growth in productivity. In conclusion, the significant variables have a direct impact on productivity, whether increasing or decreasing, as in the case of employed personnel. However, further studies are needed to contribute to the advancement of agribusiness in the region, given the limitations encountered in this research.

**Keywords:** Crop productivity, use of pesticides and agriculture in the northern region.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem grande relevância no âmbito internacional sobretudo no que diz respeito ao agronegócio, a cada ano suas exportações de *commodities* agrícolas têm aumentado, consolidando o país como um importante *player* no mercado mundial de alimentos. O dinamismo das exportações brasileiras pode ser demonstrado com dados do comércio exterior, que de 2016 a 2021, mostram um crescimento de 41% das exportações de produtos agrícolas (Embrapa, 2022). Segundo o Ministério da Agricultura e da Pecuária (MAPA, 2022), a agropecuária representou 48,1% das exportações totais no ano de 2022, o que comprova a importância desse setor para a economia brasileira.

Dentre os produtos que o Brasil exporta, a soja se destaca, uma vez que é o principal produto exportado pelo Brasil. Segundo a Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (ANEC), o Brasil exportou cerca de 78 milhões de toneladas desse cereal no ano de 2022.

A soja é considerada um alimento funcional, conforme demonstram estudos (Messina, 2016; Liechtenstein, 1998) uma vez que pode ser utilizada no tratamento de doenças crônico-degenerativo. Além disso, é considerada uma proteína de qualidade cujo conteúdo nutricional é utilizado da alimentação humana à produção de ração animal, o que explica a importância desse cereal para a segurança alimentar mundial (Behrens, Silva, 2004).

Outra *commodity* importante para o comércio internacional brasileiro é a cana-de-açúcar, uma vez que o Brasil é o maior produtor mundial, com uma produção estimada, safra 2022/2023, em 610,1 milhões de toneladas segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2023). A cana-de-açúcar pode ser utilizada para outros fins além do consumo alimentício, como por exemplo para a produção do etanol, que no país é feito pela fermentação e pela destilação do caldo de cana e do melaço, resíduo da produção de açúcar (Santini, Pinto, Queiroz, 2011).

Além da soja e da cana-de-açúcar, outro cereal de destaque para a agropecuária brasileira é o milho, que na entressafra da soja, torna-se a principal cultura cultivada. Segundo a Embrapa (2020), o Brasil ocupa a terceira posição mundial na produção de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, o que demonstra a importância deste produto para a agricultura brasileira, visto que esse cereal é cultivado em todas as regiões do país, em mais de 2.000 estabelecimentos agropecuários (Contini *et al.*, 2019).

O dinamismo da agricultura brasileira também pode ser explicado pelo seu crescimento extensivo, isto é, incorporação de novas terras; mas também, pelos ganhos de produtividade associados à novas técnicas de produção e à tecnologia adotada no campo (Buainain *et al.*, 2014). Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2022), a Produtividade Total dos Fatores (PTF) na agricultura brasileira cresceu 400% entre os anos de 1975 e 2020, o que representa um crescimento médio de 3,3% ao ano, que pode estar associado à adoção de

melhores técnicas de produção, ao emprego de implementos agrícolas, bem como à utilização de agrotóxicos.

Os agrotóxicos são utilizados com o objetivo de controlar e combater a proliferação de pragas e doenças presentes nas plantações. Já os inseticidas agrícolas têm a capacidade de agir sobre a atividade biológica dos seres vivos. Esse controle tem por fim garantir a produtividade agrícola, evitando perdas. No entanto, é importante reduzir a utilização desses produtos químicos utilizados nas lavouras, uma vez que o uso em excesso pode causar sérios danos à saúde humana, bem como à fauna e à flora, que também são afetados pela utilização desses produtos (Lopes, Albuquerque, 2018; Santos, 2013).

Além de aspectos relacionados à utilização de agrotóxicos, é importante destacar outras características do mercado agropecuário, por exemplo, a incerteza intrínseca ao processo produtivo. Fatores como as condições climáticas e sanitárias, mudanças no ciclo dos mercados de insumos e produtos, geram oscilações de preços, que fazem da política de crédito rural um instrumento fundamental para a manutenção e para o desenvolvimento da atividade agropecuária (Araújo, Li, 2018).

À medida o tempo passa, o processo produtivo no Brasil continua se modificando. No passado a terra era considerada o principal fator de produção, mas na atualidade existem outros fatores que se tornaram tão valorosos quanto a terra. A exemplo disso, tem-se a inserção tecnológica nas lavouras, que seriam os investimentos em infraestrutura e maquinários para otimizar o plantio, a colheita e outros processos essenciais que são exigidos no trabalho do campo (Buainain *et al.*, 2014).

Com isso, este trabalho analisa como a produtividade da agricultura da Região Norte responde a mudanças na utilização de seus insumos em 2017. Mais especificamente, avaliou-se os impactos sobre a produtividade de variações na utilização de agrotóxicos e adubos, do nível de educação dos proprietários, acesso ao crédito, e maquinários. Para isso, será realizada uma análise econométrica, regressão múltipla, que permitirá quantificar a contribuição dessas variáveis sobre a produção das lavouras.

Essa temática tem ganhado espaço nos debates internacionais, uma vez que é crescente o interesse da sociedade por questões ambientais, alimentação saudável, ou seja, produção aliada à preservação dos recursos naturais. Além disso, a sociedade busca alternativas para produzir alimentos de forma racional, por exemplo, utilizando-se uma quantidade reduzida de agrotóxicos necessários à manutenção das lavouras do país, isso, tendo em vista a garantia da saúde da população.

Assim, este artigo será dividido em sessões, a primeira sessão será a introdução, em seguida teremos a revisão da literatura. A terceira sessão será a metodologia, à qual será mostrado como o estudo foi realizado em si, como os procedimentos foram guiados, o cenário da pesquisa e a coleta de dados. Em seguida, partiremos para o resultado encontrados e a demonstração da análise de regressão múltipla, por fim iremos interpretar os resultados e analisar o que os achados significam.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Mercado de agrotóxicos**

O alto crescimento demográfico nas últimas décadas, fez com quem a demanda por alimentos aumentasse cada vez mais. Com isso, novas técnicas de plantio e tecnologias foram criadas, para garantir a melhor utilização do solo, com destaque para o emprego de agrotóxico (Ribeiro, Pereira, 2016).

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg) o mercado de pesticidas agrícolas movimentou no Brasil cerca de US\$ 12,2 bilhões em 2020. De 2003 em diante, houve um crescimento significativo na demanda por agrotóxicos no país, especialmente a partir de 2008, quando o mercado brasileiro passou a ser o maior do

mundo em consumo desses produtos. No entanto, o emprego em demasia de agrotóxicos deve ser coibido, isso, em decorrência dos malefícios que esses produtos causam à saúde.

O primeiro agrotóxico foi introduzido na Primeira Guerra Mundial (1914-1918), tendo mais importância na 2ª Guerra Mundial, quando foi utilizado como arma química. Após essas guerras, o produto passou a ser utilizado como defensivo agrícola, partindo do pressuposto dos pesquisadores da época, que entendiam que se esses produtos matavam pessoas, poderiam matar também os insetos que destruíam as plantações (Ribeiro, Pereira, 2016).

O *dicloro-difenil-tricloroetano* foi o primeiro composto orgânico a ser produzido, desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial, se tornou um dos principais agrotóxicos utilizados no mundo, devido também ao seu baixo custo. Este produto revolucionou a luta contra a malária e outras doenças pois possuía um bom efeito residual. Fez com que entre os anos de 1946 e 1970 quase todos os programas de controle se apoiassem no seu emprego (D'Amato, Torres, Malm, 2002).

O Quadro 1, apresenta alguns dos principais agrotóxicos utilizados no Brasil e no mundo.

#### **Quadro 1 - Principais agrotóxicos utilizados no Brasil e no mundo.**

| <b>Principais agrotóxicos utilizados no Brasil</b> | <b>Principais agrotóxicos utilizados no mundo</b> |
|--|---|
| Glifosato  | Glifosato   |
| Atrazina   | Atrazina  |
| Clorpirifós  | Clorpirifós                                       |
| Imidaclopride                                      | Acetamiprida                                      |
| Fipronil   | Metomil   |
| Deltametrina                                       | Fenpropatrina                                     |
| 2,4-D  | Fipronil  |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes são os principais agrotóxicos utilizados no Brasil e no mundo, destacando-se o glifosato, que é o mais vendido, tanto no Brasil, como no mundo todo. Esse produto é um herbicida, amplamente utilizado na agricultura e na jardinagem para controlar as ervas daninhas. Ele age por meio de vários sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos, que leva à morte das plantas por esgotamento das reservas de aminoácidos e desequilíbrio metabólico (Amarante Júnior *et al.* 2002).

Segundo Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2019), os agrotóxicos são produtos químicos sintéticos usados para matar insetos, larvas, fungos, carrapatos sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e de regular o crescimento da vegetação, tanto no ambiente rural quanto no urbano. Assim, eles podem ser utilizados em atividades agrícolas e não agrícolas. No primeiro caso, tem-se como exemplo a produção de qualquer alimento, bem como a limpeza de terrenos e a preparação do solo. No segundo, tem-se a utilização em florestas nativas ou outros ecossistemas.

No Brasil devido sua extensão, onde o uso de agrotóxicos faz parte da realidade agrícola, tornou-se o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. A Revolução Verde contribuiu para o aumento desse consumo, pois foram implementadas inovações com o intuito de aumentar a produção e ter ganhos de produtividade. O agrotóxico contribuiu para o aumento de ambos com o objetivo de melhorar o cultivo e a exportação (Wachekoski *et al.*, 2021).

A soja consome 40% do volume total dos agrotóxicos no Brasil, maioria sendo proibido em outros países, mas permitidos pela legislação brasileira. Fatores como a facilidade de sucessão da soja com o trigo, a utilização do mesmo maquinário, o aproveitamento de uma

estrutura cooperativa já existente e fatores como a Revolução Verde contribuíram para o aumento do uso de agrotóxicos e da produção de soja (Figueroa, 2018).

O comércio internacional de agrotóxicos cresceu 220% entre os anos de 2000 e 2013, justamente pelo aumento da produção de diversos insumos que se beneficiam da utilização de pesticidas. No contexto internacional, a China se destaca como a maior exportadora mundial desses produtos, enquanto o Brasil, nesse mesmo período, se tornou o principal importador mundial e o segundo maior mercado consumidor (Pelaez *et al.*, 2016).

O lado negativo da utilização de agrotóxicos na produção agrícola é destacado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Segundo essa instituição, são registradas 20 mil mortes por ano devido o consumo de agrotóxicos. De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2019), os efeitos agudos de uma intoxicação por agrotóxico são irritação na pele, ardência no nariz e boca, além de dificuldades de respiração e náuseas, embora exista casos mais graves como o aumento de câncer na população e mortes associadas ao agrotóxico.

Existem 3 formas de exposição aos agrotóxicos, a primeira está relacionada aos trabalhadores das lavouras e que lidam diariamente com estes produtos. A segunda forma é através da contaminação alimentar e, a terceira forma, é através de contaminações ambientais como uso exacerbado de agrotóxicos na produção (Dutra, Souza, 2017).

Apesar dos agrotóxicos proporcionarem alguns benefícios como ganho de produtividade nas lavouras e combate a praga e doenças, eles também trazem sérios riscos à saúde das pessoas, os quais podem ser mortais. Diante deste cenário, não seria possível a liberação destes produtos sem antes firmar políticas públicas para lidar com o agrotóxico, logo faz-se necessário a existência de políticas públicas para que exista uma regulamentação desses produtos e para proteção da sociedade e do meio ambiente.

## **2.2 Políticas públicas para lidar com agrotóxicos**

As políticas públicas para lidar com os agrotóxicos são fundamentais na sociedade, visto que é necessário obter segurança em relação à comercialização e utilização desses produtos. Além disso, é importante regulamentar e fiscalizar os produtos e mecanismos utilizados nas lavouras, isso pode contribuir para a diminuição dos casos de intoxicação por agrotóxicos e garantir a segurança e a saúde da população (Godoi, Domingos, 2020).

A partir dos anos 1980, a comercialização de agrotóxicos passou a ter mais estabilidade, o mercado da agricultura passou a pressionar para que houvesse regulamentação no uso de agrotóxicos e maior lucratividade das lavouras agrícolas não fossem prejudicadas. Com a Constituição de 1988, o governo começou a estruturar a política agrária com a Lei nº 7.802/89 que organiza, regulamenta e trata do uso de pesticidas (Pelaez, Terra, Silva, 2010).

Essa lei estabelece que os agrotóxicos somente podem ser utilizados no país se forem registrados em órgão federal competente, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura. Este preceito acabou sendo um avanço nas políticas para regulamentação e controle do uso de agrotóxicos, visto que garantiu a procedência desses produtos.

Não foi somente essa lei que mudou o curso da política de regulamentação. Normas sociais mudaram ao longo dos anos, no passado era visto questionamento quanto a proibição do uso de organoclorados, a qual em seu composto existem diversas soluções químicas com maior toxicidade em relação a outros produtos no mercado. Devido a essas circunstâncias, o uso de organoclorados se tornou um tabu no país (Moraes, 2019).

A classe ruralista e a indústria química influenciam a regulamentação e a comercialização de agrotóxicos. As indústrias dos agrotóxicos são influentes no campo, mesmo não estando diretamente inserida no meio. Assim, as grandes empresas deste mercado encontram formas de subordinar a produção ao uso dos seus produtos, a fim de aumentar o

consumo destes produtos, interferindo assim no planejamento da produção das lavouras (Godoi, Domingos, 2020).

As políticas públicas são essenciais para que a sociedade possa lidar com os agrotóxicos, com o intuito de sempre otimizar o seu uso e induzir a criação de pesticidas que não causem malefícios a saúde em demasia. Para que haja maior aproveitamento das lavouras, o uso de agrotóxicos se torna essencial nesse processo, e irá impactar diretamente na produtividade da produção de alimentos.

### **2.3 Produtividade nas lavouras temporárias**

A produtividade nas lavouras é um ponto importante a ser discutido, pois influenciam a segurança alimentar, podem contribuir para um ambiente econômico mais estável. Ainda, ganhos de produtividade favorecem a redução da pobreza e a conservação da terra e dos recursos naturais.

Assim, aumentar a produtividade agrícola é essencial para garantir a alimentação de uma população global em crescimento, lavouras com maior um índice de produtividade fornece um suprimento estável de alimentos, diminuindo a questão da insegurança alimentar e geram menor dependência da importação de alimentos (Gomes, 2015).

Outro ponto importante relacionado ao ambiente econômico é o investimento em tecnologia, dado que melhorias na produtividade das lavouras exigem máquinas de alto padrão, sementes e fertilizantes com um padrão de qualidade elevado e práticas agrícolas avançadas. Essas questões estimulam a pesquisa e desenvolvimento, gerando um clima favorável e contribuindo para o avanço da tecnologia no país (Abbade, 2013).

Os ganhos de produtividade podem influenciar outra questão importante para a sociedade, a pobreza. Aumentando a produtividade agrícola, faz com que aumente a oferta de alimentos em si, com o aumento da oferta, os preços dos alimentos irão cair por si só, garantindo maior estabilidade perante o consumo das famílias, tornando o ambiente relacionado a segurança alimentar mais favorável (Costa *et al.*, 2013).

A conservação do solo e dos recursos naturais devem ser pautas nos debates atuais, em virtude que a má utilização da terra, podem causar erosão, mudanças climáticas e insegurança alimentar. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018), 140 milhões de hectares estão degradados, o que corresponde a 16,5% do território nacional. Uma alternativa sustentável é o uso de fertilizantes minerais, a quais desempenham papel fundamental na agricultura moderna, garantindo alta produtividade, conservação do solo e maior segurança alimentar (Roberts, Ryan, 2014).

A produtividade ideal das lavouras pode ser alcançada diante de fatores que contribuem para o melhoramento desta variável, tais como pessoas ocupadas, crédito rural, investimento, agrotóxicos. Para realização desta análise estatística, foi realizada uma regressão múltipla onde produtividade é a variável dependente dessa equação e as demais as variáveis independentes.

### **2.4 Sinais esperados**

Para que o presente trabalho fosse realizado, foi feita uma revisão da literatura para observar os sinais esperados das variáveis escolhidas. O crédito rural é um instrumento de política monetária a qual se torna essencial para o crescimento do agronegócio, em virtude de que esse é um fator essencial para a produção e modernização setorial. Entretanto o crédito rural pode ser não significativo para o aumento da produtividade, dado que pode apresentar falhas nas políticas de crédito rural, como a má distribuição do mesmo entre as regiões do Brasil (Santos, Braga, 2013).

A variável educação inserida ao meio rural, tem a capacidade de transformar uma agricultura de subsistência, em uma agricultura mais moderna e desenvolvida, foi o que (Júnior, 2019) analisou em seu trabalho escolaridade nas zonas rurais da região sul, utilizando a metodologia de dados em painel, constatou-se que a escolaridade de pessoas que residem e trabalham em zonas rurais da região Sul tem efeito positivo sobre a produção de seus principais produtos agrícolas.

Os bens de capital, são recursos necessário para a produção de outros bens, que seriam os maquinários, equipamentos, instalações e atuam como um difusor de progresso técnico na economia. Apesar disso, o resultado pode ser não significativo em alguns casos, conforme (Carvalho, Brito, 2018), em que através do modelo econométrico dados em painel, constataram a não significância para investimento em máquinas sobre a produtividade, uma vez que pode haver um hiato temporal entre a aquisição de uma nova tecnologia e os resultados em produtividade inclusão.

O número de pessoal ocupado nas lavouras vem diminuindo, segundo o IBGE (2017) houve uma redução de 8,8% da população ocupada nos estabelecimentos agropecuários. O motivo a qual representa essa redução no nível de pessoal ocupado é justamente pelo fator tecnológico, inserção de máquinas com tecnologia avançada, substituindo a mão de obra. Sendo assim, quanto maior o nível técnico dos produtores, a propensão é que se reduza o número de pessoal ocupado nas lavouras (Araújo, Mancal, 2015).

Os agrotóxicos, apesar de causar malefícios a saúde humana, contribuem para o aumento da produtividade das lavouras, evitando pragas e mantendo o setor agropecuário em alto nível. Em um estudo realizado por (Reyna, Braga, Morais, 2020), através do modelo *Probit*, constatou-se que a eficiência técnica para fazendas com uso intensivo em agrotóxicos foi de 77,23% em média, enquanto para uso não intensivo foi de 59,65%. Dessa forma, sustenta-se a ideia de que os agrotóxicos têm alta contribuição para o setor agropecuário, embora o uso do mesmo deve ser controlado.

Fertilizantes ou adubos são substâncias que podem ser aplicadas ao solo ou aos tecidos vegetais com o propósito de fornecer um ou mais nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. Para verificar a produtividade da couve-da-Malásia mediante o uso de fertilizantes, (Ferreira, Filgueira, Ranal, 2002) realizaram um experimento utilizando adubo mineral e adubos orgânicos, em que ambos tiveram significativamente uma produtividade maior, com um destaque maior para os adubos minerais, que se caracterizam por uma liberação mais rápida, apresentando assim, uma produtividade maior em relação ao orgânico.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia deste trabalho foi dividida em duas partes: na primeira apresenta-se a fonte dos dados e as variáveis que foram utilizadas na análise aplicada. Na segunda parte desta seção, detalha-se o modelo econométrico utilizado e como ele foi utilizado.

#### **3.1 Fonte de dados e variáveis**

Para a realização da análise aplicada desta pesquisa utilizou-se uma regressão múltipla para que fosse medido o grau de associação da produtividade com as seguintes variáveis: crédito rural, pessoas ocupadas, capital (semeadeira, adubadora, colheitadeira, trator e plantadeira), escolaridade e orientação técnica e de agrotóxicos e fertilizantes.

Para o calculado desses indicadores, foram coletados dados no banco central e na Sidra do IBGE para coleta de dados do censo agropecuário, conforme o Quadro 2.

#### **Quadro 2 - Variáveis utilizadas na regressão.**

| Variáveis        | Ano  | Fonte              | Sinais esperados | Medida  |
|------------------|------|--------------------|------------------|---|
| Crédito rural    | 2017 | Banco central      | Positivo         | Dados em mil reais                                    |
| Agrotóxicos      | 2017 | Censo agropecuário | Positivo         | Dados em mil reais                                    |
| Capital          | 2017 | Censo agropecuário | Positivo         | Unidades  |
| Pessoas ocupadas | 2017 | Censo agropecuário | Negativo         | Unidades  |
| Escolaridade     | 2017 | Censo agropecuário | Positivo         | Taxa de produtores com escolaridade (ensino superior) |
| Fertilizantes    | 2017 | Censo agropecuário | Positivo         | Dados em mil reais                                    |
| Produtividade    | 2017 | Censo agropecuário | Positivo         | Dados em toneladas por hectare                        |

Fonte: Preparado pelos autores.

Essas foram as variáveis a serem utilizadas na regressão múltipla, os dados foram retirados principalmente do censo agropecuário para lavouras temporárias no ano de 2017, mas também do banco central, como foi o caso dos dados referente ao crédito rural. Para melhor entendimento das variáveis em si, foi realizada uma análise na literatura referente aos sinais esperados, para constatar se a relação com a produtividade seria positiva ou negativa propriamente.

Todas as variáveis utilizadas no modelo apresentaram sinal positivo em relação a produtividade, ou seja, um aumento nas variáveis apresentadas, geram variação positiva na produtividade das lavouras, servindo de base para o desenvolvimento deste artigo. A única variável a ter uma relação negativa, conforme a literatura é pessoal ocupado, sendo assim, ao aumentar o número de pessoal ocupado, gera um decréscimo na produtividade das lavouras, devido justamente a tecnologia no campo, onde trabalhadores são substituídos pelas máquinas.

As medidas utilizadas para enumerar as variáveis, são a mesmas para alguns dos casos, como por exemplo para crédito rural, agrotóxicos e fertilizantes, que os dados são todos em mil reais. Para pessoal ocupado e capital, que o mesmo seriam número de trabalhadores e maquinários, os dados foram expressos em unidades, seguindo da escolaridade dos produtores sendo medido pela taxa de produtores com ensino superior, e por fim produtividade das lavouras tomando como base sua medida os dados em tonelada por hectare.

### 3.2 Modelo econométrico utilizado

Segue a descrição apresentada por Wooldridge (2023) e Baltagi (2010), os quais descrevem detalhadamente como funciona esse modelo de cálculo estatístico, a qual se diferencia da regressão linear por apresentar não só uma variável independente. A regressão múltipla é uma técnica estatística utilizada para analisar a relação entre uma variável dependente (ou resposta) e outras diversas variáveis independentes. A equação geral para fazer os cálculos de regressão múltipla é a seguinte:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde  $Y_i$  é a variável dependente observada para o indivíduo  $i$ , que no caso deste trabalho é a produtividade.  $X_i$  são as variáveis independentes observadas, no presente trabalho são as variáveis que foram citadas acima no quadro 2.  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são os coeficientes a serem

estimados para as variáveis independentes e  $\varepsilon$  é uma variável aleatória que se denomina termo de erro.

Nos modelos de regressão múltipla, os coeficientes  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  representam os parâmetros que descrevem a relação entre várias variáveis independentes e a variável dependente. O coeficiente  $\beta_0$  em um modelo de regressão múltipla representa o valor estimado da variável dependente quando todas as variáveis independentes (preditoras) são iguais a zero.

Em um modelo de regressão múltipla, os coeficientes  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , e  $\beta_3$  representam a mudança esperada na variável dependente para uma unidade de mudança em uma variável independente específica, mantendo todas as outras variáveis independentes constantes. Portanto, o coeficiente  $\beta_1$ , por exemplo, quantifica a relação entre a variável dependente e uma das variáveis independentes enquanto controla o efeito das outras variáveis independentes no modelo.

O termo de erro  $\varepsilon$ , que representa a variação não explicada pelo modelo. É uma combinação de todas as outras influências não consideradas pelo modelo, incluindo erros de medição, variações aleatórias e fatores não incluídos nas variáveis independentes. O termo de erro em um modelo de regressão linear múltipla está intimamente relacionado com o método dos Mínimos Quadrados Ordinários.

O principal objetivo do método dos Mínimos Quadrados Ordinários é encontrar os valores dos coeficientes ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , ...) que minimizam a soma dos quadrados dos erros (SSE). Matematicamente, isso é expresso como:

$$\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2)$$

$Y_i$  são os valores observados da variável dependente,  $\hat{y}_i$  são os valores previstos da variável dependente com base no modelo de regressão. O termo de erro,  $\varepsilon$ , representa exatamente a diferença entre os valores observados ( $y_i$ ) e os valores previstos ( $\hat{y}_i$ ) pelo modelo de regressão. Portanto, o método dos Mínimos Quadrados Ordinários visa encontrar os coeficientes que minimizam essa diferença, ou seja, a variação não explicada pelo modelo.

#### 4. Resultados e discussão

Foi realizada uma regressão múltipla para analisar o envolvimento das variáveis apresentadas (crédito rural, pessoas ocupadas, capital, escolaridade, agrotóxicos e fertilizantes) com a produtividade das lavouras da região norte. O Coeficiente de determinação, mais conhecido como  $R^2$  apresentou um resultado de 34,45%, indicando um percentual não tão elevado.

**Tabela 1 - Variáveis básicas do modelo.**

| Produtividade    | Coefficientes | T     | P> t  | R-Squared |
|------------------|---------------|-------|-------|-----------|
| Escolaridade     | 0,37%         | 6,64  | 0,000 |           |
| Pessoas ocupadas | -0,08%        | -2,07 | 0,041 |           |
| Aubos            | 0,16%         | -2,89 | 0,004 | 34,45%    |
| Agrotóxicos      | 0,18%         | 3,77  | 0,000 |           |
| Capital          | 0,02%         | 0,33  | 0,742 |           |
| Crédito          | 0,03%         | -1,32 | 0,189 |           |

Fonte: Dados da pesquisa.

O coeficiente de determinação indica o grau na uma medida estatística que indica a proporção da variabilidade na variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes incluídas no modelo de regressão, se comparado utilizando-se os dados para todo o Brasil e não só a região norte, o resultado cai para 23,38%, apontando maior explicação do aumento da variável dependente para a região norte do país.

Para que seja evidenciado que os dados analisados em si, tenha relação direta com a variável dependente é realizada a análise da significância das variáveis, no caso do presente trabalho, as variáveis escolaridade, pessoas ocupadas, adubos e agrotóxicos apresentaram resultado significativo a 5%, ou seja, explicam o aumento ou diminuição da produtividade das lavouras. Para as demais variáveis crédito rural e capital não houve resultado significativo, não evidenciam aumento ou diminuição da produtividade nas lavouras da região norte.

O crédito rural é uma medida essencial para o desenvolvimento das lavouras, conforme (Santos, Braga, 2013) apontaram em seus estudos sobre o impacto do crédito rural sobre as regiões brasileiras, apenas 16,65% dos estabelecimentos que declararam a necessidade do crédito rural, realmente obtiverem financiamento, observando uma aplicação não eficiente dos recursos públicos na região.

O capital agrícola refere-se aos recursos físicos, financeiros e tecnológicos investidos na produção agrícola, o fato de não ser significativo para o aumento da produtividade das lavouras da região norte, podem estar ligados aos baixos níveis de modernização estadual, explicado pela infraestrutura precária da região, níveis baixos de investimento governamental, falta de políticas públicas e o movimento ambientalista. (Silva, Fernandes, 2005)

O grau de impacto relacionado ao aumento de uma unidade da variável independe na variável repostada enquanto mantém todas as outras constantes, é um tópico considerável a ser apresentado. A partir do modelo proposto, os coeficientes apresentaram uma relação positiva para as variáveis escolaridade e agrotóxicos, para as variáveis pessoal ocupado e adubos, a relação encontrada foi negativa.

Uma relação positiva entre agrotóxicos e produtividade comprovam a eficiência dele, a variação em 1% em gastos com agrotóxicos, aumenta a produtividade das lavouras em 0,18%. Fato o qual se origina de como o agrotóxico age sobre a planta e seus benefícios, como o controle das pragas e doenças, melhor aproveitamento do solo e redução das perdas por si só, considerando assim, uma alternativa para o aumento da produtividade, se usado da maneira correta e consciente.

Os agrotóxicos desempenham um papel crucial na agricultura brasileira, contribuindo para aumentar a produtividade e garantir o abastecimento de alimentos para a população. Eles auxiliam no controle de pragas e doenças que podem causar prejuízos significativos às lavouras, permitindo a produção em larga escala. No entanto é indispensável que o uso seja regulado e a políticas públicas para lidar com os mesmos operem de forma eficiente, a fim dos agrotóxicos não impactar a saúde dos trabalhadores.

A variável escolaridade mostrou-se também significativa para o aumento da produtividade, a variação em 1% dos níveis de educação resulta em um aumento de 0,37% da eficiência da produção. A educação é essencial para que os produtores utilizem das melhores práticas agrícolas, use os recursos de forma eficiente e adote tecnologias agrícolas avançadas, sendo importante não só para agricultura, mas como para todos os setores. Níveis elevados de educação resultam no aumento da produtividade da economia como um todo, explicada pela teoria do capital humano (Lins, 2011).

No que tange a respeito de pessoal ocupado, os valores são negativos, o aumento de 1% dos níveis de mão-de-obra, equivalem a uma redução de 0,08% da produtividade. O fato que explica essa diminuição é justamente a troca entre, capital humano e máquinas que são capazes de substituir o trabalho dessas pessoas (Serigati, Possamai, 2017).

O tipo de solo encontrado na região norte são os latossolos, sendo conhecido por ser um solo com baixa fertilidade natural e índice de acidez em escala elevada, sendo uma das possíveis causas da relação negativa entre adubos e produtividade, para a variação em 1% do uso de fertilizantes, diminuí em 0,16% a produção das lavouras, transparecendo a necessidade do uso de fertilizantes adequados para aquela região (Castro, 2013).

Considerando todos os resultados encontrados no presente trabalho, evidencia a contribuição de algumas das variáveis apresentadas no modelo, para aumento da produtividade total dos fatores, sendo os agrotóxicos utilizados no controle das pragas e o nível de escolaridade dos produtores, comprovando a importância destas variáveis para o agronegócio. Capital e crédito mostrando ser não significativo devido à falta de políticas adequadas na região norte e por fim adubos e pessoal ocupado gerando um impacto negativo, justamente pelo tipo de solo, e modernização das práticas agrícolas, respectivamente.

## 5. Considerações finais

O presente trabalho analisou a relação da produtividade nas lavouras temporárias da Região Norte do Brasil no ano de 2017, mediante as variáveis: pessoal ocupado, adubos e agrotóxicos, escolaridade, capital e crédito. Para isso utilizou-se uma regressão múltipla para verificar a significância dos dados diante da produtividade e o grau de impacto dessas variáveis.

A variável agrotóxicos e educação são os fatores a quais mais explicam um aumento da produtividade total dessas lavouras. Os agrotóxicos por atuar diretamente na plantação, evitando que pragas entre em contato com a plantação e impedindo perdas em larga escala diante da produção.

A escolaridade, que diz respeito ao nível de educação dos envolvidos com a atividade agropecuária, e nos resultados estatísticos foi o fator com maior grau de explicação da produtividade, é fundamental diante dos desafios diários que os produtores enfrentam para manter a lavoura em alto nível, e para encarar todas essas questões, exige que o produtor tenha habilidade e os conhecimentos necessários para solucionar os problemas enfrentados corriqueiramente e também para implementação de novas técnicas e tecnologia.

Outra questão importante a ser considerada, é o fato de o crédito rural e investimento não ser significativo em relação a produtividade das lavouras na Região Norte, como visto na literatura, o crédito rural e o investimento em máquinas, irão contribuir para o aumento dela, caso as políticas públicas sejam implementadas com eficiência, e a falta de proveito dessas políticas acabaram prejudicando os resultados na Região Norte.

O presente trabalho apresentou certas limitações, dado pelas condições da região norte para práticas agrícolas, visto que é uma região predominada por florestas, que acabam por impactar as variáveis utilizadas neste trabalho, resultando em sinais esperados diferentes, em comparação do que foi encontrado na literatura. Destaca-se a importância do surgimento de novos trabalhos afim de contribuir para o melhoramento das práticas agrícolas na região, e solucionar problemas como a falta de políticas públicas adequadas para que o agronegócio opere de forma ideal na região norte do país.

## REFERÊNCIAS

ABBADE, E. B. O papel do agronegócio brasileiro no seu desenvolvimento econômico. **GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**: Bauru-SP, v. 9, n. 3, p. 149-158, jul.-set. 2014.



AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M.L. Glifosato: Propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Quim. Nova**: São Paulo, v. 25, [s/n], p. 589-593, 2002.

ARAÚJO, B. C.; LI, D. L. Crédito Rural. In: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C.; BACELETTE, R. **Financiamento do desenvolvimento no Brasil**. Brasília: Ipea, p. 225–258, 2018.

ARAÚJO, J. A.; MANCAL, A. Produtividade e eficiência no setor agropecuário do nordeste brasileiro. **Interações**: Campo Grande, v. 16, n. 2, 2015.

ARBIX, G; LINS, L. M. Educação, qualificação, produtividade e crescimento econômico: a harmonia colocada em questão. In: IPEA. **Circuito e Debates Acadêmicos**. São Paulo: IPEA, 2011.

BALTAGI, B. H. **Econometrics: solutions manual for econometrics**. New York: Springer, 2nd ed., 2010.

BEHRENS, J. H.; Silva, M. A. A. P. (2004). Atitude do consumidor em relação à soja e seus subprodutos. **Ciência e Tecnologia Alimentar**: Campinas-SP, v. 24, n. 3, p. 431–439, 2004.

CARVALHO, P. A. L.; BRITTO, J. N. P. **Produtividade e investimento no setor de bens de capital**: uma análise do Brasil entre 1996 e 2013. São Paulo: Blucher, 2018.

CASTRO, C. N. **A agropecuária na Região Centro-Oeste**: limitações ao desenvolvimento e desafios futuros. Brasília: IPEA, 2014.

CONTINI, E., *et al.* **Série desafios do agronegócio brasileiro**: Milho: Caracterização e Desafios Tecnológicos. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

COSTA, L. V. *et al.* Produtividade agrícola e segurança alimentar dos domicílios das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**: Brasília, v. 51, n. 4, p. 661-680, out.-dez. 2013.

D'AMATO, C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (Di Cloro Difenil Tricloetano): Toxicidade e contaminação ambiental - Uma Revisão. **Química Nova**: Campinas-SP, v. 25, n. 6, p. 995-1002, 2002.

FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-Malásia. **Revista Horticultura Brasileira**: Vitória da Conquista-BA, v. 20, n. 4, p. 635-640, 2002.

FIGUEROA, R. J. **O uso de agrotóxicos e seus impactos na saúde humana: Um estudo de caso no assentamento Cerro dos Munhoz – RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Pontaó-RS, 2018.

FILHO, J. E. R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, p. 395-423, 2014.

GODOI, E. L.; DOMINGOS, A. T. S. Políticas públicas e sua interface com o consumo de agrotóxicos no Brasil. **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas**: Bebedouro-SP, v.8, n.3, set.-dez 2020.

GOMES, J. R. S. **Contribuições da indústria de defensivos agrícolas sobre produtividade e segurança alimentar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Gestão do Agronegócio) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira-SP, 2015.

JOHNSTON, F. L.; MARTINS, M. M. V.; PEREIRA, T. F. L. S. Segurança alimentar e produtividade agrícola: uma análise de equilíbrio geral computável. **Revista Econômica do Nordeste**: Fortaleza, v. 54, [s/n], p. 87-102, 2023.

LICHTENSTEIN, A. H. *Soy protein, isoflavones and cardiovascular disease risk*. **Journal of Nutrition**: Bethesda, v. 128, n. 10, p. 1589-1592, 1998.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**: Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, abr.-jun. 2018.

MESSINA, M. *Update on soy and health: Evaluation of clinical and epidemiological literature*. **Nutrients**: Basel, v. 8, n. 12, 2016.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil**: Padrões de uso, política de regulação e prevenção da captura regulatória. Brasília: IPEA, 2019.

PAULA JR, A. Escolaridade nas zonas rurais da Região Sul. **Espaço e Economia**: Fortaleza, v. 16, [s/n], 2019.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B.; DA SILVA, L. R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de Economia**: Curitiba, v. 36, n. 1, p. 27-48, 2010.

REYNA, E. F.; BRAGA, M. J.; MORAIS, G. A. S. Impactos do uso de agrotóxico sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (orgs.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos de censo agropecuário. Brasília: IPEA, p. 173-189, 2020.

RIBEIRO, D. S.; PEREIRA, T. D. S. O agrotóxico nosso de cada dia. **Revista de Ciências da Saúde**, [S/I], v. 28, n. 1, p. 14-26, 2016.

ROBERTS, T. L.; RYAN, J. **Solo e Segurança Alimentar**. Piracicaba-SP: International Plant Nutrition Institute, 2015.

SANTINI, G. A.; PINTO, L. B.; QUEIROZ, T. R. Cana-de-açúcar como base da matriz energética nacional. **Revista de Política Agrícola**: Viçosa-MG, v. 20, n. 1, p. 89-99, 2011.

SANTOS, R. B. N.; BRAGA, M. J. Impactos do crédito rural na produtividade da terra e do trabalho nas regiões brasileiras. **Economia Aplicada**: Ribeirão Preto-SP, v. 17, n. 3, p. 299-324, 2013.

SANTOS, T. P. **O uso de agrotóxicos no Brasil e seu impacto no ambiente e na saúde - A educação ambiental como forma de minimizar o problema**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Ensino em Biociências e Saúde), Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2013.

SERIGATI, F. C.; POSSAMAI, R. C. Censo Agropecuário 2017: cai número de propriedades, aumentam tamanho e produtividade. **Agronanalysis**: Rio de Janeiro, v. 38, [s/n], p. 17-19, 2018.

SILVA, R. G.; FERNANDES, E. A. Índice relativo de modernização agrícola na região Norte. **Revista de Economia e Agronegócio**: Viçosa-MG, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2005.

WACHEKOWSKI, G.; FIGUEIREDO, T. C.; RIZZI, J. L.; SOARES, N. V. Agrotóxicos, revolução verde e seus impactos na sociedade: Revisão narrativa de literatura. **Anais do Salão do Conhecimento Unijui**: Ijuí-RS, out. 2021.



WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna.** São Paulo: Cengage Learning Brasil, 4 ed., 2023. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9786555584530>. Acesso em: 12 out. 2023.

