

# INFLUÊNCIA DA TAXA DE CÂMBIO NO CUSTO DE PRODUÇÃO DA SOJA EM GOIÁS, DE 2010 A 2020

Maurício dos Santos Cavalcante<sup>1</sup>  
Clayton Luiz de Melo Nunes<sup>2</sup>  
Douglas Paranahyba de Abreu<sup>3</sup>

## RESUMO

A soja é uma das principais culturas agrícolas produzidas no Brasil, sendo responsável pelo consumo de aproximadamente 45% de todo fertilizante utilizado no país. Aproximadamente 40% do custo de produção da soja está atrelado à necessidade de fertilizantes, que, em sua maioria, são importados e por isso sofrem influência da taxa de câmbio. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar a influência da taxa de câmbio no custo de produção da soja, no período de janeiro de 2010 e dezembro de 2020, analisando a evolução histórica dos preços dos principais fertilizantes utilizados na produção de soja no Brasil. Para isso foi utilizada a série histórica de preços para o estado de Goiás de formulados de NPK, deflacionados pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), e para o câmbio, utilizou-se a série histórica da taxa de câmbio efetiva real da agricultura, pecuária e serviços relacionados. Assim foi possível observar que formulados de NPK apresentam variações de preços similares ao longo do período analisado, apresentando uma tendência de alta ao longo do tempo. Descontando a inflação do período, ainda é possível perceber uma tendência de aumento nos preços reais do NPK. Com relação à taxa de câmbio efetiva real da agricultura, pecuária e serviços relacionados, é possível perceber também uma tendência positiva. Houve um coeficiente de correlação positiva e moderada entre a taxa de câmbio e a média de preços dos principais fertilizantes utilizados na produção de soja. Isso demonstra que um câmbio instável é motivo de atenção para os produtores de soja, pois seu custo de produção está positivamente correlacionado a essas variações. **Palavras-Chave:** Soja, custo de produção, câmbio.

## INFLUENCE OF THE EXCHANGE RATE ON THE COST OF SOYBEAN PRODUCTION IN GOIÁS, FROM 2010 TO 2020

### ABSTRACT

Soybean is one of the main agricultural crops produced in Brazil, being responsible for the consumption of approximately 45% of all fertilizer used in the country. Approximately 40% of the cost of soy production is linked to the need for fertilizers, which are mostly imported and therefore affected by the exchange rate. Thus, the objective of this work was to analyze the influence of the exchange rate on the cost of soy production, in the period from January 2010 to December 2020, analyzing the historical evolution of the prices of the main fertilizers used in the production of soybeans in Brazil. For this, the historical series of prices for the state of Goiás of NPK formulas was used, deflated by the General Market Price Index (IGP-M), and for the exchange rate, the historical series of the real effective exchange rate was used agriculture and related services. Thus, it was possible to observe that NPK formulas present similar price variations throughout the analyzed period, showing an upward trend over time. Discounting inflation for the period, it is still possible to see an upward trend in real NPK prices. With respect to the real effective exchange rate for agriculture and related services, it is also possible to see a positive trend. There was a positive and moderate correlation coefficient between the exchange rate and the average price of the main fertilizers used in soybean production. This shows that an unstable exchange rate is a reason for attention for soy producers, as its production cost is positively correlated with these variations.

**Keywords:** Soybeans, production cost, exchange rate.

Recebido em 02 de setembro de 2021. Aprovado em 19 de setembro de 2021.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás. E-mail: mscavalcanteagro@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Economia Aplicada (USP), Professor na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. E-mail: cmnunes@ufg.br

<sup>3</sup> Economista, Mestre em Agronegócio (UFG), Professor no Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: abreu.douglasp@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Em 2020, aproximadamente 27,0% do valor bruto da produção agropecuária (VBP-AGRO) foi oriundo da produção de soja, seguido da produção de bovinos (14,0%), milho (10,7%), frangos (8,7%) e cana-de-açúcar (8,1%) (MAPA, 2021). O complexo soja representou 35,0% das exportações brasileiras do agronegócio em 2020, gerando US\$ 35,2 bilhões em divisas (AGROSTAT, 2021).

A participação do estado de Goiás na produção brasileira de soja, safra 20/21, foi de 10,1%, aproximadamente 13,7 milhões de toneladas, sendo o 4º maior estado produtor no ranking nacional (CONAB, 2021a). No estado de Goiás, as exportações do complexo soja representaram aproximadamente 52% das exportações do agronegócio goiano. Os principais destinos da soja goiana foram China (65,9%), Europa (12,4%) e Tailândia (6,5%) (AGROSTAT, 2021).

As mudanças na política econômica do Brasil, ocorridas na década de 1990, alteraram a estrutura de formação do preço da soja, conferindo maior grau de dependência do preço interno com os preços internacionais (MAFIOLETTI, 2001). Como demonstra Margarido (2012), após abertura econômica brasileira, o mercado de referência para formação do preço da soja, é o mercado internacional. Nesse cenário a taxa de câmbio, mais especificamente a cotação do dólar, ganha importância, influenciando diretamente os preços de exportação da soja e causando impactos sobre os volumes exportados (FRAGA et al., 2008).

Porém, além do preço que a soja é comercializada, existe outra variável importante a ser considerada, é o custo de produção. Como demonstram Artuzo et al. (2018, p.281), entre os anos de 1997 e 2014, a receita bruta média nas propriedades produtoras de soja do Brasil variou positivamente 11,1%, entretanto, entre os anos de 2007 e 2008, o custo total variou 31,9%. Em março de 2021, na estimativa de custo de produção da soja em Goiás, em propriedades arrendadas, os fertilizantes e corretivos agrícolas representaram 39,38% do custo operacional efetivo (IFAG, 2021).

De janeiro a novembro de 2020, foram entregues no mercado brasileiro, aproximadamente 37,0 milhões de toneladas de fertilizantes, no entanto, a produção nacional de fertilizantes intermediários foi de 5,8 milhões de toneladas (ANDA, 2020). Isso significa que aproximadamente 84,1% de todo fertilizante utilizado no Brasil em 2020 foi importado.

Devido participação dos custos atrelados à utilização de fertilizantes na produção de soja, técnicas são aplicadas ao cultivo para minimização da necessidade de utilização desses insumos. Como é o caso do plantio direto (FERREIRA; FREITAS; MOREIRA, 2015), de cultivares com maior potencial de fixação biológica de nitrogênio no solo (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007) e técnicas de rotação e sucessão de culturas no cultivo da soja (MELLO; ESPERANCINI, 2015).

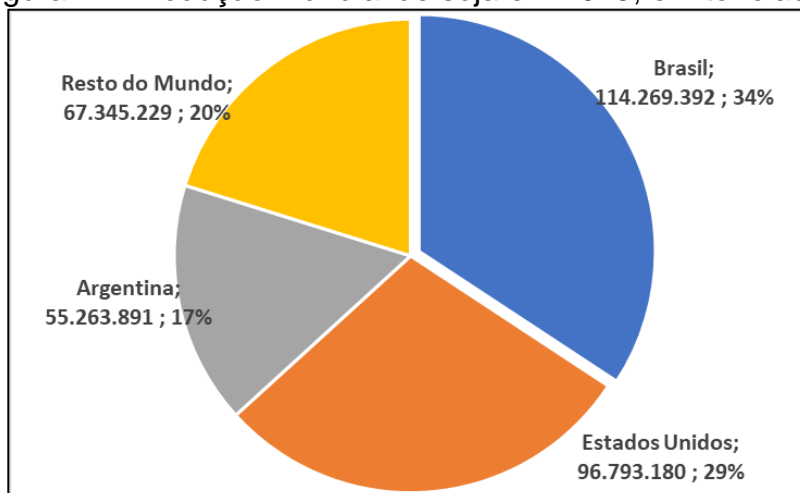
Diante do exposto, é possível perceber a importância econômica que a produção e comercialização de soja representa para o agronegócio brasileiro. Percebe-se também que para atividade, os preços dos fertilizantes são relevantes, pois possuem grande participação nos custos de produção. Por fim, a cotação do dólar é uma variável que precisa ser considerada, pois não somente influencia a comercialização, em grande medida direcionada para o mercado externo, mas também influencia os custos de produção. Devido o fato de a maior parte dos fertilizantes utilizados no Brasil serem importados, e consequentemente cotados em dólar.

O objetivo geral do presente trabalho é analisar a influência da taxa de câmbio no custo de produção da soja, no período de janeiro de 2010 e dezembro de 2020. Para tanto, realiza-se análise gráfica sobre a evolução histórica dos preços do principal fertilizante utilizado na produção de soja, realiza-se também análise gráfica sobre a evolução histórica da cotação do dólar no Brasil e, por fim, uma análise do coeficiente de correlação de Pearson entre os preços dos principais fertilizantes utilizados na produção de soja e a cotação do dólar no Brasil. Além dessa introdução, o artigo está estrutura em revisão de literatura, material e método e considerações finais.

## REVISÃO DA LITERATURA

Em 2019, o Brasil apresentou resultado suficiente para ser considerado o maior país produtor de soja do mundo, responsável por 34,2% de toda soja produzida. O segundo maior produtor mundial dessa oleaginosa foi os Estados Unidos, responsável por 29,0% da produção mundial, seguido da Argentina, com 16,6% da produção mundial (FAOSTAT, 2020a).

Figura 1 – Produção mundial de soja em 2019, em toneladas



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FAOSTAT (2020a).

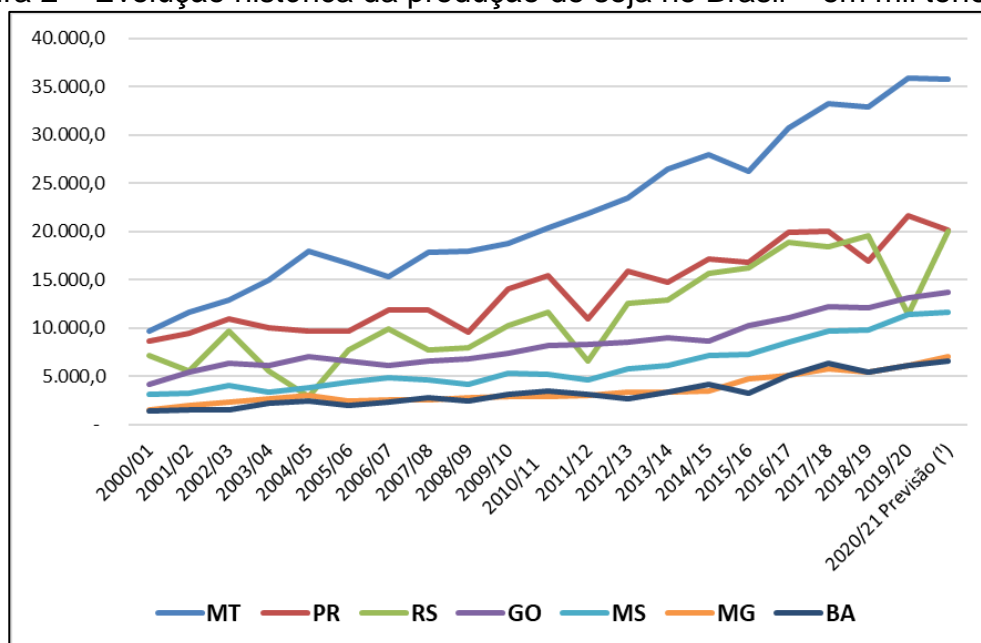
No comércio internacional de soja, o Brasil foi o país que mais exportou soja em grão. Das 115,3 milhões de toneladas de soja em grão exportadas no mundo em 2019, o Brasil foi responsável por 47,7%, seguindo dos Estados Unidos com 33,7%. Juntos, Brasil e Estados Unidos, exportaram em 2019 aproximadamente 80% de toda soja em grão exportada no mundo (FAOSTAT, 2020b).

No que tange as importações de soja, a China foi o país que mais importou esse grão em 2019. Das 151,7 milhões de toneladas de soja importadas no mundo em 2019, a China foi responsável por 60,2%, sendo que todos os outros países importaram menos que 3,5% cada um (FAOSTAT, 2020b). Esses dados demonstram a atual posição do Brasil como maior player mundial do principal produto agropecuário do mundo. Bem como a relevância da China como principal demandante de soja.

No Brasil, historicamente, o estado de Mato Grosso é o estado que apresenta o maior volume produzido de soja do país, em segundo lugar o Paraná, em terceiro Rio Grande do Sul e em quarto lugar o estado de Goiás (CONAB, 2021b). Juntos, esses quatro estados produziram, na previsão da safra brasileira de soja

2020/21, cerca de 66% da soja produzida no Brasil (CONAB, 2021b). O estado de Goiás, de 2000 a 2020, tem apresentado um aumento consistente na produção, sendo que, como mostra a Figura 2, nas safras 2004/05, 2011/12 e 2019/20, foi o 3ª maior estado em termos de produção de soja.

Figura 2 – Evolução histórica da produção de soja no Brasil – em mil toneladas



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CONAB (2021b).

A soja é a cultura que mais absorve fertilizantes no Brasil (ANDA, 2005 apud DIAS; FERNANDES, 2006, p.124). Entre os fertilizantes destinados à agricultura, os mais utilizados são compostos de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK) (COPELLI, 2020). Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam uma visão geral sobre a produção, importação e exportação mundial de NPK. Incluem quais são os principais países desse mercado, em termos de participação sobre o total do mundo.

Como mostra o Quadro 1, em 2018, a produção mundial de nitrogênio (N) atingiu um volume de 119,6 milhões de toneladas. As exportações chegaram a 43,3 milhões de toneladas (cerca de 36,0% em relação ao que foi produzido). A China foi o maior produtor mundial. O nitrogênio chinês representou 27,4% de todo nitrogênio produzido no mundo em 2018. O Brasil foi o país que mais importou nitrogênio no mundo em 2018, 10,9% do total. E a Rússia foi o país que mais exportou nitrogênio no mundo em 2018.

Quadro 1 – Produção, importação e exportação de nitrogênio no mundo em 2018

<b>NITROGÊNIO (N)</b>	<b>PRODUÇÃO</b>		<b>IMPORTAÇÃO</b>		<b>EXPORTAÇÃO</b>	
<b>Mundo (toneladas)</b>	119.615.318,3		42.322.210,4		43.361.277,3	
<b>Ranking Mundial</b>	<b>país</b>	<b>país/mundo (%)</b>	<b>país</b>	<b>país/mundo (%)</b>	<b>país</b>	<b>país/mundo (%)</b>
<b>1º País no ranking mundial</b>	China	27,4%	Brasil	10,9%	Rússia	16,3%
<b>2º País no ranking mundial</b>	Índia	11,1%	Índia	9,2%	China	11,4%
<b>3º País no ranking mundial</b>	Estados Unidos	9,4%	Estados Unidos	6,8%	Catar	5,3%
<b>4º País no ranking mundial</b>	Rússia	8,7%	França	4,7%	Arabia Saudita	4,9%
<b>5º País no ranking mundial</b>	Indonésia	3,4%	Tailândia	3,5%	Egito	4,7%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FAOSTAT (2020c).

Com relação ao mercado global de fósforo (P), o Quadro 2 mostra que, em 2018 foram produzidos no mundo um total de 44,2 milhões de toneladas de fósforo no mundo. As exportações mundiais de fósforo em 2018 totalizaram a 21,0 milhões de toneladas (cerca de 47,5% em relação ao que foi produzido). A China foi o maior produtor mundial. O fósforo chinês representou 30,0% de todo fósforo produzido no mundo em 2018. O Brasil foi o país que mais importou fósforo no mundo em 2018, 15,3% do total. E a China foi o país que mais exportou fósforo no mundo em 2018.

Quadro 2 – Produção, importação e exportação de fósforo no mundo em 2018

<b>FÓSFORO (P)</b>	<b>PRODUÇÃO</b>		<b>IMPORTAÇÃO</b>		<b>EXPORTAÇÃO</b>	
<b>Mundo (toneladas)</b>	44.207.484,6		20.557.125,4		21.042.371,9	
<b>Ranking Mundial</b>	<b>país</b>	<b>país/mundo (%)</b>	<b>país</b>	<b>país/mundo (%)</b>	<b>país</b>	<b>país/mundo (%)</b>
<b>1º País no ranking mundial</b>	China	30,0%	Brasil	15,3%	China	27,4%
<b>2º País no ranking mundial</b>	Estados Unidos	12,6%	Índia	15,0%	Marrocos	16,6%
<b>3º País no ranking mundial</b>	Índia	10,4%	Estados Unidos	8,3%	Rússia	14,8%
<b>4º País no ranking mundial</b>	Marrocos	9,1%	Paquistão	4,4%	Estados Unidos	9,5%
<b>5º País no ranking mundial</b>	Rússia	9,0%	Indonésia	4,3%	Arábia Saudita	7,7%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FAOSTAT (2020c).

Para o mercado mundial de potássio (K), como mostra o Quadro 3, em 2018 foram produzidos no mundo um total de 44,5 milhões de toneladas no mundo. As exportações de potássio somaram, em 2018, no mundo, um total de 34,3 milhões de toneladas (cerca de 77,1% em relação ao que foi produzido). O Canadá foi o maior produtor mundial. O potássio canadense representou 27,4% de todo potássio produzido no mundo em 2018. Os Estados Unidos foi o país que mais importou potássio no mundo em 2018, 20,5% do total. E o Canadá foi o país que mais exportou potássio no mundo em 2018.

Quadro 3 – Produção, importação e exportação de potássio no mundo em 2018

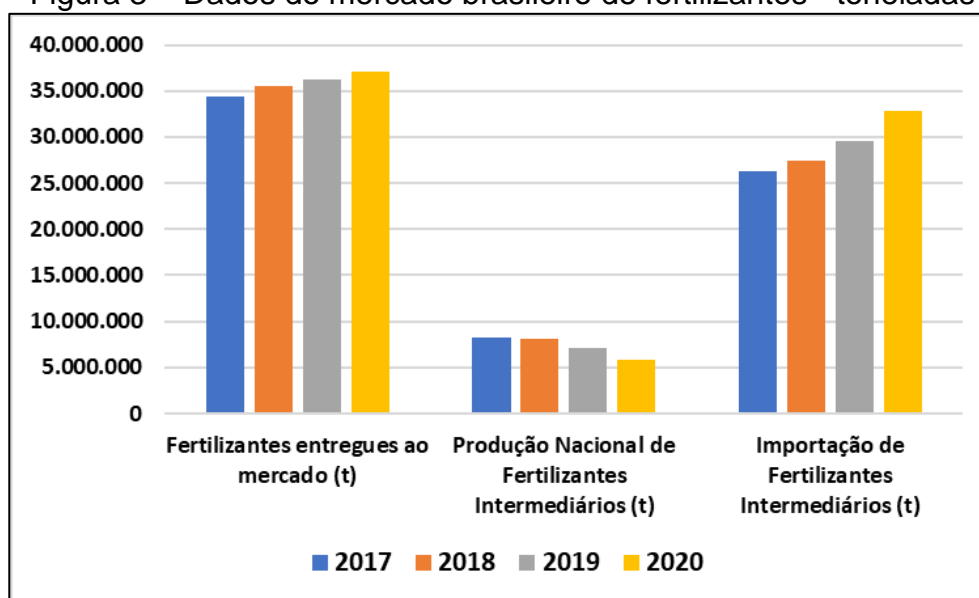
<b>POTÁSSIO (K)</b>	<b>PRODUÇÃO</b>	<b>IMPORTAÇÃO</b>	<b>EXPORTAÇÃO</b>
<b>Mundo (toneladas)</b>	44.518.636,8	38.094.395,5	34.352.399,8

Ranking Mundial	país	país/mundo (%)	país	país/mundo (%)	país	país/mundo (%)
1º País no ranking mundial	Canadá	27,4%	Estados Unidos	20,5%	Canadá	38,3%
2º País no ranking mundial	Rússia	19,2%	Brasil	17,2%	Rússia	18,0%
3º País no ranking mundial	Bielorrússia	16,5%	China	13,0%	Bielorrússia	16,9%
4º País no ranking mundial	China	13,8%	Índia	7,4%	Israel	6,6%
5º País no ranking mundial	Alemanha	6,9%	Indonésia	5,7%	Alemanha	6,4%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FAOSTAT (2020c).

Como mostra a Figura 3, no Brasil, o mercado de fertilizantes está intimamente ligado ao mercado externo. Enquanto a produção nacional apresenta uma tendência de queda, a utilização de fertilizantes, e conseqüentemente a importação, apresentam uma tendência positiva.

Figura 3 – Dados do mercado brasileiro de fertilizantes - toneladas



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANDA (2020).

A relação de troca entre fertilizantes e soja é um indicador que demonstra quantas sacas de soja (de 60 kg) são necessárias para adquirir uma tonelada de fertilizantes. A análise desse indicador, do ponto de vista do produtor rural é: quanto menor, melhor. Como apresentado no Quadro 4, essa relação piorou de 2018 para 2019, porém, devido preços recordes na cotação da soja ao longo do ano de 2020, o cenário se inverteu e se mostrou mais favorável do que o observado em 2017.

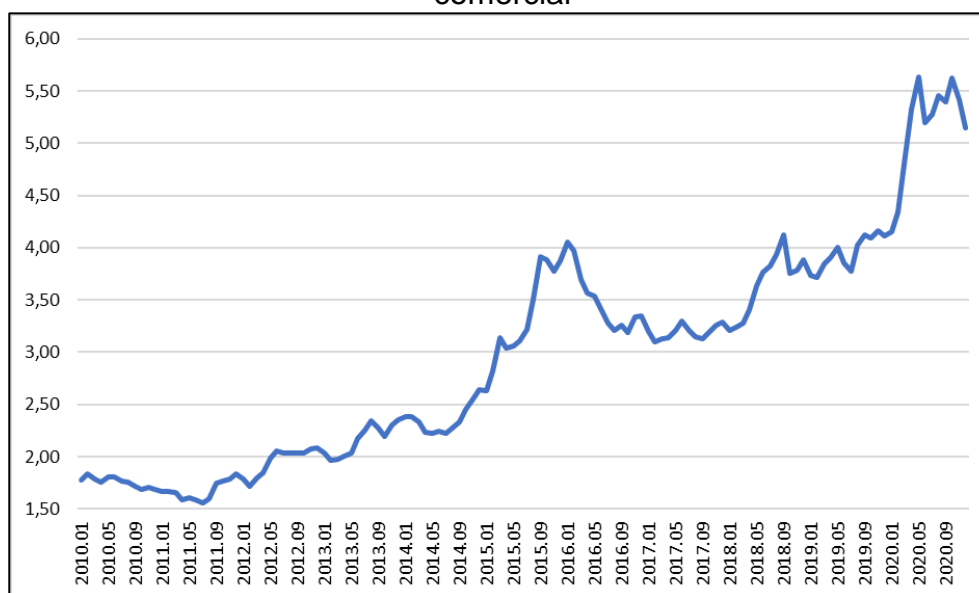
Quadro 4 – Quantidade de sacas de soja (60 kg) necessárias para adquirir 1 tonelada de fertilizante

Ano	2017	2018	2019	2020
Relação de troca (saca/tonelada)	22,2	20,6	23,1	17,6
Variação (%)	-	-7,2%	12,1%	-23,8%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANDA (2020).

Devido dependência do mercado externo para o abastecimento de fertilizantes no Brasil, o dólar se mostra uma variável de grande importância (COPELLI, 2020). Como mostra a Figura 4, a série histórica da taxa nominal de câmbio entre real e dólar, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020, demonstra uma forte tendência de alta. Um aumento mais acelerado foi observado ao longo do ano de 2015, em grande medida devido a crise econômica e política que o Brasil estava passando. Outro aumento mais expressivo pode ser observado no primeiro semestre do ano de 2020, em grande medida explicado pela crise sanitária, com consequências econômicas, devido a pandemia.

Figura 4 – Taxa de câmbio nominal – média do período a preço de venda R\$/US\$ comercial



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPEADATA (2021)

São diversas variáveis que impactam o câmbio brasileiro, desde fatores econômicos e políticos, até catástrofes naturais e doenças com alto poder epidêmico. Se trata de um trabalho complexo buscar explicações para variações das taxas de câmbio. Porém, devido grande relevância dessa variável sobre a rentabilidade dos produtores, analisar sua influência sobre os custos de produção agropecuários tem se mostrado um trabalho de grande relevância (SANTANA, 2019).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos do presente estudo, baseado em Copeli (2020), serão utilizadas as séries históricas de preços para o estado de Goiás de formulados de NPK. Como principais formulados de NPK para soja, pode-se considerar os: 00-20-20, 02-20-18, 08-20-20, 08-30-20, 12-15-15 e 08-28-16 (COPELLI, 2020). Porém,

por questão de disponibilidade de dados, para o período que se pretende analisar, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020, na base de dados da Conab (2021c), serão analisados os preços dos compostos de NPK: 02-20-18+micronutrientes e 08-20-18+micronutrientes. Ademais, em junho de 2018, observou-se a ausência do preço do NPK 02-20-18+MICRONUTRIENTES. Para contornar esse problema, e não causar problemas na amostra, foi considerado o preço do mês anterior.

Para os preços do NPK, será considerado a média aritmética dos dois compostos supracitados. Os preços do NPK serão deflacionados pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M). O IGP-M foi escolhido por cobrir todo o processo produtivo, desde insumos agrícolas e industriais, produtos intermediários até bens finais (IPEADATA, 2021).

Para a série histórico do câmbio, a taxa de câmbio efetiva real da agricultura, pecuária e serviços relacionados (média 2010 = 100) será utilizada. Essa taxa de câmbio foi escolhida por retirar os efeitos da inflação tanto do Brasil, como também dos 23 principais parceiros comerciais de produtos da agropecuária, se mostrando mais adequada tanto para representações gráficas, quanto para contrastar com os preços dos fertilizantes deflacionados.

Para demonstrar a correlação entre as variáveis: câmbio e preços de fertilizantes, será calculado o coeficiente de correlação de Pearson, como apresentado abaixo:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(X, Y)}{\sqrt{var(X) \cdot var(Y)}} \quad (1)$$

Em que  $r$  é o coeficiente de correlação de Pearson.  $X$  e  $Y$  são as variáveis que busca-se encontrar a correlação.  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias aritméticas de  $x$  e  $y$ , calculada da seguinte forma:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$  e  $\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$ . Após a segunda igualdade,  $cov(X, Y)$  é a covariância de  $X$  e  $Y$ ; e  $var(X)$  representa a variância de  $X$ , bem como  $var(Y)$  representa a variância de  $Y$  (TRIOLA, 2008).

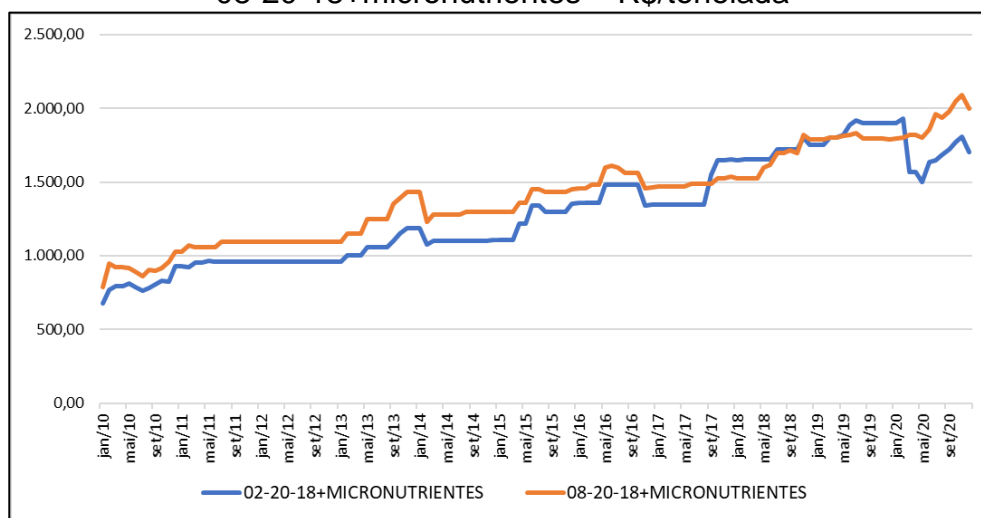
Também serão apresentados gráficos das séries analisadas, bem como a estatística descritiva das variáveis, incluindo a média, desvio-padrão, coeficiente de variação, valores mínimos e máximos, mediana e curtose. A operacionalização das técnicas estatísticas descritas acima, será realizada com utilização de planilhas de Excel e com software livre Gretl. De forma complementar, testes de significância serão realizados para os coeficientes de correlação, também de normalidade sobre as séries (TRIOLA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mostra a Figura 5, é possível perceber os dois formulados de NPK, 02-20-18+micronutrientes e 08-20-18+micronutrientes apresentam variações de preços similares ao longo do período analisado. A Figura 5 também mostra que em setembro de 2017 o 02-20-18+micronutrientes se eleva a patamares superiores ao 08-20-18+micronutrientes, o que é revertido ao longo dos próximos períodos. Com destaque para março de 2020, em que o 02-20-18+micronutrientes apresenta forte redução dos preços em relação ao 08-20-18+micronutrientes.



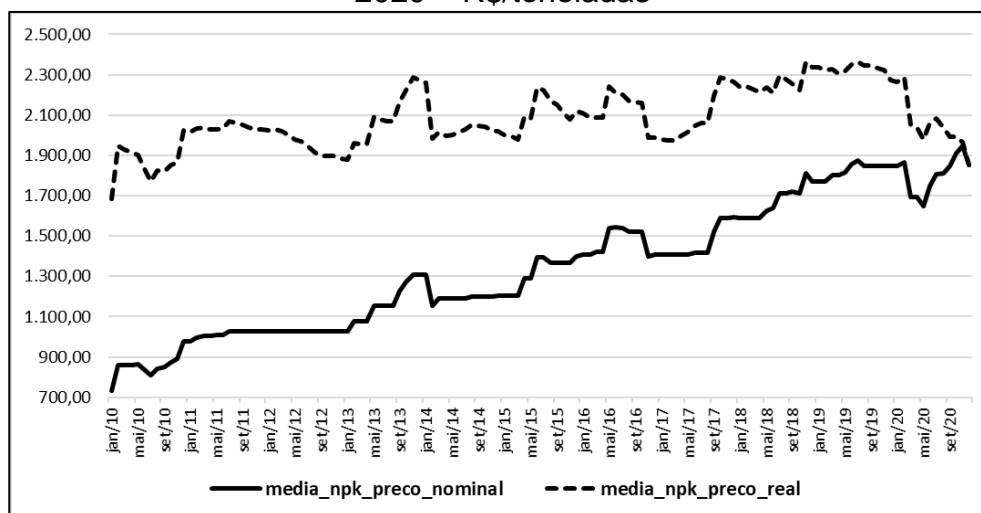
Figura 5 – Preços nominais dos formulados de NPK 02-20-18+micronutrientes e 08-20-18+micronutrientes – R\$/tonelada



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Conab (2021c).

A tendência de aumento dos preços nominais dos formulados de NPK, em grande medida, são reflexos da inflação do período. Porém, como mostra a Figura 6, trabalhando com a média de preços dos dois formulados, e descontando a inflação do período medida pelo IGP-M, ainda é possível perceber uma tendência de aumento nos preços reais do NPK.

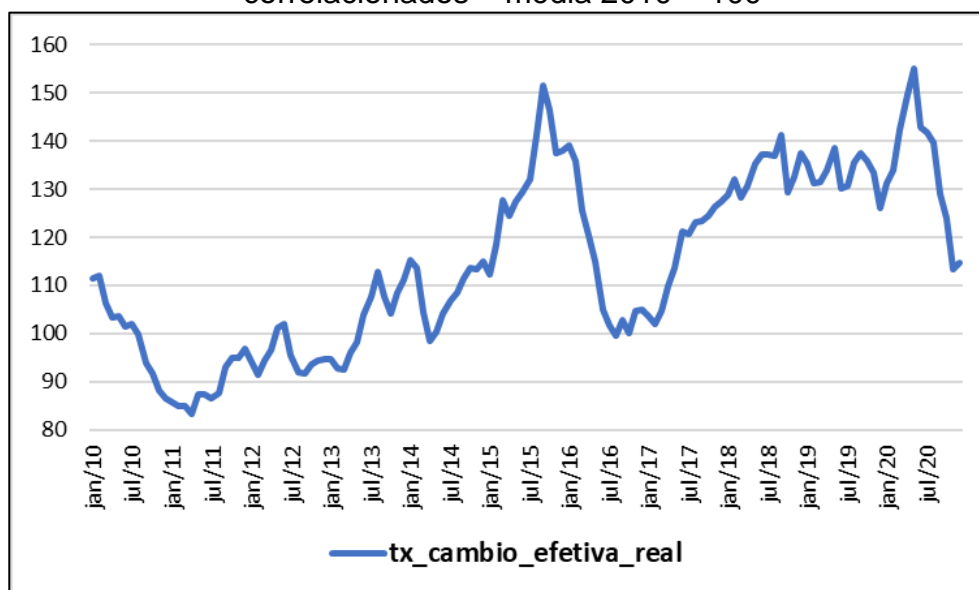
Figura 6 – Preços nominais e reais de NPK, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020 – R\$/toneladas



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Conab (2021c) e Ipea (2021). Os preços foram deflacionados pelo IGP-M (base em dezembro de 2020).

Com relação à taxa de câmbio efetiva real da agricultura, pecuária e serviços relacionados (média 2010 = 100), é possível perceber também uma tendência positiva, como mostra a Figura 7. A Figura 7 demonstra também a alta variabilidade da taxa de câmbio brasileira.

Figura 6 – Taxa de câmbio efetiva real da agricultura, pecuária e serviços correlacionados – média 2010 = 100



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Ipeadata (2021).

A estatística descritiva das séries analisadas é apresentada no Quadro 5. A variável NPK é a média aritmética dos preços dos compostos 02-20-18+micronutrientes e 08-20-18+micronutrientes corrigidos pelo IGP-M. O Câmbio é a taxa de câmbio real efetiva da agricultura, pecuária e serviços correlacionados.

Quadro 5 – Estatística descritiva das variáveis

Variável	Tamanho da amostra	Média	Desvio - Padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	Curto e	Coefficiente de Variação
NPK	132	2.085,3	147,7	1.683,4	2.365,8	2.050,3	-0,62	0,07
Câmbio	132	114,5	18,2	83,2	155,1	112,4	-1,15	0,16

Fonte: Resultados.

As duas amostras analisadas possuem 132 observações, que pode ser considerado uma amostra suficiente para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson. Corroborando a análise gráfica das séries, o coeficiente de variação demonstra que o câmbio apresenta um comportamento com desvios maiores em relação à média. Enquanto o NPK tem um coeficiente de variação bem abaixo do câmbio, demonstrando que tem desvios menores em relação à média ao longo do período analisado.

Para o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, primeiro realizou-se o teste de normalidade de Jarque-Bera sobre as variáveis. O teste demonstrou que, a 1% de significância não foi possível rejeitar a hipótese nula de distribuição normal para ambas as séries.

Quadro 6 – Coeficiente de correlação de Pearson entre NPK e câmbio

<b>Coeficiente de correlação de Pearson</b>	<b>0,581*</b>
---	---------------

Fonte: Resultados. (\*) significativa a 1% de significância.

Considerando as séries normalmente distribuídas, calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson. Como mostra o Quadro 6, pode-se dizer que existe uma relação positiva moderada entre as séries, e que essa relação é estatisticamente significativa a 1% de significância. Dessa forma, apesar de uma correlação moderada, pode-se perceber que os preços dos fertilizantes analisados possuem correlação positiva com o dólar. Ou seja, sempre que o dólar varia positivamente, estando acima de sua média, para o período analisado, os preços dos fertilizantes também tenderam a estar acima da sua média, mediante variação positiva.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar a influência da taxa de câmbio no custo de produção da soja, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020. Para tanto, cumpriu-se com os objetivos específicos de realizar análises gráficas da evolução histórica dos preços médios de dois formulados de NPK (02-20-18+micronutrientes e 08-20-18+micronutrientes). Demonstrou-se que, mesmo retirando o efeito da inflação, os fertilizantes analisados apresentaram uma tendência positiva na evolução dos preços.

Para cumprir o segundo objetivo específico, com análise gráfica da evolução histórica da cotação do dólar, utilizou-se a taxa de câmbio efetiva real da agricultura, pecuária e serviços correlatos. Observou-se que se trata de uma série com grandes variações. Na apresentação das estatísticas descritivas das duas séries analisadas, tanto de fertilizantes, quanto a taxa de câmbio, é possível perceber que, como sugere a análise visual, o coeficiente de variação do câmbio é alto em relação ao coeficiente de variação da média de preços dos fertilizantes.

O cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, cumprindo o terceiro objetivo específico, demonstrou que existe uma relação estatisticamente significativa, positiva e moderada entre a taxa de câmbio e a média de preços dos principais fertilizantes utilizados na produção de soja. Isso demonstra que um câmbio instável é motivo de atenção para os produtores de soja, pois seu custo de produção está positivamente relacionado a essas variações.

O estudo contribui no sentido de trazer evidências quantitativas da relação entre a taxa de câmbio e o preço de fertilizantes (formulados de NPK), servindo de base para estratégias de produtores rurais e empresas que atuam no mercado de soja. Bem como também para formulação de políticas públicas que visam incentivar a produção de soja no Brasil. Como fator limitante, por questões de disponibilidade de dados, não foi possível analisar outras formulações de NPK também relevantes, em termos de custo de produção, no cultivo da soja. Para pesquisas futuras sugere-se que técnicas estatísticas capazes de modelar a causalidade e cointegração sejam aplicadas.

### REFERÊNCIAS

AGROSTAT – Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. 2021. **Exportação** **Importação**. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 5 de abril de 2021.

ANDA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. 2020. **Pesquisa Setorial**: Macro Indicadores – dados 2020. Disponível em: <[https://anda.org.br/pesquisa\\_setorial/](https://anda.org.br/pesquisa_setorial/)>. Acesso em: 15 de março de 2021.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, A. R. L.; SILVA, L. X. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v.20, n.2, p.273-294, 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2021a. **Safrá brasileira de grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 5 de abril de 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2021b. **Séries históricas das safras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 5 de abril 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2021c. **Preços de Insumos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/precos?view=default>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

COPELLI, A. **Previsão e análise dos preços de fertilizantes com formulação NPK para estratégia de compras dos produtores de soja e milho do Paraná**. 2020. 43f. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2020.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n.24, p.97-138, 2006.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE DATA. 2020a. **Production - Crops**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE DATA. 2020b. Trade - Crops and livestock production. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

FAOSTAT – FOOD AND AGRICULTURE DATA. 2020c. **Inputs – Fertilizers by Nutrient**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em 15 de abril de 2021.

FERREIRA, B. G. C.; FREITAS, M. M. L.; MOREIRA, G. C. Custo operacional efetivo de produção de soja em sistema de plantio direto. **Revista iPecege**, v.1, n.1, p.39-50, 2015.

FRAGA, G. J.; ARRUDA, C. S.; ALVES, A. F.; PARRÉ, J. L. O pass-through das variações da taxa de câmbio para os preços de exportação de soja. **Revista análise econômica**, ano26, n.49, p.193-210, 2008.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Cerrados, 2007. 80p. (Embrapa Cerrado. Documentos, 283).

IFAG – INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. 2021. **Custos de Produção**: estimativa de custo de produção soja convencional transgênica RR sucessão tp-mar21. Disponível em: <<http://ifag.org.br/custos-de-producao.html>>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

IPEADATA. 2021. **Macroeconômico**: séries históricas. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em 15 de abril de 2021.

MAFIOLETTI, R. L. Formação de preços na cadeia agroindustrial da soja na década de 90. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.39, n.4, p.9-26, 2001.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. 2021. **Valor Bruto da Produção Agropecuária**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-de-2020-esta-perto-de-r-886-bilhoes>>. Acesso em: 5 de abril de 2021.

MARGARIDO, M. A. Análise da transmissão espacial de preços no mercado internacional da soja. **Revista de Economia e Administração**, v.11, n.3, p.281-303, 2012.

MELLO, D. A.; ESPERANCINI, M. S. T. Avaliação econômica do cultivo da soja em rotação e sucessão de culturas: resultados a partir de estudo de caso no município de Ourinhos/SP, na safra 2012/2013. **Revista Energia na Agricultura**, v.30, n.3, p.280-288, 2015.

SANTANA, J. V. **Comportamento dos custos de produção de algodão no estado de Mato Grosso vis-à-vis a variação do dólar norte americano entre os anos de 2015 e 2018**. 2019. 24f. Monografia (Bacharelado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. Vera Regina de Lima de Farias e Flores. Ed. 10. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 696p.