

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

KARINE GONZAGA DE OLIVEIRA

**EFEITO DOS FATORES CLIMÁTICOS NO COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE
PRODUÇÃO DA SOJA: UM ESTUDO NAS PRINCIPAIS CIDADES PRODUTORAS
BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2005 A 2015**

**UBERLÂNDIA
2016**

KARINE GONZAGA DE OLIVEIRA

**EFEITO DOS FATORES CLIMÁTICOS NO COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE
PRODUÇÃO DA SOJA: UM ESTUDO NAS PRINCIPAIS CIDADES PRODUTORAS
BRASILEIRAS NO PERÍODO DE 2005 A 2015**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências Contábeis, da Universidade Federal de Uberlândia como exigência parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Contábeis

Linha de Pesquisa: Controladoria

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavares

**UBERLÂNDIA
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O48e
2016

Oliveira, Karine Gonzaga de, 1989-

Efeito dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção da soja : um estudo nas principais cidades produtoras brasileiras no período de 2005 a 2015 / Karine Gonzaga de Oliveira. - 2016.

106 f. : il.

Orientador: Marcelo Tavares.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis.

Inclui bibliografia.

1. Contabilidade - Teses. 2. Produtividade agrícola - Teses. 3. Soja - Aspectos econômicos - Teses. 4. Climatologia agrícola – Teses. 5. Economia agrícola - Teses. I. Tavares, Marcelo. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. III. Título.

CDU: 330

*À minha família, especialmente à minha mãe,
Ao meu marido e
Aos meus amigos.*

AGRADECIMENTOS

Registro meus agradecimento a todos que participaram de mais essa jornada acadêmica na minha vida e que contribuíram de forma direta ou indireta para que eu alcançasse este objetivo, que é apenas mais um degrau conquistado de uma longa subida. Meus sinceros agradecimentos ...

... à **Universidade Federal de Uberlândia**, que me acolheu em diversas situações e que complementou minha vida acadêmica. Ao **corpo docente e secretariado**, que me deu suporte quando precisei. Em especial aos professores **Dra. Patrícia de Souza Costa e Dr. Ilírio José Rech**. Este, por ser meu orientador durante minha jornada na graduação e aquela, por ser a primeira professora a incentivar-me a realizar uma pesquisa científica, ainda nos primeiros anos acadêmicos.

... ao meu orientador durante o mestrado, professor **Dr. Marcelo Tavares**, obrigada pelo direcionamento, incentivo, paciência e pela confiança depositada em mim durante esse longo processo.

... aos **meus amigos**, que sempre souberam a melhor maneira de me ajudar a descontrair nas horas de pressão e tensão.

... à **minha família**, pelo apoio para que eu concretizasse mais uma etapa na vida. Em especial a minha mãe, **Rejane**, que sempre foi a primeira a incentivar qualquer que fosse meu sonho, pequeno ou grande, perto ou longe, certo ou incerto e também, em especial ao meu marido **Bruno**, que esteve sempre ao meu lado, sendo meu refúgio, entendendo-me nos momentos difíceis e dando-me apoio incondicional, compreensão e carinho.

... a todos, o meu "muito obrigada".

"May the force be with you".

RESUMO

A soja é o produto de maior destaque no agronegócio brasileiro, correspondendo a mais de 49% da área plantada em grão no país, o que equivale a 30% da produção de soja mundial do ano de 2015. Assim como outros produtos agrícolas, a soja é afetada diretamente pelas condições do ambiente, tornando-se dependente dos fatores climáticos como temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica. Com isso, o objetivo do estudo foi investigar o comportamento dos custos de produção da soja em relação aos fatores climáticos nas principais cidades produtoras do Brasil no período de 2005 a 2015. Os fatores climáticos analisados foram: insolação, nebulosidade média, dias de precipitação, precipitação total, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima. Os custos do plantio da soja foram analisados em todas as etapas da sua produção (semeadura, período vegetativo, período reprodutivo e colheita). Foram realizadas análises descritiva, de correlação linear simples e de regressão linear múltipla. Os principais resultados apontaram que, no período analisado, nos primeiros estágios de produção da soja (período vegetativo), o aumento da insolação e a redução da nebulosidade diária reduziram os custos de produção com mão de obra temporária, sementes, fertilizantes, agrotóxicos e depreciações. No período vegetativo, o custo com sementes, fertilizantes e manutenção periódica de máquinas diminuiu com o aumento da nebulosidade diária. Quanto à disponibilidade hídrica, os resultados indicaram que o aumento do número de dias de precipitação e da precipitação total no período vegetativo aumentaram os custos de produção com operação com máquinas, manutenção periódica de máquinas, sementes, fertilizantes, agrotóxicos e mão de obra permanente. Já no período reprodutivo, o aumento da disponibilidade hídrica diminuiu os custos de operação com máquinas e mão de obra temporária. Em relação à temperatura, o aumento da temperatura máxima diminuiu os custos de produção da soja com sementes, na etapa da semeadura. No período reprodutivo, o aumento das temperaturas média e máxima aumentaram os custos com agrotóxicos, talvez por conta da proliferação de parasitas.

Palavras-chave: Produção agrícola. Soja. Custo de produção. Fatores climáticos.

ABSTRACT

Soybean is the featured product in Brazilian agribusiness, corresponding for over 49% of the area planted in the country, which corresponds to 30% of world soybean production in the year of 2015. As well as others agricultural products, soybeans are directly affected by environmental conditions, becoming dependent on climate factors, such as temperature, photoperiod and water availability. This study aimed to investigate the behavior of soybean production costs in relation to climatic factors in major producing cities in Brazil from 2005 to 2015. The climate factors analyzed were: insolation, nebulosity, days of precipitation, precipitation total, average temperature, maximum temperature and minimum temperature. Soybean planting costs were examined at all stages of its production (seeding, growing period, reproductive period and harvest). Were performed descriptive analyzes, simple linear correlation and multiple linear regression. The main results showed that, in the period analyzed, the first soybean production stages (growing period) the increase of insolation and de reduction of nebulosity, reduced production costs with temporary labor, seeds, fertilizers, pesticides and depreciation. In growing period, the cost of seeds, fertilizers and periodic maintenance of machinery decreased with daily nebulosity increasing. About water availability, the results indicated that whit the increasing of days of precipitation and of the precipitation total in the growing season, increased production costs with operating machinery, periodic maintenance of machinery, seeds, fertilizers, pesticides and permanent labor. In the reproductive period, the increased of the water availability, decreased the costs of operating machinery and temporary labor. In relation to temperature, the increasing of the maximum temperature, decreased soybean production cost with seeds, in the seeding stage. The increase in average and maximum temperatures, in the reproductive period, have increased the cost of pesticides, perhaps because of the proliferation of parasites.

Keywords: Agricultural production. Soybean. Production cost. Climate factors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Produção agrícola por região no Brasil – Janeiro de 2015	21
FIGURA 2	Linha do tempo da disseminação da soja	28
FIGURA 3	Período de safra da soja no Brasil	29
FIGURA 4	Ciclo de desenvolvimento da soja	31
QUADRO 1	Estágio de desenvolvimento da soja	30
QUADRO 2	Variáveis operacionais e insumos relativos aos custos de produção da soja	36
QUADRO 3	Amostra das cidades produtoras de soja e o período analisado	43
QUADRO 4	Composição do custo de produção da soja	44
QUADRO 5	Estações meteorológicas por cidades da amostra	45
QUADRO 6	Esquematização dos dados e períodos de análise	46
QUADRO 7	Exemplo de modelo de regressão para o Bloco de Custo dos Agrotóxicos	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Análise descritiva dos custos de produção da soja nas cidades da amostra	53
TABELA 2 Análise descritiva dos fatores climáticos nas cidades da amostra	55
TABELA 3 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção OpMáq e os fatores climáticos	58
TABELA 4 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção OpMáq e os fatores climáticos (cont.)	59
TABELA 5 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção MOTemp e os fatores climáticos	61
TABELA 6 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Semet e os fatores climáticos	62
TABELA 7 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Semet e os fatores climáticos (cont.)	63
TABELA 8 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Fertz e os fatores climáticos	64
TABELA 9 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Agtx e os fatores climáticos	65
TABELA 10 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Agtx e os fatores climáticos (cont.)	66
TABELA 11 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Depre3 e os fatores climáticos	67
TABELA 12 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Depre3 e os fatores climáticos (cont.)	68
TABELA 13 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção ManutMáq e os fatores climáticos	69
TABELA 14 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção ManutMáq e os fatores climáticos (cont.)	70
TABELA 15 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção MOPerm e os fatores climáticos	71
TABELA 16 Coeficientes de correlação linear simples (<i>r</i>) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção MOPerm e os fatores climáticos (cont.)	72
TABELA 17 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja e os fatores climáticos InsTt e NebMd significativas (sig.<0,05)	73

TABELA 18 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja e os fatores climáticos NDPrecip e PrecipTt significativas (sig.<0,05)	75
TABELA 19 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja e os fatores climáticos TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)	76
TABELA 20 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja tipo convencional e os fatores climáticos InsTt, NebMd, NDPrecip e PrecipTt significativas (sig.<0,05)	78
TABELA 21 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja tipo convencional e os fatores climáticos TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)	79
TABELA 22 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja tipo OGM e os fatores climáticos InsTt, NebMd, NDPrecip, PrecipTt, TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)	80
TABELA 23 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja da cidade de Primavera do Leste e os fatores climáticos InsTt, NebMd, NDPrecip e PrecipTt significativas (sig.<0,05)	82
TABELA 24 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja da cidade de Primavera do Leste e os fatores climáticos TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)	83
TABELA 25 Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja da cidade de Sorriso e os fatores climáticos InsTt, NebMd, TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)	85

LISTA DE ABREVIATURAS

BACEN	Banco Central do Brasil
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
BM&FBOVESPA	Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros
BPG	Breusch-Pagan-Godfrey
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CV	Coeficiente de Variação
ESALQ	Escola de Estudos de Agricultura "Luiz de Queiroz"
EUA	Estados Unidos da América
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OGM	Organismos Geneticamente Modificados
PIB	Produto Interno Bruto
VIF	Inflação da Variância

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Problema de pesquisa.....	13
1.2 Objetivos	13
1.3 Delimitação do estudo	13
1.4 Justificativa do estudo.....	14
1.4 Contribuições do estudo.....	15
1.5 Estrutura do trabalho	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O agronegócio	17
2.1.1 Contextualização do agronegócio	17
2.1.2 O mercado agrícola	18
2.1.3 Agronegócio nas regiões brasileiras.....	21
2.1.4 Competitividade regional e mundial	23
2.2 Controle de custos na atividade rural.....	24
2.2.1 Contabilidade para o produtor rural	24
2.2.2 Controle de custos na atividade rural	25
2.2.3 Contabilidade de custos como ferramenta gerencial no agronegócio	26
2.3 A cultura da soja	27
2.3.1 Histórico da cultura da soja	27
2.3.2 Fases e aspectos técnicos da soja	29
2.3.3 Importância da soja para a economia mundial e brasileira e a sua comercialização	33
2.3.4 Custos de produção da soja	35
2.4 O clima e as influências na produção da soja	37
2.4.1 O clima e as mudanças climáticas.....	37
2.4.2 Influências do ambiente no plantio e desenvolvimento das culturas agrícolas	38
2.4.3 Conhecimento como estratégia ante às mudanças climáticas	40
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS	43
4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	51

4.1Caracterização das cidades quanto aos custos de produção e fatores climáticos	51
4.1.1 Custos de produção da soja por cidade	53
4.1.2 Fatores climáticos.....	54
4.2 Análise de correlação	57
4.2.1 Operação com máquinas – OpMáq	57
4.2.2 Mão de obra temporária – MOTemp.....	60
4.2.3 Sementes – Semet.....	62
4.2.4 Fertilizantes – Fertz.....	64
4.2.5 Agrotóxicos – Agtx	65
4.2.6 Depreciação de benfeitorias e instalações, máquinas e implementos - Depre3	67
4.2.7 Manutenção periódica de Máquinas – ManutMáq	69
4.2.8 Mão de obra permanente e encargos sociais - MOPerm	71
4.3 Análise de regressão	73
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	89
ANEXO A - Custos de produção da soja disponibilizados pela CONAB (2010)	97
APÊNDICE A - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos resíduos dos custos de produção da soja e os fatores climáticos	98
APÊNDICE B - Regressão Linear para o bloco de custo de Operação com máquinas – OpMáq	99
APÊNDICE C - Regressão Linear para o bloco de custo de Mão de obra temporária - MOTemp ...	100
APÊNDICE D - Regressão Linear para o bloco de custo de Sementes - Semet.....	101
APÊNDICE E - Regressão Linear para o bloco de custo de Fertilizantes - Fertz	102
APÊNDICE F - Regressão Linear para o bloco de custo de Agrotóxicos - Agtx.....	103
APÊNDICE G - Regressão Linear para o bloco de custo de Depreciação de benfeitorias e instalações/ Depreciação de máquinas/ Depreciação de implementos – Depre3.....	104
APÊNDICE H - Regressão Linear para o bloco de custo de Manutenção periódica de máquinas - ManutMáq	105
APÊNDICE I - Regressão Linear para o bloco de custo de Mão de obra permanente - MOPerm....	106

1 INTRODUÇÃO

A agricultura contribui para o crescimento econômico de vários países, dentre eles o Brasil, além de ser um tema relevante dentro das teorias econômicas e sociais (CONTE; FERREIRA FILHO, 2007). A partir dessa importância, tem-se o agronegócio ou *agribusiness*, que compõe os negócios relacionados à agropecuária dentro do ponto de vista econômico (BATALHA, 2007).

No agronegócio, o setor primário tem destaque no desenvolvimento econômico, principalmente quanto às exportações, de acordo com Beline et al. (2009). Um produto agrícola que tem sua importância no agronegócio é a soja que, segundo estudo de Dall'Agnol et al. (2007), teve um crescimento de 763% na produção mundial no período de 1970 a 2007, enquanto que outras culturas como trigo, arroz, milho, feijão, cevada e girassol cresceram no máximo um terço desse percentual. Percebe-se, assim, a evolução relevante dessa cultura.

De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a soja é o produto com maior destaque na economia do Brasil e corresponde à 49% da área plantada em grãos no país. Além disso, a soja brasileira é a cultura que mais cresceu nos últimos 30 anos e alcançou um "padrão ambientalmente responsável" por utilizar práticas de agricultura sustentável (BRASIL, 2015b). Os líderes mundiais em produção de soja, além do Brasil, são os Estados Unidos, a Argentina, a China, e a Índia, que representam 90% da produção mundial da soja, e desse percentual, o Brasil tem a cota de 30% (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2015b).

O agronegócio brasileiro apresentou, na última década, um superávit de 466,77 bilhões de dólares e, um dos fatores principais para esse crescimento foi o complexo da soja. Dados da EMBRAPA (2015b) indicam que, somente em 2012 a cultura da soja e seus derivados representaram cerca de 27,3% do total das exportações agrícolas brasileiras. Isso evidencia o destaque dessa cultura para a economia do país.

Dada essa relevância da cultura da soja e do agronegócio, o gerenciamento dos fatores de produção tornam-se uma ferramenta necessária para o produtor rural, que também é um gestor, para conhecer o comportamento dos preços passados, presentes e futuros percebidos e de todos os custos envolvendo a produção (RICHETTI, 2014). Nesse sentido, a contabilidade auxilia esse produtor, configurando-se como ferramenta de gestão do seu negócio, sobretudo no que compete à custos e sua composição.

O gestor rural desempenha um papel relevante no agronegócio, pois o seu conhecimento técnico no plantio e venda da produção, e a sensibilidade e competência na

realização de transações determinam seu sucesso. Por isso, as operações diárias devem ser consideradas pelo produtor rural sob os aspectos técnicos, econômicos e financeiros (HOFER, et al., 2006). Com esses conhecimentos, o gestor rural pode executar métodos de maximização da produção, otimização de custos e planejar ações futuras.

Segundo Beline et al. (2009, p. 77), "no mundo dos negócios, as mudanças ocorrem desenfreadamente, gerando incertezas devido ao comportamento das variáveis econômicas e da concorrência cada vez mais acirrada". Assim, o gestor rural está vulnerável a riscos envolvendo sua produção e um dos grandes fatores que impactam diretamente a produção, e consequentemente os custos dela, são os elementos climáticos (SEIPT et al., 2013).

Estudos sobre o clima são necessários para a criação de um quadro conceitual que indique os impactos das mudanças climáticas sobre os produtores rurais (MORTON, 2007). Isso se dá porque, de acordo com Chen e Chen (2013), um dos fatores mais críticos e determinantes para a distribuição e disponibilidade de recursos orgânicos no mundo é o clima. De acordo com os autores, a energia elétrica e a água são necessárias na agricultura, pois impactam diretamente na produção, criando uma dependência. Cada indicador referente à temperatura, precipitação, umidade, vento, radiação, etc. são relevantes para o desenvolvimento de todas as culturas, inclusive da soja.

Complementando, Berlato, Fontana e Gonçalves (1992) indicam que, na cultura da soja, as variáveis que estão mais diretamente relacionadas com desenvolvimento e rendimento da planta são a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica. Isso deixa o resultado da produção da soja, ou seja, o rendimento dos grãos, muito sensível aos fatores climáticos.

Contudo, as mudanças climáticas são indicadas como "um dos maiores desafios ambientais do século XXI", de acordo com Cunha et al. (2013, p. 370). Ademais, Vermeulen et al. (2012) preveem o aumento populacional nos próximos anos e, consequentemente, o aumento da demanda por alimento, o que fará a produção agrícola aumentar. Apesar disso, os autores ainda indicam que as mudanças climáticas vão desestabilizar os sistemas agrícolas atuais, forçando os produtores a se adaptar.

Com isso, segundo Kolk e Pinkse (2004), essas mudanças climáticas também impactam diretamente a estratégia das empresas. De acordo com Tachie-Obeng, Akponikpè e Adiku (2013), a adaptação é um ponto crucial para lidar com os impactos climáticos. O que acontece no agronegócio não é diferente, pois o produtor rural com o conhecimento sobre o impacto das variações do clima em sua cultura, pode estar preparado para tomar decisões que minimizem os impactos de fenômenos climáticos nos custos de sua produção.

1.1 Problema de pesquisa

A agricultura é uma das atividades econômicas com maior dependência dos fatores climáticos, pois é afetada diretamente pelas condições do ambiente. Assim, buscou-se analisar o seguinte problema de pesquisa: quais os efeitos dos fatores climáticos no comportamento dos custos relacionados com os estágios da produção da soja nas principais regiões produtoras do Brasil?

1.2 Objetivos

O objetivo principal do trabalho é investigar o comportamento dos custos nos estágios de produção da soja em relação aos fatores climáticos nas principais cidades produtoras do Brasil no período de 2005 a 2015.

Os objetivos específicos pretendidos são:

- Identificar os principais componentes relacionados ao custo de produção da soja;
- Levantar os valores dos custos de produção da soja no período de 2005 a 2015 nas principais cidades produtoras brasileiras, conforme dados divulgados pela CONAB;
- Levantar os dados referentes aos fatores climáticos no período de 2005 a 2015;
- Investigar a influência e os efeitos dos fatores climáticos no comportamento das variáveis de custo nos estágios de produção da soja.

1.3 Delimitação do estudo

Conforme observado no objetivo do trabalho, este estudo se limita à análise dos custos relacionados com a produção da soja. Os fatores climáticos que foram relacionados com essa cultura são: insolação, nebulosidade média, dias de precipitação, precipitação total, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima. Na questão temporal, a análise dos custos e fatores climáticos está limitada a dez safras (2005-2015). Quanto ao espaço, o estudo limita-se aos municípios (Barreiras/BA, Rio Verde/GO, Cristalina/GO, Balsas/MA, Unaí/MG, Primavera do Leste/MT, Campo Novo do Parecis/MT, Sorriso/MT, Chapadão do Sul/MS, Campo Mourão/PR, Londrina/PR, São Luiz Gonzaga/RS, Cruz

Alta/RS) que divulgam os dados sobre os custos de produção da soja, disponibilizadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

1.4 Justificativa do estudo

Estudos relacionados à produção da soja se justificam dada a relevância dessa cultura. A cultura da soja representa quase metade da área plantada brasileira (BRASIL, 2015). Além disso, a soja representa na economia, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o maior destaque no Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário de 2014, onde apresentou, em relação a 2013, aumento de 8,5% na área plantada e de 5,8% na produção (IBGE, 2015). Isso representa maior participação dessa cultura na economia brasileira a cada ano, e com previsão de aumento para 2015, segundo o IBGE (2015).

Assim como na cultura da soja, o agronegócio no Brasil em geral está em expansão. De acordo com Alves (2013), o aumento da população mundial e do poder aquisitivo implicará em crescimento da demanda pelos vários tipos de alimentos fornecidos pelo agronegócio, que terá o desafio de produzir cada vez mais sem diminuir a qualidade e de forma sustentável. Este desafio pode ser agravado pelos riscos e condições do ambiente que a produção está suscetível.

Coral et al. (2005, p. 1) afirmam que o estudo das relações entre o clima e a produção agrícola, ou seja, o estudo agrometeorológico, "é um dos principais campos da climatologia e tem por finalidade explicar as influências dos efeitos climáticos em nosso meio, fornecendo subsídios ao planejamento rural". Assim, percebe-se a relevância de estudos nessa área, diante da importância da agricultura no meio econômico, ambiental e social.

Dada essa dependência do clima no agronegócio, a adaptação é necessária para o produtor (COUPE; BARLOW; CAPEL, 2012). Segundo Alencar et al. (2011), a industrialização e o desmatamento conduzem a variações no ambiente e, consequentemente, no clima em relação à temperatura, na umidade relativa e nas precipitações regionais e globais. Apesar do grande potencial climático, os produtores de soja no Brasil estão vulneráveis às várias mudanças climáticas que estão ocorrendo (FLASKERUD, 2003), e com isso também surgem os riscos de produção que podem acarretar aumento de custos para os gestores rurais.

Percebe-se que o conhecimento das questões climáticas é necessário no meio do agronegócio, mas além disso, Kruger, Mazzoni e Boettcher (2009) indicam que o conhecimento específico sobre as atividades relacionadas com a produção (custos, preços e

rendimentos) dependem da capacidade de gestão e da tomada de decisão certa dos gestores rurais. Nesta linha, Duarte et al. (2011, p. 80) indicam que:

Com o crescimento do agronegócio e a importância da cultura da soja nesse cenário, deve-se esperar maior controle gerencial por parte dos produtores rurais nas suas propriedades, com o intuito de obter maior rentabilidade. Para esse efetivo controle faz-se necessário o uso de ferramentas gerenciais que permitam o acompanhamento de seus custos e receitas.

Os produtores rurais, com uma administração eficiente, estão mais propensos ao sucesso em seu negócio, pois é necessário o uso de ferramentas de controle e gestão para indicar informações úteis que os auxiliarão na análise evolutiva da atividade, no conhecimento técnico e operacional, na maximização da produtividade e da rentabilidade e na prevenção de fatores que ocasionam riscos para o agronegócio (ANDRADE et al., 2012).

1.4 Contribuições do estudo

Binotto, Siqueira e Nakayama (2009, p. 368) afirmam que "o conhecimento, muito mais que o trabalho intensivo, foi se tornando a maior riqueza". Os autores ressaltam que as mudanças econômicas mundiais (financeiras, comerciais, recursos humanos, etc.) geram mudanças no agronegócio, e elas determinam a necessidade de construção de conhecimento acerca dos fatores que impactam o gerenciamento do agronegócio. Com isso, fica evidente a necessidade de estudos que estimulem a criação de informações que possam auxiliar a gestão do produtor rural na sua atividade. Este estudo busca essa contribuição acadêmica, na qual a mudança climática também se faz relevante tal como a mudança econômica.

Outra contribuição que se espera a partir deste estudo, na esfera profissional, é a criação de uma ferramenta que auxilie os gestores rurais na tomada de decisão quanto à previsibilidade e preparo ante aos impactos gerados pelo clima relacionados à cultura da soja. De acordo com Righi e Creretta (2011), a possibilidade de prever o comportamento dos fatores relacionados ao mercado agrícola tem sido estudada com frequência no campo financeiro. Metodologias têm sido criadas, mas ainda há um déficit quanto a estudos que abordem os diferentes produtos do agronegócio.

Assim, dada a variabilidade do clima, é relevante a consolidação de uma metodologia que possibilite ao gestor rural se posicionar estrategicamente ante as mudanças climáticas. Nesse sentido, o estudo histórico dos impactos dos fatores climáticos nos custos de produção pode auxiliar os gestores.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho foi estruturado em cinco capítulos. O primeiro inicia-se com essa Introdução, que apresentou a contextualização do tema, o problema de pesquisa, os objetivos, as delimitações, a justificativa, as contribuições que se espera do trabalho e a estrutura do mesmo.

O segundo capítulo é o Referencial Teórico, que aborda uma revisão teórica sobre o agronegócio, como: definições, conceitos, a importância do agronegócio no Brasil e no mundo, o mercado agrícola e a competitividade regional e mundial; o controle de custos na atividade rural, o qual fala sobre a contabilidade para o produtor rural e a utilização desta como ferramenta gerencial; a cultura da soja, evidenciando um histórico e os aspectos técnicos e econômicos dessa cultura, a importância para a economia mundial e brasileira, o comércio da soja e os custos envolvendo essa produção; o clima e as suas influências na produção da soja, indicando os riscos na produção dessa cultura, as influências do ambiente no plantio e desenvolvimento da soja e o conhecimento e previsibilidade como estratégia.

A terceira parte apresenta os Aspectos Metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

A quarta parte traz a Descrição e Análise dos Resultados da pesquisa.

A quinta e última parte apresenta as Considerações Finais, indicando os principais resultados e as suas consequências, as contribuições e limitações do trabalho e indicações para estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O agronegócio

2.1.1 Contextualização do agronegócio

O agronegócio, denominado internacionalmente como *agribusiness*, está diretamente relacionado com a agricultura e com a pecuária (DUARTE et al., 2011), assim, antes de se falar propriamente dele, é necessário entender as suas origens, e para este estudo, o foco será na agricultura.

De acordo com Bettinger (2009), o desenvolvimento da agricultura se deu por um processo muito lento, o qual teve influência de fatores externos, como o ambiente, que teve que estar climaticamente preparado (pós Era do Gelo), e fatores internos, como a seleção natural e a necessidade alimentar da população. O equilíbrio natural sempre esteve presente, mas com o crescimento populacional, houve a necessidade da busca de outros alimentos, que não os advindos da caça, além da domesticação de certos animais (BETTINGER, 2009).

Com isso, então, há cerca de dez mil anos atrás nasce a prática de semear plantas e de manter animais em cativeiro para alimento próprio. Assim, iniciou-se a prática da agricultura e também da criação de gado, o que mudou drasticamente grande parte do ecossistema da época, principalmente para o homem (MAZOYER; ROUDART, 1997). A partir disso se tem, como denominado por Childe (1966, apud MAZOYER; ROUDART, 1997, p.38), "a primeira revolução que transformou a economia humana", também chamada de revolução agrícola.

Assim, o ambiente agrário foi evoluindo ao longo do tempo. Novas ferramentas de auxílio no cultivo foram sendo inventadas e o conhecimento foi sendo criado. Hoje, a agricultura tem um papel relevante na vida de cada sujeito da sociedade, pois dela se retira o subsídio para o sustento pessoal, e também é relevante na economia global, onde os produtos agrícolas são mercadoria de troca (HOFER et al., 2006). A partir disso, de acordo com Crepaldi (2012, p. 21), a agricultura é definida como "toda atividade de exploração da terra, seja ela o cultivo de lavouras e florestas, [...] com vistas à obtenção de produtos que venham a satisfazer às necessidades humanas".

É necessário também, para o entendimento da agricultura, conceituar atividades agrícolas e o processo produtivo. As atividades agrícolas são aquelas desenvolvidas no campo, desde o preparo do solo até a colheita, e nela é envolvida a maior parte dos custos focados no crescimento e cultivo das culturas como o plantio, colheita, transporte,

armazenamento e até a gestão do processo (KRUGER; MAZZIONI; BOETTCHER, 2009). Já o processo produtivo é o conjunto de eventos, ou ciclos, onde os sacrifícios para a produção se transformam em produtos e insumos vegetais (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002), ou seja, é a transformação que ocorre nas atividades agrícolas. Após essa etapa, se o insumo ou produto agrícola não for destinado ao consumo próprio do produtor, vem a comercialização, que envolve o agronegócio.

Na teoria, o agronegócio engloba toda a atividade agrícola, desde o início do processo produtivo, a comercialização e até o consumo (MOTTER, 2001). De acordo com King et al. (2010), o agronegócio é a soma de todas as atividades e operações envolvidas na fabricação dos suprimentos agrícolas, nas operações de produção (gestão), no processamento, na distribuição e na comercialização de *commodities*, se diferenciando do termo agricultura (de 150 anos atrás) por conta desse último item.

Segundo Motter (2001, p. 13), no agronegócio, o valor agregado é formado por cinco diferentes mercados: suprimentos, produção no campo, processamento, distribuição (envolvendo a comercialização) e consumo. Ainda de acordo com o autor, os "aspectos estruturais da cadeia, isto é, os elos, são vitais para caracterizar o grau de coesão e de competitividade do segmento". Assim, percebe-se a relevância do agronegócio na organização econômica dos três setores básicos da economia - os setores primário, secundário e terciário - tendo-se, a partir disso, a necessidade do mercado agrícola.

2.1.2 O mercado agrícola

O agronegócio é o setor que mais cresce (HOFER, 2006), devido ao poder do mercado agrícola na economia. Beline et al. (2009, p. 77) indicam que o setor primário "possui lugar de destaque no desenvolvimento econômico brasileiro, tendo na agricultura, os principais produtos de exportação".

O mercado agrícola é movido pelo preço das *commodities*. Segundo Adämmer e Bohl (2015), as *commodities* agrícolas atingiram níveis altos em meados do ano de 2008, mas a crise financeira que se instalou logo a seguir fez com que o preço delas caísse, porém recuperou-se em 2011 quando conseguiu novamente um pouco de estabilidade. Este é um exemplo da propensão desse setor a oscilações constantes. Ainda segundo os autores, esta instabilidade pode provocar grandes impactos sobre um país, pois os aumentos nos preços agrícolas afetam a inflação, a distribuição de renda e, consequentemente, a pobreza.

Assim, percebe-se que, no mercado agrícola, de acordo com Barros (2007, p.17):

Uma das características fundamentais [...] em países menos desenvolvidos é a extrema variabilidade de sua produção e de seus preços, resultando daí uma considerável instabilidade da renda agrícola. Para o produtor, essa instabilidade é fator de insegurança quanto as suas condições de vida e, portanto, de desestímulo a sua própria atividade.

A partir disso, observa-se a relevância do mercado agrícola na economia como um todo. Os preços das *commodities* fazem parte desse impacto, e essas dependem, além de outros fatores, principalmente da oferta e da demanda. O setor agrícola tem grande potencial para oferta. Hanjra e Qureshi (2010) indicaram que 12% da área total terrestre em 2010 eram terras cultivadas, sendo 80% utilizando a prática de sequeiro (sem sistema de irrigação) e 20% a prática de agricultura irrigada. De acordo com Motter (2001), o Brasil tem disponibilidade para oferecer 300 milhões de toneladas de grãos, mas apesar desse potencial, alguns fatores como mão de obra, transporte e armazenamento são considerados entraves para o aumento da produção, além da própria demanda, que depende da renda disponível dos indivíduos.

O choque da oferta e da demanda é apontado por Barros, Spolador e Bacchi (2009) como causador de impactos permanentes sobre os preços agrícolas, e eles são evidentes quando se observa que o agronegócio é destaque nos mercados internacionais. Além da oferta e da demanda, Adämmer e Bohl (2015) indicam outros fatores que influenciam diretamente no mercado agrícola, são eles: câmbio monetário, crescimento dos mercados emergentes, choques climáticos, disponibilidade de estoque, custos de produção, e aspectos relativos a financiamentos.

A partir desses fatores, de acordo com Barros, Spolador e Bacchi(2009), o mercado agrícola tem colhido resultados de destaque por conta de um investimento em longo prazo e hoje é destaque na economia mundial. A importância do agronegócio mundial, segundo Duarte et al. (2011), foi o aumento da produtividade em vários países, muitas vezes devido ao alto nível tecnológico disponível e a mecanização das áreas cultivadas, além do aumento da área plantada que é um fator que vem crescendo anualmente.

Esse aumento da produtividade só foi buscado, pois mundialmente o consumo aumentou propelido pelos preços praticados. De acordo com Costa et al. (2013), o agronegócio no mundo tem sido impulsionado ao crescimento por conta desses dois elementos, consumo e preço. Com isso, ainda segundo o autor, a economia agrária depende do crescimento da produtividade, e esta depende dos recursos disponíveis para o setor. Os países se destacam quando conseguem alinhar todos esses fatores, consumo-preço-produtividade, fazendo assim sua economia agrária crescer, realçando o agronegócio mundialmente.

No Brasil o agronegócio também tem sua relevância, já que o país está posicionado mundialmente como um dos maiores produtores de produtos agrícolas, como o café, a soja, a cana-de-açúcar, o fumo, a seringueira, a laranja, o cacau, a maçã, e outros (BELINE et al. 2009). Por essa razão, o agronegócio brasileiro está diretamente relacionado com a geração de trabalho e renda da população, ou seja, contribui significativamente para uma grande parcela do PIB.

Desse modo, de acordo com Dall'Agnol, Lazzarotto e Hirakuri (2010), no ano de 2009, o setor agroindustrial brasileiro correspondeu por cerca de 30% do Produto Interno Bruto, pela geração de 37% dos empregos e por 42% das exportações totais do país. Já em 2014, segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o PIB do agronegócio representou 23,3% do PIB nacional e tem estimativa de crescimento de 2% para 2015 (VALOR ECONÔMICO, 2014).

Dado essa importância econômica interna, com potencial de produção e produtividade, expansão da área de produção e tecnologia eficiente, o Brasil conquistou as atenções de outros países para si, se destacando no agronegócio quanto à produção de alimentos (BARROS;SPOLADOR; BACCHI, 2009; DALL'AGNOL; LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010). De acordo com Dall'Agnol, Lazzarotto e Hirakuri (2010), outros fatores que contribuíram para o destaque brasileiro é a disponibilidade hídrica para irrigação e o clima favorável, que foram responsáveis pela elevação da produtividade.

No cenário mundial, o Brasil é apontado como o segundo maior exportador de produtos agrícolas, enquanto os Estados Unidos é o primeiro - isso evidencia a relevância do agronegócio também para esse país. Faskerud (2003) indica que o agronegócio nos Estados Unidos tem uma forte mecanização, mas os rendimentos agrícolas muitas vezes são fracos por conta dos solos frágeis. Mesmo assim, a área cultivada é representativa e acaba elevando o país ao patamar de grande exportador de produtos agrícolas. Com vários incentivos governamentais para implementar instrumentos de políticas agrícolas e estudos que buscam analisar o futuro do setor, segundo Motter (2001), este é um país que persegue constantemente a competitividade na cadeia do agronegócio, tanto familiar quanto a nível internacional.

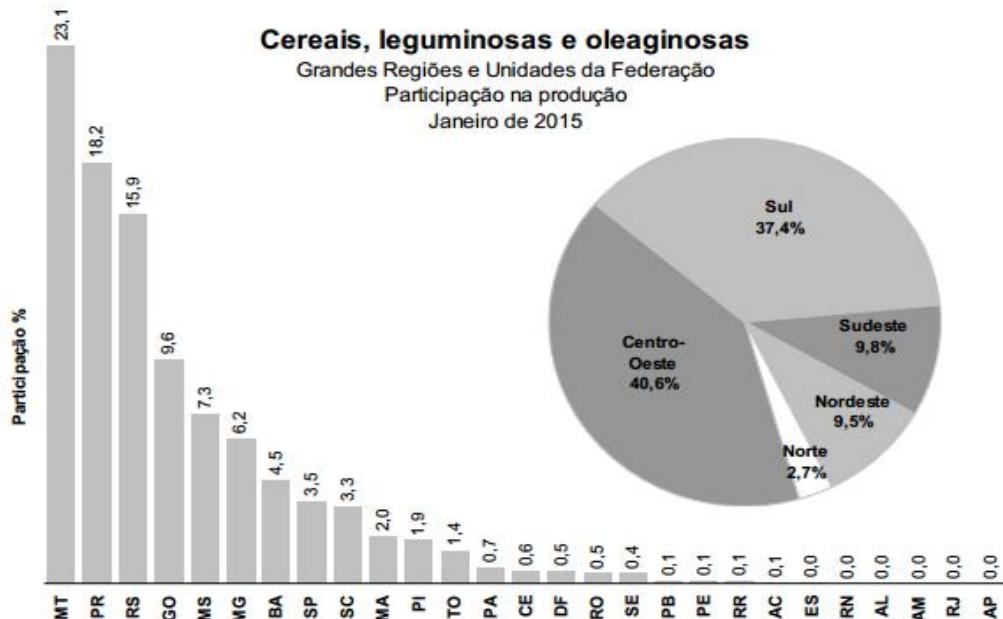
Destacada a importância do agronegócio, Binotto, Siqueira e Nakayama (2009) acreditam na necessidade de buscar novas oportunidades de negócios ante as mudanças no panorama econômico mundial, pois elas provocam transformações a nível local, regional, nacional e acaba impactando no mercado internacional. Assim, com enfoque nas

transformações a nível local e regional, a seguir é apresentado um panorama do agronegócio nas principais regiões produtoras do Brasil.

2.1.3 Agronegócio nas regiões brasileiras

Por sua grande extensão territorial, no Brasil, cada uma das regiões que compõe a geografia brasileira apresenta diversidades entre si quanto aos costumes e tradições, cenário, clima, etc. Além disso, a questão econômica também tem suas características distintas em cada região, e o agronegócio é atuante na maioria elas. A seguir, a Figura 1 apresenta a produção agrícola de grãos por regiões, segundo o IBGE (2015b).

Figura 1 - Produção agrícola por região no Brasil – janeiro de 2015.



Fonte: IBGE (2015b).

Como podem ser observadas na Figura 1, as regiões com maior percentual de participação na produção agrícola de grãos no Brasil são as regiões Sul (37,4%) e Centro-Oeste (40,6%). Já as regiões Sudeste e Nordeste apresentam a parcela de 9,8% e 9,5%, respectivamente. Os principais produtores brasileiros de grãos são os estados do Mato Grosso do Sul, que liderou a participação nacional (23,1%), seguido do Paraná (18,2%) e do Rio Grande do Sul (15,9%).

A região Centro-Oeste é essencialmente agrícola e tem destaque na pecuária, focando nas culturas de soja, milho e arroz, sendo que Mato Grosso é o principal produtor de soja nacional e tem um dos maiores rebanhos de bovinos do país (IBGE, 2015b). De acordo com o Banco Central do Brasil (BACEN), a região Centro-Oeste obteve um alto crescimento econômico no período de 1995 a 2010, o maior entre todas as regiões brasileiras. Isso se deu principalmente pelo impulso da expansão da cultura da soja nos estados dessa região (BRASIL, 2012).

A região Sul do país tem destaque na pecuária, na produção de arroz, trigo e também na produção da soja, que é muito significativa. Esta região é responsável por quase 79% da produção nacional de arroz segundo dados do IBGE (2015b). Ainda de acordo com o Instituto, o estado do Rio Grande do Sul tem investido em novas tecnológicas que possibilitarão a expansão do cultivo da soja. Além disso, esse estado configura-se, em 2015, como o terceiro maior produtor de soja em todo o país, e a produção de soja e a bovinocultura têm um grande peso nas exportações da região, vendendo principalmente para os países da América do Sul, Oriente Médio, China e Estados Unidos.

A terceira região com maior volume de produção de cereais é a Sudeste. Esta região é considerada a mais forte economicamente, pois reúne estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, líderes nacionais em muitos setores da economia. No agronegócio, essa região tem destaque, não só pela produção de produtos agrícolas (como soja, café, arroz, feijão, algodão, milho, amendoim e laranja), mas também pelo setor bovino que alimenta as indústrias frigoríficas e leiteiras (IBGE, 2015b). De acordo com o BACEN (BRASIL, 2012), o Sudeste foi a região que manteve maior crescimento de produção agrícola nacional no triênio de 2008/2010, quando representou 69% da produção brasileira de cana-de-açúcar e 80% da produção de laranja e café.

A região Nordeste se concentra principalmente na produção de cana-de-açúcar, com foco na indústria de açúcar e álcool, mas também exporta soja com saídas nos estados da Bahia e do Piauí. No período de 1995 a 2010 a representatividade da produção de cana-de-açúcar recuou cerca de 7%, enquanto o cultivo da soja aumentou aproximadamente 10% (BRASIL, 2012). Isso evidencia o aumento da participação desse estado na produção de grão, apresentado na Figura 1.

Já no Norte, região com menor representatividade na produção de grãos do país (2,7%), conforme Figura 1, a contribuição média da produção agrícola no PIB nacional vem diminuindo nos últimos anos, apesar do aumento das produções de soja (BRASIL, 2012) e mandioca (IBGE, 2015b). Esta região tem a característica de abastecimento nacional apenas

de soja, milho e gado (especialmente o estado de Roraima), dado a desvantagem geográfica para escoamento e exportação.

Assim, percebe-se que as regiões competem entre si por espaço na economia nacional, mas o agrupamento de todas as regiões faz com que o Brasil tenha um agronegócio forte economicamente, propenso a concorrer mundialmente com os principais países nesse setor. A seguir são evidenciados os principais fatores de competitividade que envolvem o agronegócio regional e mundial.

2.1.4 Competitividade regional e mundial

A globalização da economia impulsionou a concorrência entre as empresas (KRUGER; MAZZIONI; BOETTCHER, 2009) e estas incluem também as empresas/produtoras do setor agrário. De acordo com Caldarelli, Câmara e Sereia (2009, p. 109), a "análise da concorrência e da competitividade é item fundamental na compreensão do funcionamento dos sistemas agroindustriais". Assim, percebe-se que, no agronegócio, a competitividade está presente.

A economia brasileira tem buscado seu lugar no mundo em relação à competitividade em vários setores. No setor do agronegócio o país tem a capacidade de competir em mercados globais com uma variedade de insumos agrícolas, isso dadas as suas vantagens competitivas (BINOTTO; NAKAYAMA, 2009). Uma dessas vantagens já foi citada nesse trabalho, que é a capacidade produtiva em extensão de terra e clima que o país tem, mas outras vantagens também são destacadas.

De acordo com Binotto e Nakayama (2009), pode-se destacar, no Brasil, quanto às vantagens competitivas no agronegócio, a representatividade das exportações, a participação do setor agrário no PIB e a mão de obra agropecuária especializada. Mas os autores indicam que a Austrália também tem as mesmas vantagens e compete com o Brasil com produtos similares. Já os Estados Unidos, o maior fator de competitividade é o investimento tecnológico empregado, sendo este um país de grande força econômica e de recursos financeiros. A União Europeia também apresenta como vantagem o apoio dos governos por meio de políticas de subvenções para o setor agrícola, e isso é um fator que falta para o agronegócio brasileiro (MOTTER, 2001).

Cada país apresenta suas vantagens competitivas, mas Motter (2001, p. 18) indica que há desvantagens que podem atuar para quaisquer países como: "estrutura tributária, creditícia, condições de transporte e armazenagem [...] protecionismo dos países desenvolvidos [...] e

barreiras tarifárias e não tarifárias". Essas questões são obstáculos a serem ultrapassados por aqueles participantes do agronegócio que querem competir no mercado nacional e internacional.

Ainda sobre o agronegócio brasileiro, neste setor ocorreu uma reavaliação política, tecnológica e estrutural, buscando maior competitividade, de acordo com Coronel, Alves e Santos (2007). Estes autores indicam que a utilização intensiva de tecnologia na produção agrícola, incluindo máquinas e defensivos agrícolas, tornou a área cultivada brasileira mais produtiva e, em vários cenários, com menores custos.

Na competitividade, as vantagens são essenciais. Para Caldarelli, Câmara e Sereia (2009), a produtividade é o fator fundamental no conceito de competitividade. Com melhor gestão de produção, juntamente com investimento tecnológico, e visando aumento do potencial de produção, o produtor tem a vantagem de melhor qualidade e/ou menores custos e, consequentemente, melhores preços, podendo assim, com essas vantagens, competir no mercado regional, nacional e internacional.

Kruger, Mazzioni e Boettcher (2009) indicam que, no agronegócio, a competitividade incita a busca pelo aumento da produtividade e a redução de custos, que muitas vezes depende em grande parte da administração do produtor. Então, percebe-se que a implementação de uma gestão eficiente de custos é relevante, não só para a redução de custos, mas também para o planejamento e controle nas tomadas de decisões. Logo, a contabilidade representa uma ferramenta que possibilita o apoio ao produtor rural de grande importância.

2.2 Controle de custos na atividade rural

2.2.1 Contabilidade para o produtor rural

Como visto, o agronegócio é um setor complexo, muitas vezes propenso a instabilidades e riscos por conta da dependência de processos naturais, como as condições climáticas (SEDLÁČEK, 2010). A partir disso, o produtor rural deve coletar, analisar e interpretar as informações disponíveis (MOTTER, 2001) visando a tomada das melhores decisões para seu negócio.

Assim, observa-se que o produtor é também um gestor em toda a sua definição e pode buscar na contabilidade a orientação para a administração do seu agronegócio. De acordo com Hofer et al. (2006, p. 32), para o gestor rural "o conhecimento técnico, a sensibilidade e a competência [...], determinam grande parte do seu sucesso na agropecuária". Binotto, Siqueira

e Nakayama (2009) ainda dão ênfase à relevância do capital humano no agronegócio, que deve estar apto para buscar novas oportunidades e estar preparado para possíveis instabilidades do setor.

Sedláček (2010) indica que, em comparação aos outros setores da economia, o agronegócio necessita de uma contabilidade adequada às suas características específicas. Burritt e Schaltegger (2014) também afirmam que a contabilidade deve adaptar-se de acordo com a realidade que é inserida. Para isso, tem-se a presença da Contabilidade Rural que, de acordo com Calderelli (2003), busca dar orientação para o controle e registro de operações relacionadas àquelas empresas do ramo da agricultura ou pecuária.

Complementando, Crepaldi (2012, p. 84) aponta que:

Contabilidade rural é um instrumento da função administrativa que tem como finalidade: controlar o patrimônio das entidades rurais, apurar o resultado das entidades rurais e prestar informações sobre o patrimônio e sobre o resultado das entidades rurais aos diversos usuários das informações contábeis.

Assim, observa-se o destaque que a contabilidade tem na gestão do produtor rural. É relevante também mencionar a presença da Contabilidade de Custos que está inserida dentro da Contabilidade Rural. Para Santos, Marion e Segatti (2002), a Contabilidade de Custos na atividade rural tem muitas finalidades, dentre elas, é destacada a importância dessa área de estudos para o controle dos custos, estabelecimento de padrões, orçamentos (real x previsto) e análise de variações, sempre visando a redução de custos, otimização da produção e a tomada de decisão. Com isso, percebe-se a relevância do controle de custos dentro da contabilidade voltada para o setor do agronegócio.

2.2.2 Controle de custos na atividade rural

Em um mercado competitivo como é o agronegócio, os diferenciais devem ser buscados para a sobrevivência do produtor rural. De acordo com Kruger, Mazzioni e Boettcher (2009), o produtor diferenciado é aquele que tem o controle da sua atividade em um ponto onde ele consiga reduzir os custos operacionais e ao mesmo tempo garanta sua lucratividade e capacidade de investimento.

Os custos de produção são todos esforços necessários para a obtenção final do produto agrícola (HOFER, et al., 2006). Ou seja, quando o produtor tem o conhecimento de toda a sua cadeia produtiva, ele pode buscar mensurar todos os custos que envolvem a sua produção e com isso, poderá estabelecer um controle gerencial desses custos.

Beline et al. (2009) indicam que, assim como todas as empresas integrantes da economia, as empresas de atividades rurais também necessitam de um sistema de controle de custos. Por meio desse controle, o gestor rural terá conhecimento de sua atividade e poderá alcançar a otimização de sua produção.

A partir do controle de custos, o produtor rural estará apto a tomar decisões tempestivas com base em dados sólidos, o que aumenta as chances das decisões serem acertadas. A contabilidade dará o apoio necessário para que o produtor rural consiga o controle dos custos de sua atividade, obtendo assim o máximo de "benefícios das informações geradas para a tomada de decisões e a gestão sobre as receitas, os custos e as despesas de cada atividade desenvolvida ou de cada unidade produtiva" (KRUGER, MAZZIONI E BOETTCHER, 2009, p. 2). Com isso, o produtor rural pode ter em suas mãos uma ferramenta de gestão eficiente.

2.2.3 Contabilidade de custos como ferramenta gerencial no agronegócio

Uma das razões fundamentais da contabilidade, principalmente na parte gerencial, é o direcionamento para a tomada de decisão (NIELSEN; MITCHELL; NEREKLIT, 2015). Assim, a contabilidade de custos se torna uma ferramenta gerencial para qualquer gestor, inclusive o gestor agropecuário.

Na atividade rural, segundo Santos, Marion e Segatti (2002), o espaço de tempo entre a utilização de recursos (custos) e o efetivo ganho com o benefício (receita) é instável, o que acaba exigindo do administrador rural técnicas especiais de gerenciamento operacional. Este gestor deve utilizar ferramentas gerenciais para exprimir da sua operação o máximo potencial. Como dito anteriormente, o controle de custos representa uma ferramenta gerencial muito útil para o gestor rural, mas a questão agora é como essa ferramenta pode ser utilizada.

Hofer et al. (2006) apontam que a contabilidade no agronegócio, em seu âmbito gerencial, auxilia no planejamento e na elaboração de orçamentos que ajudam na previsão dos insumos necessários para as culturas, na geração dos recursos e no controle do curso operacional. Com isso, observa-se a utilização da contabilidade como ferramenta para comparar o previsto e o real, auxiliando assim o gestor rural a ter uma visão dos resultados esperados e obtidos.

Para as empresas agrícolas, e para qualquer empreendimento, o sucesso econômico é esperado, mas esses resultados só poderão ser visualizados e comparados por meio de um gerenciamento eficiente da produção. Nesse contexto, de acordo com Agndal e Nilsson

(2010), o controle gerencial dos custos no agronegócio pode assumir diferentes formas e sentidos, e algumas delas vão depender do gestor rural e outras estão fora de seu controle administrativo.

Beline et al. (2009) dividem os fatores que influenciam no gerenciamento das operações agrícolas em externos e internos. Segundo os autores, há os fatores externos que não dependem do gestor da produção, que são os aspectos climáticos, políticos, de mercado etc., mas o produtor deve estar preparado para adaptar-se ao negócio para as variações desses fatores. Há também os fatores internos, que devem ser administrados com o auxílio das ferramentas contábeis, como a eficiência da produção, que inclui otimização dos custos de mão de obra, maquinário e implementos agrícolas, preparo do solo, seleção de sementes e outros.

Dessa forma, para o gestor, os conhecimentos atualizados sobre mercados, ambiente, inovações e qualidade dos produtos são necessários (BINOTTO; NAKAYAMA, 2009), mas a eficiência das ferramentas gerenciais depende das habilidades administrativas em elaborar e compreender as informações contábeis. De acordo com Santos (1996, p. 43, apud Beline et al. 2009), "a agricultura será tão mais próspera quanto maior for o domínio que o homem venha a ter sobre o processo de produção, que se obterá na medida do conhecimento acerca das técnicas de execução e gerência". Com isso, percebe-se que a capacidade do gestor em utilizar a contabilidade como uma ferramenta é relevante.

A seguir são expostos aspectos sobre a cultura da soja, que é objeto deste trabalho, indicando inclusive aspectos econômicos e contábeis bem como os custos de produção que envolvem essa cultura.

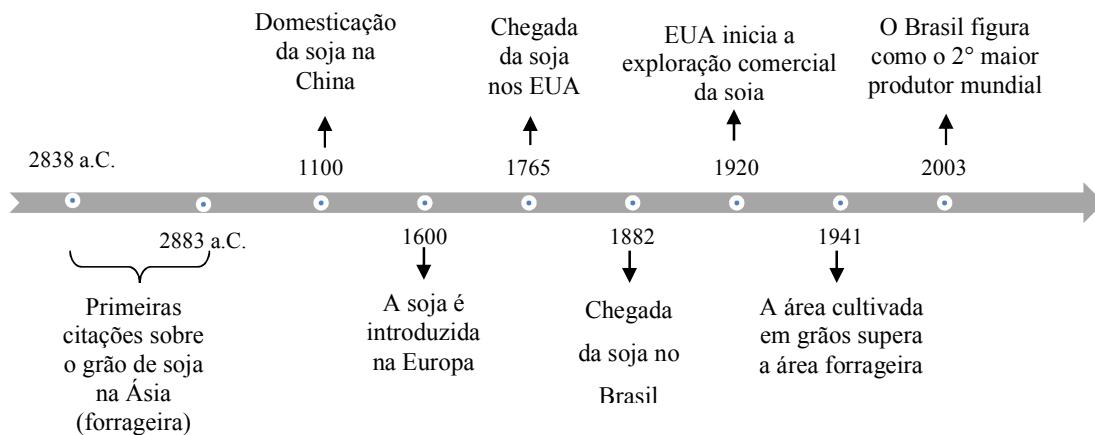
2.3 A cultura da soja

2.3.1 Histórico da cultura da soja

O cultivo da soja (*Glycine max*) é praticado hoje em várias partes do mundo, pois este insumo é utilizado na alimentação humana e até animal (DUARTE et al., 2011). Segundo a EMBRAPA (2015a), este tipo de soja é diferente da espécie que lhe deu origem - a soja de cultivo rasteiro que se desenvolvia na costa leste do continente asiático, na China há muito tempo atrás.

Até a disseminação da soja mundialmente, ocorreu um longo período secular desde a origem na China, a chegada na Europa e na América e finalmente a chegada no Brasil. Este período temporal pode ser observado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Linha do tempo da disseminação da soja



Fonte: adaptado de EMBRAPA (2015a) e Mundstock e Thomas (2005).

Como pode ser observado na Figura 2, encontraram-se as primeiras citações sobre a soja no período entre 2838 e 2883 a.C., ou seja, a aproximadamente cinco mil anos atrás, no extremo Oriente asiático, quando este grão era considerado sagrado, juntamente com o arroz, o trigo, a cevada e o milheto. A cultura da soja do tipo forrageira (criada a partir do cruzamento de espécies de sojas selvagens) começou a ser domesticada na China por volta dos séculos XI e XII com a utilização dela para alimento e até para fins medicinais (EMBRAPA, 2015a).

Ainda de acordo com da Figura 2, apenas a partir do ano de 1600 a soja foi introduzida na Europa, mas a título de curiosidade nos jardins botânicos da Inglaterra, França e Alemanha. Posteriormente, países como a Rússia, Inglaterra e Alemanha fracassaram nas tentativas de cultivo da soja, principalmente por conta das condições climáticas desfavoráveis, mas este foi um fator que auxiliou a introdução dessa cultura nos Estados Unidos (EUA) (EMBRAPA, 2015a).

Já em 1765, a soja se difunde pelos EUA, porém apenas em meados da segunda década do século XX o país alavanca a exploração comercial da soja, inicialmente forrageira e posteriormente em grão (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Foi por meio dos EUA que a soja chegou ao Brasil em 1882, no estado da Bahia, mas não teve êxito na região. Ela começou a ser produzida a partir do ano de 1914 no estado do Rio Grande do Sul,

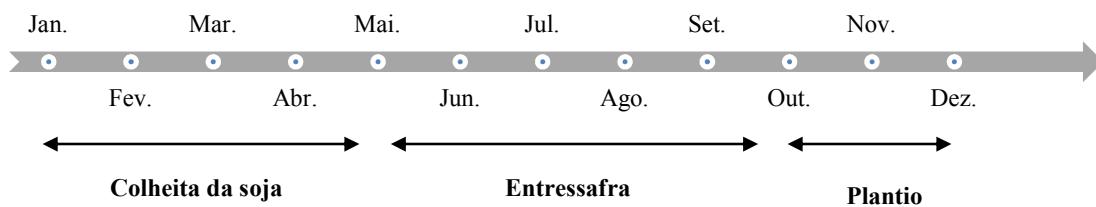
principalmente no município de Santa Rosa (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Assim como os EUA, o Brasil apresentou uma região climática propícia à cultura da soja.

Dado os avanços tecnológicos, segundo a EMBRAPA (2015a), a partir de 1941 a área cultivada em grãos superou a área forrageira no Brasil. Os países agora exploravam a extração de óleo vegetal e o potencial de produção de farelo do grão da soja. Destaca-se que, a partir de 2003, o Brasil configurou-se como o segundo maior produtor de soja do mundo. Por isso, Motter (2001, p. 14) destaca que o "complexo da soja se constitui numa das mais importantes cadeias produtivas da economia brasileira".

2.3.2 Fases e aspectos técnicos da soja

A soja é cultivada no Brasil por meio do plantio direto para reduzir a perda de matéria orgânica que ocorre por causa das altas temperaturas e pluviosidade (FLASKERUD, 2003). Normalmente, o plantio ocorre de outubro a dezembro e a colheita de janeiro a abril, conforme figura a seguir.

Figura 3 - Período de safra da soja no Brasil



Fonte: adaptado de CEGN (2015).

O esquema apresentado na Figura 3 representa o período de safra que normalmente ocorre nas plantações, mas pode haver variações. É relevante ressaltar que no período de maio a setembro é obrigatório a ocorrência de um vazio sanitário nos estados do Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS), Goiás (GO), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), e Maranhão (MA), a fim de evitar a ferrugem asiática.

Da safra desse produto pode derivar vários compostos, que são os estágios do complexo da soja como o grão, o farelo, o óleo, molhos, entre outros, de acordo com Caldarelli, Câmara e Sereia (2009). Os autores ainda indicam que o grão, o farelo e o óleo são

os insumos mais relevantes na produção e exportação mundial. Por essa variedade de compostos, a cultura da soja tem características especiais.

Sua estrutura é formada pelo conjunto de raízes e da parte aérea (caule, ramos e folhas). De acordo com Mundstock e Thomas (2005), a adaptação para a produção da soja irá depender do local de cultivo, principalmente por conta da luminosidade (fotoperíodo) e da temperatura a que está exposta, que são os fatores que regulam a época da floração. A estrutura e o desenvolvimento da cultura da soja podem ser divididos em dois períodos: o período vegetativo e o período reprodutivo. O balanço entre crescimento vegetativo e reprodutivo é um dos principais fatores para a maximização da produção (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

A seguir é apresentado o Quadro 1 que expõe, resumidamente, a descrição dos estágios que compreendem os períodos de desenvolvimento da cultura da soja.

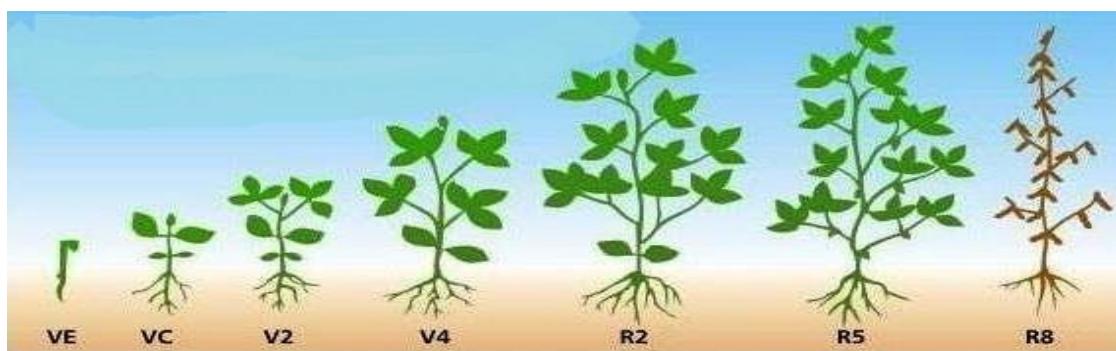
Quadro 1 - Estágio de desenvolvimento da soja

Período	Estágio	Descrição	Tempo
Vegetativo	VE	Cotilédones acima da superfície do solo	1º ao 7º dia
	VC	Cotilédones completamente abertos	8º ao 14º dia
	V1	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas	15º ao 21º dia
	V2	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida	22º ao 28º dia
	V3	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida	29º ao 35º dia
	Vn	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida	36º ao 49º dia
Reprodutivo	R1	Início do florescimento - Uma flor aberta em qualquer nó do caule	50º ao 58º dia
	R2	Florescimento pleno - Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida	59º ao 65º dia
	R3	Início da formação da vagem - Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida	66º ao 75º dia
	R4	Vagem completamente desenvolvida - Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida	76º ao 87º dia
	R5	Início do enchimento do grão - Grão com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida	88º ao 100º dia
	Subvenções do estágio R5	R5.1 - grãos perceptíveis ao tato (o equivalente a 10% da granação)/ R5.2 – 11% a 25% da granação/ R5.3 – 26% a 50% da granação/ R5.4 – 51% a 75% da granação/ R5.5 – 76% a 100% da granação.	
	R6	Grão cheio ou completo - vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida	101º ao 111º dia
	R7	Início da maturação - Uma vagem normal no caule com coloração de madura	112º ao 118º dia
	R8	Maturação plena - 95% das vagens com coloração de madura	119º ao 125º dia

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2013).

O Quadro 1 apresenta os estágios de desenvolvimento da soja em seus períodos vegetativos e reprodutivos. O Quadro 1 também apresenta o tempo que cada estágio leva para seu desenvolvimento, indicado em dias. Para o cálculo do tempo é necessário apontar a época da semeadura, que no Centro-Oeste acontece normalmente no período de 20 de outubro a 10 de dezembro, no Norte e Nordeste no período de 1º de novembro a 15 de dezembro e no Centro-Sul de 15 de outubro a 15 de novembro. As informações do Quadro 1 podem ser ilustradas de acordo com a Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Ciclo de desenvolvimento da soja



Fonte: adaptado de Wright e Lenssen (2013).

Como observado no Quadro 1 e na Figura 4, o período vegetativo (VE até Vn) compreende aquele em que a planta cresce e se estrutura. É uma etapa relevante, pois o desenvolvimento nessa fase determinará o rendimento dos grãos. Já o período reprodutivo (R1 até R8) é aquele que abrange o florescimento, desenvolvimento dos legumes (vagem) e enchimento de grãos e maturação, ou seja, da floração até fim do ciclo da cultura.

O desenvolvimento da soja necessita de algumas exigências climáticas. Tem-se que 90% da planta é constituída por água, e esse elemento atua em todos os processos fisiológicos e bioquímicos, além de ter a função de distribuir calor. Além disso, a semente da soja necessita absorver pelo menos 50% do seu peso em água para conseguir iniciar a germinação (EMBRAPA, 2013). Assim, percebe-se a importância da disponibilidade hídrica da planta.

Além destes fatores, tem-se na etapa vegetativa: o acamamento, que favorece o crescimento vegetativo, mas diminui o número de legumes; a retenção foliar, que mantém a planta em crescimento vegetativo e retém o reprodutivo; e a disponibilidade hídrica, onde o excesso de água favorece o desenvolvimento vegetativo e a planta se desenvolve o suficiente para a geração das flores (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

O período reprodutivo apresenta o estágio mais crítico em relação à exigência hídrica. A necessidade de água da soja vai aumentando no decorrer de seu desenvolvimento e no

estágio da floração-enchimento a planta necessita de aproximadamente de 7 a 8mm por dia. O déficit hídrico nesse estágio pode provocar alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas, ocasionando redução no rendimento dos grãos da soja (EMBRAPA, 2013).

Os elementos climáticos fotoperíodo (exposição a luz), a umidade e a temperatura do ambiente também são relevantes em todos os períodos da planta. A cultura da soja se adapta melhor na semeadura com temperatura de 25°C e no decorrer do desenvolvimento com temperaturas do ambiente entre 20°C e 30°C. As temperaturas baixas prejudicam os estágios de germinação e emergência da planta onde há um florescimento tardio, ciclo longo e plantas maiores. Já as altas temperaturas favorecem o florescimento precoce, ciclos mais curtos e retêm o crescimento da planta, ou seja, plantas de portes baixos (EMBRAPA, 2013).

A sensibilidade ao fotoperíodo também é um fator que influencia, principalmente, o crescimento da planta. Cada período dessa cultura possui seu fotoperíodo crítico, sendo considerada uma planta de dia curto, onde o florescimento é atrasado. Assim, a faixa de adaptabilidade de cada cultivo varia à medida que se desloca em direção ao Norte ou ao Sul, ou seja, tem-se a variabilidade da data da floração devido à resposta diferencial das culturas ao comprimento do fotoperíodo. Quanto à umidade, esta também influencia no desenvolvimento da cultura, pois evita precipitação durante estágios críticos. Com isso, observa-se a relevância dos vários fatores do ambiente para o desenvolvimento das plantas da soja (EMBRAPA, 2013).

Além dos fatores ambientais, os elementos tecnológicos também têm importância para a produção da cultura da soja e seu desenvolvimento durante a produção. As principais tecnologias à disposição dos agricultores e que devem ser praticadas em conjunto são: sistema regional de conservação do solo em microbacias hidrográficas; calagem e adubação; cobertura vegetal do solo; processos de cultivo; preparo do solo; época e densidade de semeadura; cultivares adaptadas; qualidade e tratamento de sementes; população de plantas; controle de plantas daninhas, pragas e doenças; semeadura direta; integração agropecuária; e silvicultura (EMBRAPA, 2013).

Outro fator relevante na produção da soja, e que a distingue, é o tipo de semente utilizada no plantio, que pode ser dividida entre semente de soja do tipo convencional e do tipo transgênica. A soja do tipo convencional é aquela a qual sua semente não sofreu qualquer tipo de alteração genética, enquanto a soja transgênica são organismos geneticamente modificados (OGM) (CASAGRANDE, 2011).

A semente da soja tipo transgênica foi criada com o objetivo desenvolver um produto que seja mais resistente a alguns insetos e ao herbicida glifosato, que pode ser utilizado contra diversos tipos de ervas daninhas em vários tipos de culturas (CASAGRANDE, 2011). Por outro lado, há aqueles que defendem a utilização da soja convencional, alegando alto custo para pequenos produtores e receio quanto ao produto final, pois citam a insuficiência de teste para negar ou comprovar os perigos à saúde dos consumidores causados pela manipulação genética (FUSCALDI, 2010). A soja transgênica é aprovada nos Estados Unidos desde 1994, já no Brasil, o cultivo foi aprovado em 2005, com a Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105/2005).

A partir desses componentes de produção, dos fatores ambientais e tecnológicos citados em relação à produção da soja, o produtor pode ter o conhecimento para aprimorar a produtividade, obtendo os melhores resultados para sua cultura (DALCHIAVON; CARVALHO, 2012). Assim, com maior rendimento de sua produção, o gestor do agronegócio da soja pode se situar no mercado em que está inserido, contribuindo para a economia regional, nacional e até mundial.

2.3.3 Importância da soja para a economia mundial e brasileira e a sua comercialização

Como foi exposto, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, e os maiores produtores são os Estados Unidos. Em números, de acordo com a EMBRAPA (2015a), na safra de soja de 2013/2014 a produção mundial foi de 282,873 milhões de toneladas e a área plantada foi de 113,049 milhões de hectares. Desses, os Estados Unidos produziram 89,507 milhões de toneladas. O Brasil ficou perto dessa marca, com uma produção de 85,656 milhões de toneladas.

Ainda segundo dados da EMBRAPA, apesar do grande volume produzido no Brasil, apenas 45% foi direcionado para o consumo interno, ou seja, mais da metade da produção brasileira foi exportada, o que rendeu um total de U\$ 31 bilhões. Estes números evidenciam a importância da produção e do comércio da soja para a economia mundial.

Esses números expressivos são resultados de um longo processo de crescimento produtivo da soja. Dall'Agnol (2007) afirma que houve um crescimento de cerca de 763% na produção mundial de soja no período de 1970 a 2007, enquanto que, para outros insumos como o arroz, o trigo, o milho, o feijão, o girassol e a cevada, a produção aumentou um terço deste número no mesmo período. O autor ainda indica as causas para o crescimento da produção: aumento do consumo devido ao aumento populacional e a mudança de costumes

alimentares; aumento do poder aquisitivo da população urbana; aumento da tecnologia que resultou na utilização da soja como matéria-prima para a produção de biodiesel, tintas, lubrificantes, plásticos, entre outros; redução do protecionismo por parte de países desenvolvidos, além de exoneração de tributos incidentes na cadeia produtiva dessa cultura no Brasil, deixando assim o mercado externo competitivo.

Esses dados podem ser confirmados quando Flaskerud (2003) aponta que as exportações brasileiras cresceram 17,8 milhões de toneladas no período de 1987 até 2002, enquanto que o crescimento dos EUA foi de apenas 5,2 milhões. Isso evidencia que o Brasil utilizou seu potencial para crescimento no mercado externo da soja, aumentando a produtividade e a produção da cultura da soja.

Quanto ao comércio da soja, o mesmo sofre com instabilidades. Hofer et al. (2006) apontam que o setor da soja tem sofrido devido a frequentes quebras de safras que ocorrem por conta de fatores climáticos, pragas e também devido a variações cambiais, ocasionadas pela cotação do dólar. Assim, percebe-se que a comercialização, e consequentemente os preços, não dependem apenas da produção.

Motter (2001) indica que a instabilidade da comercialização pode resultar a consequências graves, como a insolvência do produtor que leva a problemas em toda a cadeia produtiva da soja, ocasionando a diminuição da renda do setor. Nota-se que a eficiência do setor do agronegócio depende da capacidade do produtor rural de maximizar a sua produção para que abasteça o mercado.

A oferta e a demanda compõem o mercado. No caso da soja em grãos, a oferta provém principalmente dos EUA, do Brasil e da Argentina, e a demanda provém maiormente dos países da União Europeia, China, Japão e México (DALL'AGNOL;LAZZAROTTO; HIRAKURI,2010). Apesar de produtor de soja, a China consome mais do que produz devido à grandeza populacional, o que faz esse país ser um dos grandes importadores do grão.

As políticas públicas também estão envolvidas. Segundo Schnepf, Dohlman e Bolling (2001), na última década houve redução nas barreiras comerciais, como impostos de importação da produção da soja, assim, as exportações aumentaram, aquecendo o mercado mundial. Isso auxiliou não somente as exportações, mas também a importação de insumos agrícolas utilizadas na produção da soja, como máquinas, fertilizantes e pesticidas, reduzindo os custos.

Estes são dados apenas sobre o comércio de grãos da soja, que são destinados posteriormente para a produção industrial, se tornando outros insumos, como o farelo de soja, para em seguida chegar ao consumidor final. Ou seja, o comércio da soja é complexo,

composto por uma cadeia longa. O início dessa cadeia, a produção, tem relevância, pois dela se deriva o insumo que corre toda cadeia até o encontro com o consumidor final. Assim, tem-se o destaque dos custos da produção, pois eles são um dos fatores que determinarão os preços praticados no mercado.

2.3.4 Custos de produção da soja

Diante da importância da soja no cenário econômico, Duarte et al. (2011) indicam que é necessário maior controle gerencial nas propriedades de produção da soja para, com isso, obter mais rentabilidade e produtividade. Para este controle gerencial é necessário, por parte do produtor rural, o conhecimento de todos os custos e processos que envolvem a produção da soja.

Andrade et al. (2012, p. 25) afirmam que "o conhecimento do comportamento dos custos é um fator primordial para a administração e controle da propriedade rural". Huerta e Martin (2002) complementam que, além de outras influências, como recursos ambientais, condições agro-climáticas, políticas agrícolas e infraestrutura, os custos são fatores determinantes na competitividade agrícola, inclusive no cenário internacional. Com isso, o conhecimento dos custos presentes no processo produtivo é relevante para o produtor rural, pois a partir do conhecimento destes, ele pode encontrar meios de reduzi-los, potencializar a produção e aumentar a rentabilidade.

A partir do conhecimento dos custos o produtor rural poderá produzir com maior eficiência. Conforme indicado por Sediyama et al. (2013), no Brasil, a maior parte dos produtores buscam destaque na produção da soja quanto à liderança em custos, ou seja, sempre procurando meios para a redução de custos para alcançar maior rentabilidade na produção, seja por economias de escalas, formas de redução de capacidade ociosa ou desperdícios, logística eficaz e até com inovação de processos e produtos. Tudo isso por meio da gestão eficiente dos custos.

Tem-se que os custos de produção da soja variam de local para local, principalmente por conta dos custos com transporte, clima e nível tecnológico utilizado (BONATO; BONATO, 1987). Com isso, para conhecer os custos associados à cultura da soja, primeiramente pode-se dividi-los em custos fixos e variáveis, que incluem os custos com insumos e os custos operacionais. Os autores Hofer et al. (2006), Dall'Agnol et al. (2007) e Duarte et al. (2011) apresentam em seus estudos as variáveis relativas ao custo de produção

da soja. A partir destes, é apresentado a seguir uma esquematização da junção dessas variáveis envolvendo a produção da soja.

Quadro 2 - Variáveis operacionais e insumos relativos aos custos de produção da soja

	Variáveis de custos operacionais	Variáveis de custos de insumos
Custos Variáveis	Conservação do solo	Calcário e outros minerais.
	Preparo do solo	Adubos e fertilizantes; herbicida utilizado para a dessecação de ervas daninha, antes da semeadura.
	Plantio	Sementes; tratamento das sementes para plantio.
	Tratos culturais	Herbicidas pós-plantio; inseticidas para combate de insetos e lagartas; fungicidas.
	Colheita	Transporte da produção; óleo diesel; lubrificantes.
	Gerais	Mão de obra indireta; assistência técnica; pagamento de taxas e tributos.
Custos Fixos	Todas as fases operacionais	Pró-labore; depreciação de maquinário (trator, pulverizador, plantadeira, e outros); seguro e manutenção do maquinário e equipamentos; água; energia; salários diretos (permanentes).

Fonte: adaptado de Hofer et al. (2006), Dall'Agnol et al. (2007) e Duarte et al. (2011).

Observa-se no Quadro 2 que as variáveis de custos operacionais podem ser relacionadas à conservação e preparo do solo, ao plantio, aos tratos culturais, à colheita e a outros custos gerais que englobam todos esses processos. Verificou-se a divisão dos custos variáveis e fixos de acordo com esses custos operacionais e, a partir destes, relacionaram-se os insumos de cada etapa. Os insumos relacionados aos custos fixos fazem parte de todos os processos operacionais, por isso não foram sub-divididos.

De acordo com Duarte et al. (2011, p. 84), os custos relativos à conservação do solo são aqueles relacionados com "perdas no solo, de água, de nutrientes e de matérias orgânicas por erosão". Os insumos relativos a essa etapa são aqueles necessários para recuperar ou conservar as condições férteis do solo. A etapa do preparo do solo "oferece as [...] condições para o desenvolvimento e para a produção da soja" (DUARTE et al., 2011, p. 84). Nessa etapa são utilizados adubos fertilizantes e herbicidas. No plantio há o revolvimento do solo para a introdução da semente.

Ainda conforme Duarte et al. (2011, p. 84), a etapa dos tratos culturais são aqueles "exigidos pela cultura, no que diz respeito ao controle de pragas e doenças". Os insumos utilizados são herbicidas, inseticidas para combate de insetos, lagartas e fungicidas. Na colheita são necessários grandes esforços maquinários, tanto para a colheita quanto para o

transporte desta. Mão de obra indireta, assistência técnica, pagamento de taxas e tributos são insumos que estão presentes durante todas as etapas operacionais.

A partir desses custos, alguns autores têm relacionado seus estudos para a observação do comportamento deles de acordo com variáveis diversas. Por exemplo, Sampaio, Sampaio e Bertrand (2012) afirmam que, em relação aos custos de produção da soja, o Brasil e a Argentina têm vantagem sobre os EUA, o mesmo indicado por Schnepf, Dohlman e Bolling (2001). Porém, estes autores ainda apontam que os custos com infraestrutura do Brasil são maiores em relação aos EUA.

Em outro estudo referente aos custos de produção da soja, Nelson et al. (2009) indicam que uma preocupação necessária para o produtor rural são os custos de adaptação das mudanças climáticas. Os autores apontam que os gestores rurais devem buscar soluções internas para que os custos de produção sejam minimamente afetados por estas mudanças. Assim, percebe-se a relação existente entre os fatores climáticos e os custos de produção da soja. O próximo subtópico demonstra as formas como o clima pode afetar as culturas de soja.

2.4 O clima e as influências na produção da soja

2.4.1 O clima e as mudanças climáticas

O clima vem sofrendo constantes mudanças, algumas por conta de fatores naturais e outras por conta da má utilização dos recursos ambientais pelo homem, e é certo que grandes consequências ocorrerão se as mudanças continuarem no ritmo atual (BARTELMUS, 2015). Protocolos e leis têm sido criados para minimizar os impactos climáticos, mas de acordo com Mercer, Christesen e Buxton (2007), essas formalidades não conseguem ter a eficácia que deveria. Percebe-se que há a necessidade de maiores preparos para as mudanças climáticas.

O clima é uma variável relevante na produção de qualquer cultura, inclusive a da soja. Guven e Hoxha (2014) indicam que os fatores climáticos estão diretamente relacionados aos riscos de produção de qualquer cultura. De acordo com Raíces (2003, p. 14):

O clima é, claramente, o fator de risco sobre o qual o produtor tem menos poder de influência - prejuízos podem ser evitados, contudo, quando se tem em mão dados histórico-climáticos confiáveis. [...] Isso incrementou a agricultura em várias regiões e levou o produtor a adotar um perfil mais profissional de administração.

Com isso, observa-se que é necessário ao gestor rural ter conhecimento dos fatores climáticos que podem influenciar a sua produção, para que assim ele possa minimizar as consequências desses fatores. Griffiths, Haigh e Rassias (2007) afirmam que há uma

necessidade da realização de estudos que abordem o clima e as mudanças climáticas, pois estas se tornaram questões cruciais nos sistemas econômicos e de negócios, principalmente no agronegócio.

Kolk e Pinkse (2004) também afirmam que as questões climáticas estão impactando o mercado e a economia, de forma geral, nos seus vários setores. Isso ocorre porque, segundo os autores, os impactos das mudanças climáticas se tornaram uma ferramenta estratégica ou um fator prejudicial potencial. Unindo essa questão ao agronegócio, tem-se que o gestor rural deve buscar se beneficiar ante tantos impactos climáticos, ou pelo menos ser minimamente atingido.

Adaptar-se é a questão chave para os agricultores (TAO; ZHANG, 2010). Segundo Tao e Zhang (2010), as mudanças climáticas afetaram a produtividade dos cultivos em várias regiões mundiais. Ocorrerão mais mudanças temporais e espaciais, de acordo com os autores, alterando o ciclo da água, o que acarretará em estresse hídrico e grandes oscilações nas temperaturas máximas e mínimas.

Bryan et al. (2013) indicam que as alterações climáticas exigirão dos gestores agrícolas mudanças nas práticas de manejo das culturas, como escolha do solo, semeaduras e variedade de culturas, novas técnicas de irrigação, medidas de proteção do solo e da água e fertilidade do solo, além de exigir também investimento tecnológico.

Sem o conhecimento e a adaptação às mudanças climáticas que estão ocorrendo e ainda ocorrerão, o gestor rural está fadado ao prejuízo se não tiver gestão eficiente dos custos (TACHIE-OBENG; AKPONIKPÈ; ADIKU, 2013). Para os produtores da soja, essas questões são de grande necessidade, pois irão alterar os ciclos dessa cultura completamente. A seguir são apresentados alguns impactos que a cultura da soja pode ter.

2.4.2 Influências do ambiente no plantio e desenvolvimento das culturas agrícolas

Tem-se que as culturas agrícolas são vulneráveis às variações climáticas, apresentando impactos como baixa produtividade e qualidade, aumento de insetos, pragas e ervas daninhas, por exemplo (ROSENZWEIG et al., 2011). Essas são algumas consequências das variações de temperatura, precipitação, umidade, pressão atmosférica, radiação solar e outros impactos climáticos.

O ambiente está constantemente influenciando as culturas agrícolas. Estudos em todo o mundo buscam realizar relações entre o clima e as produções agrícolas a fim de obter conhecimento dessas influências. Camargo (2010) analisou o impacto da variabilidade

climática na cultura do café no Brasil. Por meio de um estudo bibliográfico, observou os possíveis cenários climáticos e as possíveis opções adaptativas para a produção do café. Verificou-se que, com o aumento da temperatura previsto, a produtividade do café irá cair porque nessa cultura as altas temperaturas levam ao aceleramento do metabolismo da planta (crescimento acelerado), levando a baixa qualidade dos frutos do café.

Também estudando o produto café, Rodrigues (2013) buscou analisar o comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos nas fases fenológicas do cafeiro. O autor pesquisou, por meio de um estudo descritivo e quantitativo, uma amostra composta pelas principais cidades produtoras do país, no período de 2003 a 2012. Os resultados indicaram que as temperaturas mais altas e os índices pluviométricos diferenciados resultaram em maior custo de produção total do café.

You et al. (2009) relacionaram a temperatura à produtividade do trigo na China. Os autores analisaram um painel integrando os anos de 1979 a 2000 e verificaram que, no período analisado, o aumento de 1°C na temperatura do ambiente reduz a produtividade da cultura do trigo de 3 a 10%. Percebe-se que, no estudo de Camargo (2010) e no de You et al. (2009), a produtividade diminuiu com o aumento da temperatura.

A temperatura também é um fator diretamente relacionado com a infestação de pragas e parasitas. Analisando a soja, Campos et al. (2011) relacionaram a temperatura do solo com a infectividade e reprodução de parasitas. Foi observado que o aumento da temperatura aumentou o número de parasitas na cultura. Cividanes e Parra (1994) também analisaram o efeito da temperatura na aparição de pragas na produção da soja, e realizando um estudo no estado do Paraná, verificou-se que os percevejos se adaptam melhor em regiões com temperatura mais elevadas. Ou seja, o aumento da temperatura pode aumentar a quantidade de pragas nas lavouras de soja.

Ao analisar a disponibilidade hídrica, Zhang et al. (2010) verificaram os impactos hídricos ante as mudanças climáticas nos rios da China. Os autores comprovaram uma tendência de diminuição da disponibilidade hídrica no período de 1960 a 2005 nas bacias hidrográficas da região. Mercer, Christesen e Buxton (2007) indicaram que, na Austrália, a deficiência hídrica já está afetando os setores agrícolas. No Brasil não está diferente, pois Cunha et al. (2013) afirmam que há atualmente uma variabilidade na distribuição das chuvas, causando, em muitas localidades, a falta de água, e complementa que o fator hídrico é a principal limitação do rendimento da soja.

Corroborando os estudos de Zhang et al. (2010), Mercer, Christesen e Buxton (2007) e Kobraee e Shamsi (2011) indicam que o déficit de água na cultura da soja no início da

floração e da formação das vagens pode ocasionar o aumento irregular da flor, no aborto das vagens e na redução dos grãos. O estudo foi realizado no Irã, a partir de um experimento com cultivares de sojas semeadas em duas experiências separadas com mesmas condições normais e de estresse.

Battisti, Sentelhas e Pilau (2012) também apontam que a precipitação pluvial é o principal fator que afeta a produtividade da soja e do trigo. Os autores realizaram um estudo no estado do Rio Grande do Sul nos anos de 1979 a 2008, e os resultados apresentaram que o déficit hídrico acabou diminuindo a produtividade dessas duas culturas. Schöffel et al. (2001) complementam que, no caso da soja, a tolerância à saturação hídrica do solo é maior no período vegetativo do que no reprodutivo, ou seja, em casos de escassez hídrica o período reprodutivo será mais afetado.

Estudos estão sendo realizados a fim de quantificar os impactos de futuras mudanças climáticas. Chavas et al. (2009) buscaram analisar os futuros impactos climáticos nos principais grãos cultivados no leste da China. Tentando determinar uma tendência, com base no período de 1961 a 1990, projetou-se que para o período de 2071 a 2100 poderá haver uma queda de 12% na produtividade desses insumos. Por outro lado, Jeff Volenec, professor de agronomia da *Purdue University*, indica que a demanda por alimentos aumentará 70% até 2050 (WINSOR, 2015). Assim, observa-se um obstáculo a ser superado pelos agricultores.

Adaptação é a palavra-chave para os agricultores superarem os obstáculos que virão das mudanças climáticas e esta se inicia pelo acesso a informação e as habilidades gestoras dos produtores rurais (GRACE; URMILLA; VADI, 2013). Assim, para adaptar-se, os produtores rurais devem adquirir o conhecimento e, por meio dele, podem buscar a previsibilidade, tornando esta uma estratégia.

2.4.3 Conhecimento como estratégia ante as mudanças climáticas

Os impactos climáticos nas produções agrícolas afetam os gestores rurais diretamente, além de outros fatores como instabilidade econômica, políticas comerciais, conflitos e má gestão (MUBAYA et al., 2012). Estes gestores devem ficar atentos às soluções que possam minimizar esses impactos, e até aprimorar suas técnicas produtivas e gerenciais, para conseguir os melhores resultados diante de desafios (BELINE et al., 2009).

Com isso, percebe-se que estratégias devem ser implementadas para superar os desafios dos impactos climáticos. Uma estratégia que auxiliará na gestão do produtor rural é a

busca pelo conhecimento que pode prepará-lo para os impactos climáticos, os chamados "ventos da mudança" (JABBOUR; SANTOS, 2009, p. 111).

Quanto ao conhecimento, Munbaya et al. (2012) afirmam que os produtores rurais devem entender que as mudanças no clima exigem deles mudanças na sua gestão, pois o ponto principal na tomada de decisão é a adaptação, e esta é influenciada pelo conhecimento do gestor. Pires e Cunha (2014) complementam que a adaptação às mudanças climáticas requer do gestor conhecimento sobre os riscos e as consequências potenciais e, a partir destes, ele poderá alcançar as melhores soluções.

Logo, a constante busca pelo conhecimento torna-se relevante no dia a dia dos gestores do agronegócio. Binotto e Nakayama (2009) indicam que a busca pelo conhecimento no agronegócio é uma estratégia que deve ser utilizada ante a mutabilidade desse setor. Segundo os autores, o conhecimento auxilia os gestores quanto a percepção, compreensão e a habilidade de ação frente aos desafios do ambiente, incluindo as variações climáticas.

A partir do conhecimento, o produtor terá a possibilidade de analisar e investigar os acontecimentos das práticas agrícolas e, de acordo com Pinto, Robertson e Obin (2013), isso pode contribuir para a mitigação dos impactos climáticos, pois o produtor terá em suas mãos uma ferramenta que possibilita a previsibilidade dos acontecimentos. Assim, ele estará preparado com estratégias gerenciais e poderá tomar decisões acertadas sobre sua produção.

Zacarias, Camargo e Fazuoli (2008) afirmam que, por meio de conhecimentos climáticos e de produção, o produtor rural poderá criar modelos agrometeorológicos que relacionam fatores climáticos como temperatura, radiação, disponibilidade hídrica, etc., com a produtividade. Segundo os autores, essa ferramenta possibilita ao gestor o conhecimento de quanto cada variável meteorológica influencia sobre a produtividade da cultura. "A adoção de sistemas confiáveis de previsão de safra pela maioria dos países produtores é um instrumento importante para diminuir a volatilidade do mercado" (ZACARIAS; CAMARGO; FAZUOLI, 2008, p. 250).

Segundo Gandure, Walker e Botha (2013), estudos que analisam, avaliam e relacionam variáveis climáticas, econômicas e produtivas têm sido realizados. Alguns modelos agrometeorológicos já foram criados para a cultura da soja como o evidenciado no estudo de Gomes et al. (2014), que objetivaram estimar e validar um modelo de simulação para a cultura da soja na região de Santiago no estado do Rio Grande do Sul. Os autores verificaram variações no rendimento da cultura da soja ante a diferentes estratégias de irrigação. Criou-se um modelo de previsão que possibilitou simular satisfatoriamente a produção dos grãos de soja, de acordo com a variável de irrigação.

O estudo que Coral et al. (2005) realizaram no estado do Paraná, com base no período de 1995-2000, objetivou testar um modelo agrometeorológico para a soja, utilizando a variável de disponibilidade hídrica. A partir desse modelo, demonstrou-se a capacidade limitadora dessa variável para a produtividade da cultura da soja.

Em seus estudos, Gomes et al. (2014) e Coral et al. (2005) analisaram a variável hídrica para a cultura da soja. Já Ferreira, Costa e Souza (2007) buscaram desenvolver um modelo que contemplasse, como variáveis, os elementos climáticos de precipitação, temperatura e insolação, para uma cultura de soja no estado de Minas Gerais. Os resultados evidenciaram que o modelo simulou a produtividade em relação às variáveis mencionadas satisfatoriamente para as produções dos anos de 1995/96 e 1996/97.

Os estudos citados demonstram a capacidade matemática preditiva de modelos criados a partir do conhecimento dos fatores climáticos e da produtividade da soja. A partir dessas informações, os produtores têm ferramentas que possibilitam o entendimento das relações entre o clima e a cultura, o que é um conhecimento relevante para os gestores rurais diante de tempos com grande variabilidade climática. De acordo com Silva, Lima e Oliveira (2011), quanto maior e mais preciso o conhecimento prévio dos fatores que influenciam nas safras agrícolas, melhor será a formação estratégica que o gestor rural poderá tomar ante aos cenários diversificados econômicos e até climáticos.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de investigar o comportamento dos custos de produção da soja em relação aos fatores climáticos nas principais cidades produtoras do Brasil, no período de 2005 a 2015, este estudo classifica-se como descritivo quanto aos objetivos, quantitativo quanto à abordagem do problema e documental quanto aos procedimentos metodológicos, pois utilizaram-se fontes secundárias de dados.

Trata-se de uma relação de análise entre custos nos estágios de produção e fatores climáticos dentre as principais cidades produtoras de soja, não havendo, portanto, elementos díspares para análise, como: tecnologia, logística, terra, entre outros, os quais se classificam como variáveis *ceteris paribus* na análise. Cabendo, portanto, uma relação única de comparabilidade que envolve custos e clima, cujos procedimentos, desmembramentos de variáveis e instrumentais estatísticos, serão descritos a seguir.

Quanto à amostra, esta teve a característica de ser intencional, pois foi composta pelas cidades que têm os dados sobre custos de produção da soja disponibilizados pela CONAB. A amostra, o tipo de plantio e o período analisado de cada uma é apresentada a seguir no Quadro 3.

Quadro 3 - Amostra das cidades produtoras de soja e o período analisado

	Cidades	Plantio	Período analisado
1	Barreiras/BA	Convencional	2006/2007 até 2014/2015
2	Balsas/MA	Convencional	2006/2007 até 2014/2015
3	Campo Mourão/PR	Convencional	2005/2006 até 2014/2015
		Transgênico (OGM*)	2007/2008 até 2014/2015
4	Campo Novo do Perecis/MT	Convencional	2006/2007 até 2014/2015
5	Chapadão do Sul/MS	Convencional	2005/2006 até 2014/2015
6	Cristalina/GO	Convencional	2011/2012 até 2014/2015
7	Cruz Alta/RS	Transgênico (OGM)	2013/2014 até 2014/2015
8	Londrina/PR	Convencional	2005/2006 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2007/2008 até 2014/2015
9	Primavera do Leste/MT	Convencional	2005/2006 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2007/2008 até 2014/2015
10	Rio Verde/GO	Convencional	2005/2006 até 2014/2015
11	São Luiz Gonzaga/RS	Transgênico (OGM)	2009/2010 até 2014/2015
12	Sorriso/MT	Convencional	2007/2008 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2007/2008 até 2014/2015
13	Unaí/MG	Convencional	2005/2006 até 2014/2015

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

*OGM – Organismos Geneticamente Modificados

Como pode ser observado no Quadro 3, a amostra é composta por treze cidades que são destaque na produção de soja nacional, segundo a CONAB. As cidades 1, 2, 4, 5, 6, 10 e

13 apresentam informações sobre os custos de produção, disponibilizados pela CONAB pelo sistema de plantio convencional, sem modificação genética. As cidades 3, 8, 9 e 12 têm dados disponibilizados pelo plantio convencional e pelo plantio OGM. Já as cidades 7 e 11 apresentam apenas dados sobre plantio OGM. Assim, obteve-se dezessete informações de custos de produção de soja.

Quanto ao período analisado, este contemplou a safra da soja, que abrange o período de out./X0 até abr./X1. Verificou-se que, para algumas cidades, não haviam dados disponibilizados que contemplassem o período proposto pelo trabalho (2005-2015). Percebeu-se que a CONAB vem aumentando gradualmente o número de cidades as quais contabiliza os custos de produção da soja. Assim, para este estudo, analisaram-se os períodos disponíveis na ocasião, conforme Quadro 3.

A apuração dos custos de produção disponibilizada pela CONAB segue uma metodologia desenvolvida juntamente com produtores, entidades representantes de vários segmentos da agricultura, fábricas de maquinários e implementos agrícolas, universidades e centros de pesquisa especializados e de administração pública, para chegar a uma metodologia concisa, sustentável e transparente (CONAB, 2010).

Assim, para a coleta dos dados desse estudo, buscaram-se as séries históricas dos custos de produção da soja para a cultura de verão por hectare. Estes custos são apresentados na disposição evidenciada no Anexo A, conforme última metodologia atualizada da CONAB, divulgada em 2010.

Como pode ser percebido no Anexo A, a CONAB utiliza uma metodologia que abrange o custeio pleno, ou seja, são atribuídos ao produto todos os custos e despesas que envolvem a produção da cultura. Assim, optou-se por separar apenas os custos diretamente relacionados à cultura da soja durante o período da lavoura, excluindo os itens considerados como despesa, o que é semelhante à metodologia utilizada no estudo de Rodrigues (2013). Isso resultou na seguinte composição dos custos de produção para análise deste estudo, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Composição do custo de produção da soja

Custo	Composição
Custo Variável - CV (A)	1 - Operação com aviões (OpAv) 2 - Operação com máquinas (OpMáq) 3 - Aluguel de máquinas (AlgMáq) 4 - Mão de obra temporária (MOTemp) 5 - Sementes (Semet) 6 - Fertilizantes (Fertz) 7 - Agrotóxicos (Agtx)

Custo Fixo - CF (B)	1 - Depreciação de benfeitorias e instalações (DepreBenInst) 2 - Depreciação de máquinas (DepreMáq) 3 - Depreciação de implementos (DepreImpl) 4 - Manutenção periódica de máquinas (ManutMáq) 5 - Mão de obra permanente e encargos sociais (MOPerm)
Custo Total - CT	(A+B)

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Percebe-se, de acordo com o Quadro 4, que os custos de produção da soja foram divididos entre Custos Variáveis – CV (OpAv, OpMáq, AlgMáq, MOTemp, Semet, Fertz, Agtx) e Custos Fixos – CF (DepreBenInst, DepreMáq, DepreImpl, ManutMáq, MOPerm). A soma deles resultou no Custo Total – CT de produção da soja utilizada no estudo. Dentro dos Custos Variáveis, não foram utilizadas as variáveis OpAv e AlgMáq por não apresentarem valores na maioria das cidades analisadas. Também, uniram-se os Custos Fixos DepreBenInst, DepreMáq, DepreImpl para a criação da variável Depre3, por serem semelhantes. Assim, resultou-se em um $n = 8$ variáveis de custo.

Os custos de cada cidade foram atualizados para valores monetários da data de fechamento da última cultura proposta nesse estudo (30/04/2015), segundo a variação do preço de venda da saca de 60kg de soja em dólar calculados pela Escola de Estudos de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) em conjunto com a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA) e divulgados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA).

Para a análise dos fatores climáticos, coletaram-se os dados junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados são armazenados no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) e são disponibilizados de forma digital. Assim, buscaram-se as estações meteorológicas correspondentes às cidades analisadas. Cinco cidades (Cristalina/GO, Primavera do Leste/MT, Campo Novo do Perecis/MT, Sorriso/MT e Chapadão do Sul/MS) não apresentavam estações na sua localidade, então optou-se por coletar as informações das estações mais próximas a essas cidades. As informações sobre as estações correspondentes são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Estações meteorológicas por cidades da amostra

Unidade municipal	Estação	Proximidade
Barreiras/BA	Estação Barreiras - 83236	-
Balsas/MA	Estação Balsas - 82768	-
Campo Mourão/PR	Estação Campo Mourão - 83783	-
Campo Novo do Perecis/MT	Estação São José do Rio Claro - 83267	151 km
Chapadão do Sul/MS	Estação Paranaíba - 83565	196 km
Cristalina/GO	Estação Ipameri - 83522	139 km
Cruz Alta/RS	Estação Cruz Alta - 83912	-

Londrina/PR	Estação Londrina - 83766	-
Primavera do Leste/MT	Estação Poxoréo - 83358	46 km
Rio Verde/GO	Estação Rio Verde - 83470	-
São Luiz Gonzaga/RS	Estação São Luiz Gonzaga - 83907	-
Sorriso/MT	Estação Gleba Celeste - 83264	84 km
Unaí/MG	Estação Unaí -83428	-

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Para todas as estações meteorológicas indicadas no Quadro 5, obtiveram-se os dados necessários referentes ao período proposto para análise (2005-2015), exceto para a estação Gleba Celeste, que não apresentou dados do ano de 2015. Optou-se por excluir da amostra as cidades de Campo Novo do Perecis/MT, Chapadão do Sul/MS e Cristalina/GO por apresentarem estações meteorológicas distantes dos municípios analisados (acima de 100km de distância). Com isso, os dados de custos, que eram dezessete, se reduziram para catorze.

A escolha dos fatores climáticos se deu conforme as principais exigências climáticas indicadas pela EMBRAPA (2013). Assim, as variáveis meteorológicas analisadas foram: Insolação Total (InsTt), Nebulosidade Média (NebMd), Números Dias Precipitação (NDPrecip), Precipitação Total (PrecipTt), Temperatura Máxima Média (TempMx), Temperatura Compensada Média (TempMd) e Temperatura Mínima Média (TempMn). A variável relacionada à umidade relativa do ar foi considerada no início da análise, mas foi excluída, visto que havia poucas informações sobre essa variável na fonte coletada no período proposto de análise.

Para a análise dos dados apresentados, a cultura da soja foi dividida em conjunto de estágios que compreendem os períodos de desenvolvimento. Com isso, dividiram-se os estágios que compõem o ciclo comum de produção da soja (nov./X0 a mar./X1, sendo X0 o ano do plantio e X1 o ano seguinte). Na produção da soja é atribuído, normalmente, a época de semeadura entre o período de 15 de outubro a 15 de dezembro, assim, buscando uma média, adotou-se o mês de novembro para início da semeadura. A partir dessas condições, tem-se o esquema apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Esquematização dos dados e períodos de análise

Período da cultura	Estágio de desenvolvimento	Mês	Custos analisados	Fatores climáticos
Semeadura	Semeadura	nov./X0	OpMáq; MOTemp; Semet; Fertz; Agtx; Depre3; ManutMáq; MOPerm	InsTt; NebMd; NDPrecip; PrecipTt; TempMd; TempMx; TempMn.
Reprodutivo	VE até V2	nov./X0		
Reprodutivo	V3 até Vn	dez./X0		
Vegetativo	R1 até R4	jan./X1		
Vegetativo	R5 até R8	fev./X1		
Colheita	Colheita	mar./X1		

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

No Quadro 6, tem-se que o estudo contemplou todos os períodos da cultura: semeadura, período reprodutivo, período vegetativo e a colheita (indicados no Quadro 1 apresentado anteriormente). Os períodos reprodutivo e vegetativo foram subdivididos em estágios mensais de desenvolvimento, para que pudessem ser correspondidos com os dados mensais das variáveis meteorológicas.

Assim, para o caso da semeadura realizada em novembro de X0, tem-se a primeira parte do período reprodutivo (VE a V2) ocorrendo no mês de novembro do ano X0, a segunda parte desse período (V3 a Vn) ocorrendo no mês de dezembro de X0, a primeira parte do período vegetativo (R1 a R4) em janeiro de X1, a segunda parte do período vegetativo (R5 a R8) em fevereiro e a colheita em março de X1. As variáveis meteorológicas foram testadas em todos os períodos mensais propostos e analisadas em conjunto com os custos de produção

A análise desses dados, objetivando identificar o comportamento dos custos de produção da soja em relação aos fatores climáticos, se deu por três etapas de análise, seguindo aquelas utilizadas por Rodrigues (2013): análise descritiva, análise de correlação linear simples e regressão linear múltipla.

Análise descritiva: esta etapa buscou descrever e resumir dados gerais indicando média, desvio padrão, coeficiente de variação e o máximo e mínimo alcançado para as variáveis. Com isso, foi possível visualizar a descrição da composição e evolução de cada fator quanto aos custos e aos fatores climáticos no período proposto, para análise em cada uma das cidades da amostra. Alguns pré-requisitos estatísticos foram testados antes do início das análises para que essas fossem consideradas confiáveis, são eles: verificação de *outliers*, teste de normalidade dos resíduos, teste de multicolinearidade, especificação do modelo, heterocedasticidade e autocorrelação.

A análise de *outliers* foi necessária para verificar a existência de valores extremos que são muito distantes ou discrepantes em relação ao restante das observações. Para verificar se a distribuição dos resíduos é normal, o teste de normalidade escolhido foi Shapiro-Wilk, por este ser mais adequado para amostras compostas por menos de 30 observações. Já a realização do teste de multicolinearidade foi necessária para verificar a existência de uma relação linear perfeita entre as variáveis explanatórias de regressão. Nesse caso, utilizou-se a análise da Inflação da Variância (VIF) para testar possíveis problemas de multicolinearidade. O teste de especificação de RESET de Ramsey foi realizado para conferir se há variáveis omitidas que possam influenciar no modelo (GUJARATI; PORTER, 2011).

Em relação à regressão linear, o modelo clássico pressupõe que os termos de erro que aparecem na função devem ser homocedásticos, ou seja, ter a mesma variância e não existir autocorrelação nos termos de erro. Assim, foi necessário verificar a presença de heterocedasticidade nos resíduos e, para isso, foi utilizado o teste de Breusch-Pagan-Godfrey (BPG) (GUJARATI; PORTER, 2011).

Análise de correlação linear simples: com o objetivo de verificar uma correlação entre os custos de produção da soja (variável dependente, explanatória ou Y) e os fatores climáticos (variáveis independentes, explicativas ou X), realizou-se uma análise de correlação linear simples por cidade. Para esta segunda etapa, a análise de normalidade (Shapiro-Wilk) dos dados foi utilizada para a determinação de qual coeficiente de correlação seria utilizado. Para as variáveis de custo e dos fatores climáticos que seguissem uma distribuição normal, utilizou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson, e para aquelas situações as quais pelo menos uma das variáveis não seguisse uma distribuição normal dos resíduos, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Spearman (FIELD, 2009). A partir disso, elaborou-se uma Matriz de Correlação para analisar simultaneamente a associação entre as variáveis de acordo com o critério de avaliação que foi estabelecido.

A análise foi realizada da seguinte forma, a partir do coeficiente de correlação (r): com uma amplitude variando de -1 a 1, o coeficiente de correlação indicou se entre as variáveis houve uma correlação linear positiva forte (r próximo de 1, diretamente proporcionais), negativa forte (r próximo de -1, inversamente proporcionais) ou se não há correlação linear ou se é fraca (r próximo a zero). É necessário lembrar que se r está próximo de zero, isso não significa que não há relação entre as variáveis, mas sim que não há relação linear (LARSON; FARBER, 2010). Foram consideradas significantes as correlações que obtiveram resultado de significância menor que 5% (nível de significância $< 0,05$).

Regressão linear múltipla: esta etapa buscou investigar a influência das variáveis independentes, que são os fatores climáticos (InsTt; NebMd; NDPrecip; PrecipTt; TempMd; TempMx; TempMn), sobre as variáveis dependentes, os custos de produção da soja (OpMáq3; MOTemp; Semet; Fertz; Agtx; Depre3; ManutMáq; MOPerm) em todas as cidades da amostra conjuntamente. Também foram analisados, separadamente, os custos para as cidades que utilizam o sistema de plantio convencional e OGM, e para duas cidades consideradas destaque de acordo com a análise descritiva.

Após essa etapa, prosseguiu-se para a análise das regressões por blocos (8 blocos de custos e 7 blocos climáticos), ou seja, para cada variável dependente (bloco de custos), foram gerados sete modelos (com os blocos climáticos), dos quais foram incluídas cinco variáveis

independentes de acordo com os estágios de produção da soja: semeadura e VE a V2 (1); V3 a Vn (2); R1 a R4 (3); R5 a R8 (4); colheita (5). Os estágios semeadura e VE a V2 representam o mesmo período, por isso foram analisados conjuntamente. Este processo é semelhante ao realizado por Rodrigues (2013). Com isso, elaborou-se os modelos de regressão a partir do modelo da Equação 1:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_p X_p \quad (\text{Equação 1})$$

Onde,

Y_i : valor estimado da variável dependente;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_p$: estimativas dos parâmetros da equação;

X_1, X_2, X_p : valor das variáveis independentes para cada observação i .

Logo, tem-se o exemplo, conforme fórmulas no Quadro 7, para o bloco de Custo dos Agrotóxicos.

Quadro 7 - Exemplo de modelo de regressão para o Bloco de Custo dos Agrotóxicos

Bloco de Custo dos Agrotóxicos (Agtx)
$Agtx_1 = \beta_0 + \beta_1 \text{InsTt1} + \beta_2 \text{InsTt2} + \beta_3 \text{InsTt3} + \beta_4 \text{InsTt4} + \beta_5 \text{InsTt5}$
$Agtx_2 = \beta_0 + \beta_1 \text{NebMd1} + \beta_2 \text{NebMd2} + \beta_3 \text{NebMd3} + \beta_4 \text{NebMd4} + \beta_5 \text{NebMd5}$
$Agtx_3 = \beta_0 + \beta_1 \text{NDPrecip1} + \beta_2 \text{NDPrecip2} + \beta_3 \text{NDPrecip3} + \beta_4 \text{NDPrecip4} + \beta_5 \text{NDPrecip5}$
$Agtx_4 = \beta_0 + \beta_1 \text{PrecipTt1} + \beta_2 \text{PrecipTt2} + \beta_3 \text{PrecipTt3} + \beta_4 \text{PrecipTt4} + \beta_5 \text{PrecipTt5}$
$Agtx_5 = \beta_0 + \beta_1 \text{TempMx1} + \beta_2 \text{TempMx2} + \beta_3 \text{TempMx3} + \beta_4 \text{TempMx4} + \beta_5 \text{TempMx5}$
$Agtx_6 = \beta_0 + \beta_1 \text{TempMd1} + \beta_2 \text{TempMd2} + \beta_3 \text{TempMd3} + \beta_4 \text{TempMd4} + \beta_5 \text{TempMd5}$
$Agtx_7 = \beta_0 + \beta_1 \text{TempMn1} + \beta_2 \text{TempMn2} + \beta_3 \text{TempMn3} + \beta_4 \text{TempMn4} + \beta_5 \text{TempMn5}$
Agtx: Agrotóxicos; InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total; TempMx: Temperatura Máxima; TempMd: Temperatura Média Compensada; TempMn: Temperatura Minima.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

A partir dos modelos, realizaram-se os seguintes testes de análise: teste t e R^2 (coeficiente de determinação múltiplo). Para os testes foi determinado um nível de significância de 0,05. O teste t indica, individualmente, a significância de cada coeficiente da regressão ($\beta_1; \beta_2; \dots; \beta_p$) e também da constante (β_0) (GUJARATI; PORTER, 2011). Com isso, determinou-se quais variáveis climáticas influenciaram nos custos de cada estágio de análise.

O coeficiente de determinação múltiplo, o R^2 , é uma medida resumida que diz quanto da linha de regressão amostral ajusta-se aos dados. Este coeficiente indica a proporção da variação de Y que é explicada, conjuntamente, pelas variáveis X . Como os valores de R^2 variam de zero a um, tem-se que quando multiplicado por 100, o resultado de R^2 indica o percentual da variabilidade da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes (GUJARATI; PORTER, 2011). Assim, quanto maior o valor de R^2 , maior o

poder preditivo dos fatores climáticos para explicar a variabilidade dos custos de produção da soja no cenário proposto pelo estudo.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar e discutir e analisar as principais informações levantadas pelo estudo. Assim, iniciou-se com uma caracterização das cidades que fazem parte da amostra quanto aos custos de produção da soja e fatores climáticos analisados,. Lembrando que todas as análises foram realizadas após a retirada de *outliers*.

Após esta etapa, analisou-se a correlação linear existente entre as variáveis de custo e os fatores climáticos em cada cidade. Cada variável de custo foi analisada separadamente. Para esta etapa, realizou-se a análise da normalidade dos resíduos para identificar qual coeficiente de correlação deveria ser abordado (Pearson, para os resíduos normais e Spearman, para os resíduos não normais). O resultado da análise da normalidade é apresentado no Apêndice A.

A terceira etapa dos resultados se deu pela apresentação da análise de regressão múltipla de cada bloco de custo de produção da soja englobando os fatores climáticos em cada estágio do desenvolvimento dessa cultura.

4.1 Caracterização das cidades quanto aos custos de produção e fatores climáticos

Como exposto anteriormente, as cidades da amostra fazem parte de um banco de dados de custos de produção da soja disponibilizados pela CONAB e são consideradas por esta entidade como cidades destaque na produção da soja.

As cidades que fazem parte da amostra e que estão contidas na região noroeste do Brasil são: Barreiras e Balsas. Barreiras é uma cidade do extremo oeste baiano com aproximadamente 8 mil km² de território e população de 152 mil de habitantes (IBGE, 2015a). Esta região apresenta um clima tropical com altas temperaturas e altos índices pluviométricos. Barreiras é conhecida como a "Capital da Soja" com terras férteis e solos profundos. Apresenta grande produção em números e ainda uma alta capacidade de expansão da área agricultável. Em 2013 teve uma produção de 307 mil toneladas de soja.

Já Balsas é a cidade maranhense que mais produz soja nesse estado. Com uma área de aproximadamente 13 mil km² e mais de 90 mil habitantes (IBGE, 2015a), esta cidade se destaca pela agricultura e lavoura mecanizada, que possibilita altas produções por safra, mas apresenta grandes amplitudes térmicas ao longo do ano. No ano de 2013 a produção de soja rendeu um equivalente a 386 mil toneladas.

A região Centro-Oeste está representada na amostra pelas cidades de Primavera do Leste, Rio Verde e Sorriso. Primavera do Leste e Sorriso são cidades do Mato Grosso, o principal produtor de soja nacional. Estes municípios apresentam uma área territorial de 5,4 mil km² e 9,3 mil km² e um total aproximado de população de 56,4 mil e 77,7 mil habitantes, respectivamente (IBGE, 2015a). O estado tem um clima variável ao longo do ano, mas prevalece o clima tropical úmido com altas temperaturas e alta pluviosidade. Dados do IBGE (2015a) apresentam que, em 2013, estas cidades produziram 754 mil e 2 milhões de toneladas de soja, respectivamente. Com isso, percebe-se o destaque da cidade Sorriso em números de produção da soja, pois ela é a maior produtora individual brasileira e mundial desse produto. Em 2012, Sorriso recebeu o título de Capital Nacional do Agronegócio, principalmente por seu destaque na produção da soja.

Rio Verde é uma cidade com grande variedade de produção em grãos. É o maior produtor de soja e milho do estado de Goiás, chamada de terra do "grão dourado". Por ano, chega a produzir 1,2 milhões de toneladas na soma de diversas culturas como arroz, milho, feijão, soja, etc. No ano de 2013, produziu 870 mil toneladas de soja. Ela tem uma população de 202 mil habitantes e um território de 8 mil km² (IBGE, 2015a). Nesta cidade, o clima é mesotérmico úmido com estações de seca (mai./set.) e chuvosa (out./abr.) bem definida.

A amostra do estudo apresenta apenas a cidade de Unaí na região Sudeste. Esta é uma cidade do estado de Minas Gerais com um clima tropical úmido e território de 8,4 mil km² e 82 mil habitantes (IBGE, 2015a). O município produziu 350 mil toneladas em 2013, segundo dados apresentados pelo IBGE (2015a). Conhecida como "Terra dos Grãos de Minas", ela tem essa denominação por conta do maior volume produzido de feijão, milho e soja do estado.

Por fim, as cidades da região sul do país apresentadas na amostra deste estudo são Campo Mourão e Londrina do estado do Paraná, e Cruz Alta e São Luiz Gonzaga do estado do Rio Grande do Sul. Esta região apresenta um clima subtropical, com o inverno mais frio do país e altas amplitudes térmicas ao longo do ano.

As cidades paranaenses Campo Mourão e Londrina apresentam território de 757 km² e 1,6 mil km², e 92 mil habitantes e 543 mil habitantes, respectivamente (IBGE, 2015a). O solo fértil e a facilidade de escoamento fazem essa região crescer em relação à produção de vários tipos de grãos e dentre eles, a soja. Em 2013, a produção de soja de Campo Mourão ficou em 168 mil toneladas e a de Londrina em 156 mil toneladas, aproximadamente (IBGE, 2015a).

Nas as cidades do Rio Grande do Sul, a produção de Cruz Alta foi 250 mil toneladas e de São Luiz Gonzaga 166 mil toneladas (IBGE, 2015a). Essas cidades apresentam território de 1,4 mil km² e 1,3 mil km², e 64 mil habitantes e 35 mil habitantes, respectivamente.

4.1.1 Custos de produção da soja por cidade

A análise descritiva dos custos de produção da soja variáveis (OpMáq, MOTemp, Semet, Fertz, Agtx), fixos (Depre3, ManutMáq, MOPerm) e totais foram dispostos na Tabela 1, a seguir. Os dados representam valores por produção anual desse produto no período analisado conforme Quadro 3.

Tabela 1 – Análise descritiva dos custos de produção da soja da amostra por hectare

Cidade	Custos	Mínimo (R\$)	Máximo (R\$)	Média (R\$)	Desvio Padrão (\$)	CV
Barreiras	Custos Variáveis	112,28	853,92	551,98	241,44	43,74%
	Custos Fixos	73,34	224,32	126,04	50,77	40,28%
	Custos Totais	336,60	980,35	678,02	223,95	33,03%
Balsas	Custos Variáveis	387,72	993,54	547,04	178,30	32,59%
	Custos Fixos	6,26	245,67	145,66	72,95	50,08%
	Custos Totais	475,86	1213,18	692,70	222,24	32,08%
Campo Mourão	Custos Variáveis	337,88	847,90	590,38	188,61	31,95%
	Custos Fixos	117,52	290,62	203,96	65,80	32,26%
	Custos Totais	458,59	1114,61	794,34	249,83	31,45%
Campo Mourão OGM	Custos Variáveis	293,48	748,58	523,54	182,89	34,93%
	Custos Fixos	107,70	247,85	170,93	50,53	29,56%
	Custos Totais	405,07	996,43	694,48	231,15	33,28%
Cruz Alta	Custos Variáveis	604,37	892,56	748,47	203,78	27,23%
	Custos Fixos	121,65	255,87	188,76	94,91	50,28%
	Custos Totais	726,02	1148,43	937,23	298,69	31,87%
Londrina	Custos Variáveis	322,39	730,04	536,24	170,16	31,73%
	Custos Fixos	91,07	297,41	190,14	75,06	39,48%
	Custos Totais	420,24	1022,09	726,39	243,13	33,47%
Londrina OGM	Custos Variáveis	272,56	605,88	424,43	140,91	33,20%
	Custos Fixos	108,88	243,02	177,80	48,10	27,06%
	Custos Totais	393,99	832,10	602,23	181,80	30,19%
Primavera do Leste	Custos Variáveis	96,65	948,68	538,54	230,46	42,79%
	Custos Fixos	58,32	284,09	172,81	73,05	42,27%
	Custos Totais	255,22	1218,95	711,36	280,63	39,45%
Primavera do Leste OGM	Custos Variáveis	96,65	967,96	532,78	241,45	45,32%
	Custos Fixos	91,77	270,27	164,04	59,83	36,47%
	Custos Totais	253,07	1238,23	696,83	279,06	40,05%
Rio Verde	Custos Variáveis	362,82	903,11	600,49	214,45	35,71%
	Custos Fixos	66,19	304,21	156,72	80,34	51,26%
	Custos Totais	439,70	1207,32	757,21	289,91	38,29%
São Luiz Gonzaga	Custos Variáveis	290,08	638,54	442,56	154,77	34,97%
	Custos Fixos	70,73	157,37	117,52	32,78	27,89%
	Custos Totais	397,50	782,71	560,09	176,54	31,52%
Sorriso	Custos Variáveis	92,60	566,63	414,73	151,21	36,46%
	Custos Fixos	84,04	177,41	123,97	29,38	23,70%
	Custos Totais	238,00	697,16	538,70	141,41	26,25%
Sorriso OGM	Custos Variáveis	102,65	563,31	438,19	152,17	34,73%
	Custos Fixos	69,31	177,79	117,53	36,37	30,95%
	Custos Totais	254,98	668,48	555,73	141,35	25,44%
Unaí	Custos Variáveis	424,77	936,86	565,76	157,27	27,80%
	Custos Fixos	39,67	296,67	197,02	74,63	37,88%
	Custos Totais	476,94	1207,26	762,78	215,91	28,31%

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Como apresentado na Tabela 1, para os custos variáveis da produção da soja, as maiores médias foram apresentadas pelas cidades de Campo Mourão (plantio convencional), Cruz Alta e Rio Verde, que apresentaram médias para o período de análise de R\$ 590,38, R\$748,47 e R\$ 600,49, respectivamente. Em contrapartida, as menores médias de custos variáveis são dos municípios de Sorriso, pelo plantio convencional (R\$ 414,73) e o OGM (R\$ 438,19), e a cidade de Londrina OGM (R\$ 424,43). Estas três cidades também apresentaram os menores desvios padrões, mas os custos variáveis mais homogêneos foram os das cidades de Campo Mourão, Londrina (plantio convencional) e Unaí, que apresentaram os menores Coeficientes de Variação (CV) de 31,95%, 31,73% e 27,80%, respectivamente.

Os maiores custos alcançados no período de análise foram nas cidades de Balsas (Máximo = R\$ 993,54), Primavera do Leste (Máximo = R\$ 948,68) e Primavera do Leste OGM (Máximo = R\$ 967,96). Os menores foram nas cidades de Sorriso (Mínimo = R\$566,63), Sorriso OGM (Mínimo = R\$563,31) e Londrina OGM (Mínimo = R\$605,88).

Observando os custos fixos, tem-se que as cidades de Unaí, Campo Mourão (plantio convencional) e Londrina (plantio convencional) tiveram as maiores médias com R\$ 197,02, R\$ 203,96 e R\$ 190,14, respectivamente. As menores médias foram das cidades de Sorriso com o plantio convencional (R\$ 123,97) e pelo plantio OGM (R\$ 117,53), e em São Luiz Gonzaga (R\$ 117,52). Os valores mais homogêneos foram os das cidades de Londrina OGM, São Luiz Gonzaga e Sorriso com plantio convencional, pois tiveram os menores CV de 27,06%, 27,89%, 23,70%, respectivamente.

Os maiores valores de custo fixo foram atingidos pelas cidades de Londrina (plantio convencional) (R\$ 297,41), Rio Verde (R\$ 304,21) e Unaí (R\$ 296,67). Já a cidade de Balsas apresentou um valor mínimo bem abaixo dos demais, com apenas R\$ 6,26.

Quanto aos valores de custo de produção da soja totais, a maior média foi alcançada pela cidade de Cruz Alta com R\$ 937,23, e o menor custo total médio, R\$ 538,70, foi apresentado pela cidade de Sorriso com o plantio convencional. Os valores mais homogêneos são os da cidade de Sorriso com o plantio OGM (CV = 25,44%) e os mais heterogêneos são de Primavera do Leste, também com o plantio OGM (CV = 40,05%).

4.1.2 Fatores climáticos

A seguir, é apresentada, na Tabela 2, a análise descritiva dos fatores climáticos (InsTt, NebMd, NDPrecip, PrecipTt e TempMd), segregada pelas cidades que compõem a amostra. Os dados foram agrupados por ciclo de produção (nov./X0 a mar./X1).

Tabela 2 – Análise descritiva dos fatores climáticos nas cidades da amostra

Cidade	Fatores Climáticos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Barreiras	InsTt (h)	932,00	1.110,00	1.016,50	59,92	5,89%
	NebMd (décimos)	26,00	36,00	30,57	3,65	11,94%
	NDPrecip (dias)	55,00	76,00	63,17	7,78	12,32%
	PrecipTt (mm)	655,00	909,00	779,51	111,71	14,33%
	TempMd (°C)	26,36	78,00	42,67	22,93	53,74%
Balsas	InsTt (h)	477,00	858,00	715,67	110,53	15,44%
	NebMd (décimos)	29,00	34,00	30,78	1,64	5,33%
	NDPrecip (dias)	28,00	82,00	65,75	17,30	26,31%
	PrecipTt (mm)	682,00	1.076,00	885,00	140,46	15,87%
	TempMd (°C)	157,00	162,00	160,44	1,51	0,94%
Campo Mourão	InsTt (h)	958,00	1.272,00	1.069,63	115,75	10,82%
	NebMd (décimos)	26,00	37,00	31,60	3,37	10,67%
	NDPrecip (dias)	43,00	74,00	61,75	10,66	17,26%
	PrecipTt (mm)	580,00	1.250,00	872,10	225,72	25,88%
	TempMd (°C)	59,00	150,00	129,50	35,21	27,19%
Campo Mourão OGM	InsTt (h)	958,00	1.272,00	1.060,83	127,03	11,97%
	NebMd (décimos)	26,00	34,00	30,75	3,06	9,95%
	NDPrecip (dias)	43,00	72,00	60,50	11,08	18,31%
	PrecipTt (mm)	580,00	1.250,00	896,75	230,51	25,70%
	TempMd (°C)	59,00	150,00	123,33	39,41	31,95%
Londrina	InsTt (h)	769,00	1.209,00	1.007,80	121,68	12,07%
	NebMd (décimos)	28,00	35,00	32,40	2,27	7,01%
	NDPrecip (dias)	27,00	83,00	63,89	16,17	25,32%
	PrecipTt (mm)	630,00	1.222,00	962,10	189,46	19,69%
	TempMd (°C)	151,00	159,00	154,60	2,37	1,53%
Londrina OGM	InsTt (h)	769,00	1.209,00	1003,88	137,08	13,66%
	NebMd (décimos)	28,00	35,00	32,38	2,56	7,91%
	NDPrecip (dias)	27,00	83,00	63,14	18,42	29,17%
	PrecipTt (mm)	630,00	1.222,00	948,50	184,25	19,43%
	TempMd (°C)	151,00	159,00	154,50	2,67	1,73%
Primavera do Leste	InsTt (h)	398,00	851,00	690,10	127,48	18,47%
	NebMd (décimos)	37,00	44,00	40,20	2,39	5,96%
	NDPrecip (dias)	66,00	92,00	81,13	9,66	11,90%
	PrecipTt (mm)	1.017,00	1.594,00	1.345,80	208,03	15,46%
	TempMd (°C)	159,00	164,00	162,00	1,83	1,13%
Primavera do Leste OGM	InsTt (h)	398,00	851,00	684,00	143,54	20,99%
	NebMd (décimos)	37,00	44,00	40,75	2,38	5,83%
	NDPrecip (dias)	66,00	92,00	81,33	11,38	13,99%
	PrecipTt (mm)	1.128,00	1.594,00	1.400,25	187,56	13,40%
	TempMd (°C)	159,00	164,00	161,63	1,85	1,14%
Rio Verde	InsTt (h)	332,00	743,00	593,40	133,09	22,43%
	NebMd (décimos)	14,00	37,00	32,00	7,59	23,71%
	NDPrecip (dias)	77,00	101,00	93,50	7,75	8,28%
	PrecipTt (mm)	615,00	1.591,00	1.218,30	280,32	23,01%
	TempMd (°C)	92,00	152,00	139,67	20,21	14,47%
São Luiz Gonzaga	InsTt (h)	995,00	1.215,00	1.116,17	79,72	7,14%
	NebMd (décimos)	16,00	25,00	20,50	3,51	17,11%
	NDPrecip (dias)	20,00	63,00	42,60	16,10	37,80%
	PrecipTt (mm)	282,00	1.042,00	796,67	277,34	34,81%
	TempMd (°C)	154,00	164,00	158,33	3,50	2,21%
Sorriso (convencional e OGM)	InsTt (h)	630,00	679,00	654,00	17,57	2,69%
	NebMd (décimos)	34,00	37,00	35,29	1,11	3,15%
	NDPrecip (dias)	92,00	109,00	102,50	6,09	5,94%
	PrecipTt (mm)	1.234,00	1.586,00	1.409,86	122,43	8,68%

Unaí	TempMd (°C)	164,00	169,00	166,14	1,77	1,07%
	InsTt (h)	727,00	912,00	821,50	87,69	10,67%
	NebMd (décimos)	32,00	36,00	33,00	1,15	3,50%
	NDPrecip (dias)	62,00	90,00	79,00	8,68	10,99%
	PrecipTt (mm)	781,00	1.301,00	1.024,90	175,35	17,11%
	TempMd (°C)	156,00	162,00	159,00	2,05	1,29%

InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total; TempMd: Temperatura Média Compensada.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Para a Tabela 2, quanto à cidade de Cruz Alta, ocorreu que, após a retirada de *outliers*, a amostra foi reduzida para apenas duas observações. Portanto, esta cidade foi desconsiderada para comparação de análise descritiva. A cidade de Sorriso teve os dados agrupados na produção pelo plantio convencional e OGM por apresentarem o mesmo período de informação de custos (2007/2008 até 2014/2015) e, consequentemente, os mesmos dados para os fatores climáticos.

Ainda de acordo com a Tabela 2, para a variável insolação, a maior média ocorreu na cidade de São Luiz Gonzaga com 995h para o período de análise. O maior índice do período ocorreu em Campo Mourão (plantio convencional e OGM) com máximo de 1.272h. A menor média foi apresentada pela cidade de Rio Verde com insolação total média de 593,40h. Os dados para essa variável foram mais homogêneos na cidade de Sorriso (CV = 2,69%).

A maior média de nebulosidade foi alcançada pela cidade de Primavera do Leste pelo plantio convencional (40,2 décimos) e pelo OGM (40,75 décimos), que também apresentaram os maiores valores no período (44 décimos). Em contrapartida, o menor índice médio foi apresentado pela cidade de São Luiz Gonzaga com 20,5 décimos de nebulosidade média no período, e o menor valor dessa variável foi observado na cidade de Rio Verde (14 décimos). As cidades de Sorriso e Unaí apresentaram os menores valores de CV (3,15% e 3,5%), com isso, apresentaram os dados mais homogêneos dentre os valores de nebulosidade média.

Na cidade de Sorriso ocorreu a maior média no período de análise com 102,5 dias de precipitação durante um ciclo de produção e o maior valor alcançado, com 109 dias, enquanto que, a cidade de São Luiz Gonzaga apresentou o menor valor de dias de precipitação (Mínimo = 20 dias) e a menor média do período analisado de cada cidade. Quanto ao CV, mais uma vez a cidade de Sorriso apresentou os dados mais homogêneos, e desta vez para a variável de número de dias de precipitação.

Quanto à variável de precipitação, a cidade de Sorriso apresentou os dados mais homogêneos (CV = 8,68%) e também a maior média (1.409,89mm) para o período analisado dessa cidade para o ciclo de produção da soja. A menor média ocorreu na cidade de Barreiras,

com precipitação de 779,51mm e o menor valor do período foi registrado na cidade de São Luiz Gonzaga (Mínimo = 282mm). O valor máximo foi apresentado pela cidade de Primavera do Leste (para os dois tipos de plantios) com 1.594 mm de precipitação durante a produção.

Por fim, as maiores temperaturas ocorreram na cidade de Sorriso, que obteve temperatura média de 166,14°C, o maior valor registrado durante o período de análise, de 169°C e ainda os valores mais homogêneos, pois apresentou CV de 1,07%. Em compensação, o menor valor ocorreu na cidade de Barreiras, que teve temperatura média de 26,36°C. Com isso, observou-se que a variabilidade dos custos sempre foi maior por apresentar maiores estimativas de CV.

4.2 Análise de correlação

A seguir são apresentadas as análises de correlação entre os custos nos estágios de produção da soja e os fatores climáticos (InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total; TempMd: Temperatura Média; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima), segregados por blocos de custo (OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente), conforme indicado no Quadro 7. É necessário ressaltar que a cidade de Cruz Alta foi excluída dessa análise, pois apresentou um número de dados pequeno após a retirada dos *outliers*. As tabelas evidenciam apenas os valores que se apresentam significantes ao nível nominal de 0,05. Algumas tabelas foram divididas para serem melhor visualizadas.

4.2.1 Operação com máquinas – OpMáq

A Tabela 3, a seguir, apresenta a análise de correlação linear simples para o custo de produção de operação com máquinas e os fatores climáticos.

Tabela 3 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significantes ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção OpMáq e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt3	NebMd1	NebMd3	NebMd4	NDPrecip2	NDPrecip3	PrecipTt2
Balsas	r 0,78	-	-0,75	-	-	-0,80	-
	sig. 0,013	-	0,031	-	-	0,032	-

Campo Mourão	<i>r</i>	-	0,67	-	-	-	0,71	-
	sig.	-	0,033	-	-	-	0,049	-
Campo Mourão	<i>r</i>	-	0,72	-	-	-	-	-
OGM	sig.	-	0,043	-	-	-	-	-
Primavera	<i>r</i>	-	-	-0,63	-	0,82	-	-
do Leste	sig.	-	-	0,050	-	0,045	-	-
Primavera do	<i>r</i>	-	-	-0,78	-	-	-	-
Leste OGM	sig.	-	-	0,022	-	-	-	-
Rio Verde	<i>r</i>	-	-	-	-	0,72	-	0,64
	sig.	-	-	-	-	0,046	-	0,048
São Luiz	<i>r</i>	0,90	-	0,82	-	-	-	0,83
Gonzaga OGM	sig.	0,016	-	0,047	-	-	-	0,042
Sorriso	<i>r</i>	-	-	-	-0,98	-	-	-
	sig.	-	-	-	0,001	-	-	-
Sorriso OGM	<i>r</i>	-	-	-	-0,98	-	-	-
	sig.	-	-	-	0,001	-	-	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson e

Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Como pode ser observado na Tabela 3, no primeiro estágio da produção da soja (Semeadura e VE até V2), o custo de produção OpMáq se correlacionou positivamente com a variável NebMd na cidade de Campo Mourão para o plantio convencional ($r = 0,67$), e também para o OGM ($r = 0,72$). Esse estágio compreende o período vegetativo e é quando ocorre a semeadura, a emergência e o início do aparecimento das folhas. Quanto maior a nebulosidade, menor vai ser o período que a planta recebe luz diariamente, com isso, segundo a EMBRAPA (2013), a deficiência do fotoperíodo pode ocasionar um crescimento tardio na planta, que vai passar por um estágio vegetativo mais longo. O produtor pode ter que investir mais em maquinário quando há a preocupação do crescimento tardio.

Percebe-se que o segundo estágio (V3 até Vn) de produção da soja se correlacionou positivamente nas cidades de Rio Verde ($r = 0,72$) e Primavera do Leste (plantio convencional) ($r = 0,82$) para a variável NDPrecip, e também positivamente para as cidades de Rio Verde ($r = 0,64$) e São Luiz Gonzaga ($r = 0,83$) para a variável PrecipTt. Essas duas variáveis estão diretamente relacionadas com as exigências hídricas da planta. Esse estágio faz parte do fim do período vegetativo da planta. Uma correlação positiva para essas variáveis vai contra o esperado pois, segundo Mundstock e Thomas (2005), o excesso de água na etapa vegetativa favorece o desenvolvimento da planta o suficiente para a geração das flores. Então, se houve disponibilidade hídrica natural, não seria necessário mais investimento de maquinário nessa etapa.

Os resultados indicaram que, no estágio 3 da produção, a variável OpMáq se correlacionou positivamente na cidade de Balsas com a variável InsTt ($r = 0,78$) e

negativamente com as variáveis NebMd ($r = -0,75$) e NDPrecip ($r = -0,80$); na cidade de Campo Mourão, positivamente com a variável NDPrecip ($r = 0,71$); na cidade de Primavera do Leste, negativamente com a variável NebMd para os plantios convencional ($r = -0,63$) e OGM ($r = -0,78$); e na cidade de São Luiz Gonzaga, positivamente com as variáveis InsTt ($r = 0,90$) e NebMd ($r = 0,82$).

O estágio 3 compreende o período reprodutivo que vai de R1 a R4. É o início do florescimento até a formação da vagem. Como observado, a InsTt se correlacionou positivamente nas duas cidades. De acordo com EMBRAPA (2013), assim como no período vegetativo, a alta exposição ao fotoperíodo pode ocasionar o desenvolvimento acelerado da planta, no caso do período reprodutivo, na maturação acelerada. Com isso, o investimento em maquinário pode ser necessário para tentar retardar esse processo e fazer com que a planta se desenvolva mais. A nebulosidade, que se correlacionou negativamente com o custo das operações com máquinas nas três cidades, evidencia o contrário do que foi dito quanto à insolação, diminuindo assim o custo com essa variável.

Nessa mesma linha, no quarto estágio (R5 até R8) a variável NebMd também se correlacionou negativamente com o custo de produção OpMáq nas cidades de Sorriso para os dois tipos de plantio ($r = -0,98$). Este estágio, que também faz parte do período reprodutivo da produção da soja, compreende o início do enchimento das sementes até a maturação plena.

Continuando as correlações relacionadas com o custo de produção de OpMáq, a Tabela 4, a seguir, apresenta os resultados de correlação com os fatores climáticos de temperatura.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção OpMáq e os fatores climáticos (cont.)

Variável Clima	Temp Md1	TempM d4	Temp Md5	Temp Mx1	Temp Mx3	Temp Mx4	Temp Mx5	Temp Mn1	Temp Mn4	Temp Mn5
Londrina	<i>r</i> 0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sig. 0,024	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Londrina OGM	<i>r</i> 0,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	sig. 0,043	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Primavera do Leste	<i>r</i> -	-	-	<u>0,71</u>	<u>0,65</u>	<u>0,70</u>	<u>0,76</u>	<u>0,78</u>	<u>0,78</u>	-
	sig. -	-	-	0,022	0,043	0,036	0,011	0,008	0,008	-
Primavera Leste OGM	<i>r</i> -	-	<u>0,71</u>	-	<u>0,91</u>	<u>0,79</u>	<u>0,86</u>	<u>0,93</u>	<u>0,83</u>	-
	sig. -	-	0,050	-	0,002	0,036	0,007	0,001	0,010	-
Rio Verde	<i>r</i> -0,90	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,94</u>	-
	sig. 0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-
São Luiz Gonzaga OGM	<i>r</i> -	-	-	-	<u>-0,83</u>	-	-	-	-	-
	sig. -	-	-	-	0,042	-	-	-	-	-
Sorriso	<i>r</i> -	<u>0,80</u>	-	-	<u>0,79</u>	-	-	<u>0,82</u>	-	<u>0,82</u>
	sig. -	0,032	-	-	0,036	-	-	0,023	-	0,23

Sorriso OMG	<i>r</i>	-	0,80	-	-	<u>0,79</u>	-	-	<u>0,82</u>	-	<u>0,82</u>
	sig.	-	0,032	-	-	0,036	-	-	0,23	-	0,23

r: Coeficiente de Correlação de Pearson e

Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Quanto ao estágio 1, que compreende a semeadura de VE até V1, o custo de OpMáq se correlacionou positivamente com a TempMd na cidade de Londrina ($r = 0,76$), Londrina OGM ($r = 0,72$), e negativamente na cidade de Rio Verde ($r = -0,90$), positivamente com o fator climático TempMx na cidade de Primavera do Leste ($r = 0,71$) e positivamente com a variável TempMn nas cidades de Primavera do Leste ($r = 0,78$), Primavera do Leste OGM ($r = 0,93$), Sorriso ($r = 0,82$) e Sorriso OGM ($r = 0,82$).

Segundo EMBRAPA (2013), baixas temperaturas (abaixo 10°C) inibem o crescimento vegetativo e altas temperaturas (acima 40°C) provocam distúrbio de floração. Assim, nos primeiros estágios, o produtor pode precisar investir mais em maquinário se as temperaturas forem muito baixas ou muito altas. Com isso, as correlações positivas eram esperadas para as TempMx e TempMd e negativas para TempMn.

Já no período reprodutivo, que compreendem os estágios 4 e 5, algo semelhante acontece. Altas temperaturas diminuem a capacidade de retenção das vagens e provocam floração precoce, e temperaturas abaixo de 13°C não induzem a floração (EMBRAPA, 2013). Assim a correlação positiva para o custo de OpMáq e estas variáveis também era esperado para TempMx e TempMd e negativas para TempMn, como ocorreu nas cidades de Primavera do Leste (r TempMx4 = 0,70), Primavera do Leste OGM (r TempMx4 = 0,79), Sorriso (r TempMd4 = 0,80) e Sorriso OGM (r TempMd4 = 0,80).

Na fase da colheita (estágio 5) a correlação entre as temperaturas e o custo com operação com máquinas se mostraram positivas para as cidades de Primavera do Leste (r TempMx5 = 0,76), Primavera do Leste OGM (r TempMd5 = 0,71; r TempMx5 = 0,86), Sorriso (r TempMn5 = 0,82) e Sorriso OGM (r TempMn5 = 0,82). Altas temperaturas nessa fase podem fazer com que seja necessário mais rapidez e, consequentemente, mais máquinas para colheita, para que não haja perda na produção por má maturação.

4.2.2 Mão de obra temporária – MOTemp

A Tabela 5, a seguir, apresenta a análise de correlação linear simples para o custo de produção de mão de obra temporária e os fatores climáticos.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção MOTemp e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt4	NebMd5	ND Precip3	PrecipTt1	PrecipTt2	Temp Md1	Temp Md2	Temp Md3	Temp Mx3	Temp Mn4
Balsas	<i>r</i> sig.	- 0,00	-0,92 0,030	-0,80 -	- -	- -	-0,67 0,047	- -	- -	- -
Primavera do Leste	<i>r</i> sig.	-0,76 0,029	- -	- -	0,86 0,007	- -	- -	- -	- -	- -
Primavera do Leste OGM	<i>r</i> sig.	-0,92 0,009	- -	- -	0,86 0,014	0,94 0,005	- -	- -	- -	- -
Rio Verde	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	0,85 0,004	- -	-0,84 0,010	- -	- -	0,90 0,037
Unaí	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	0,72 0,028	0,70 0,037	- -

r: Coeficiente de Correlação de Pearson e

Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Observou-se na Tabela 3 uma correlação, nos estágios um e dois, positiva com a variável PrecipTt nas cidades de Primavera do Leste (r PrecipTt2 = 0,86), Primavera do Leste OGM (r PrecipTt1 = 0,86; r = PrecipTt2 = 0,94) e Rio Verde (r PrecipTt1 = 0,85). Era esperado uma correlação negativa entre a precipitação no estágio um e o custo com mão de obra temporária, pois, segundo EMBRAPA (2013), a semente da soja necessita absorver pelo menos 50% do seu peso em água para conseguir iniciar a germinação (estágio 1), e o excesso da disponibilidade de água nos primeiros estágios da planta favorece o desenvolvimento vegetativo (estágio 2), então, quanto maior a precipitação, menor deverão ser os custos.

Ainda nos primeiros estágios, a variável climática correlacionou-se negativamente com os custos de produção com MOTemp nas cidades de Rio Verde (r TempMd1 = -0,84) e Balsas (r TempMd2 = -0,67). Nessa primeira etapa do desenvolvimento da planta da soja, tem-se que o aumento da temperatura auxilia na germinação, pois as sementes necessitam de um solo aquecido para que elas germinem (EMBRAPA, 2013). Maior o rendimento dos grãos, maior pode ser a necessidade de mão de obra temporária, os resultados foram contrários a essa ideia.

Já no período reprodutivo (estágios 3 e 4), a mão de obra temporária será mais necessária se a disponibilidade hídrica não for a ideal, pois a necessidade hídrica vai aumentando até a precisão de 7 a 8 mm por dia no estágio 3, e decrescendo no fim do estágio 4 (EMBRAPA, 2013). Este caso foi refletido nos resultados para a cidade de Balsas, onde a correlação entre a mão de obra temporária e o NDPrecip3 foi negativa. Para a cidade de Rio

Verde, houve uma relação positiva entre a variável TempMn ($r = 0,90$) e os custos com MOTemp.

Quanto ao estágio 5, da colheita, os resultados indicaram uma relação negativa entre a mão de obra temporária e a nebulosidade média na cidade de Balsas ($r = -0,92$). Isso pode ter ocorrido pelo fato de que a nebulosidade pode retardar as colheitas, não tendo assim a necessidade de colheita rápida.

4.2.3 Sementes – Semet

A Tabela 6 apresenta a análise de correlação linear simples para o custo de produção das sementes da soja e os fatores climáticos, e estes são apresentados a seguir.

Tabela 6 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Semet e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt1	InsTt2	InsTt3	InsTt4	NebMd3	NebMd4	NDPrecip3	NDPrecip4
Balsas	<i>r</i> -	-	0,80 0,009		-0,75 0,032	-	-0,85 0,016	-
Londrina OGM	<i>r</i> -	-	-	-	-	-	-	0,98 0,024
Primavera do Leste OGM	<i>r</i> -	-0,72 0,046	-	-0,76 0,046	-	-	-	-
Rio Verde	<i>r</i> 0,038	-0,69 0,91	-	-0,97 0,004	-0,97 0,000	-	-	-
Sorriso	<i>r</i> -	-	-	-	-	0,83 0,040	-	-
Sorriso OGM	<i>r</i> -	-	-	-	-	-	-	-0,84 0,038
Unaí	<i>r</i> -	-	-	-	-0,69 0,040	-	-0,85 0,015	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

A semeadura (parte do estágio 1) necessita que o solo esteja aquecido o bastante para que ela germe. Segundo a EMBRAPA (2013), a semeadura não deve ser realizada quando a temperatura do solo for menor do que 20°C. Assim, a insolação nesse estágio pode auxiliar no aumento da temperatura do solo, o que vai fazer com que haja mais rendimento das sementes e diminua os gastos com a mesma. Com isso, tem-se uma esperada correlação negativa entre o custo com sementes durante a produção e a insolação, como ocorreu na cidade de Rio Verde ($r = -0,69$).

O rendimento das sementes pode ser ampliado, fazendo com que seu custo final seja reduzido, se não houver déficit hídrico ao longo do período reprodutivo que pode ocasionar o aborto das vagens e redução dos grãos (KOBRAEE; SHAMSI, 2011). Os resultados confirmaram essa afirmação quando as cidades de Balsas, Sorriso OGM e Unaí apresentaram correlações negativas entre o custo Semet e o fator climático relacionado com a disponibilidade hídrica NDPrecip (r NDPrecip3 = -0,85, r NDPrecip4 = -0,84; r NDPrecip3 = -0,85, respectivamente).

Nessa mesma linha, o rendimento das sementes pode ser reduzido se a planta não conseguir desenvolver as flores e vagens corretamente no seu período reprodutivo. O aumento da luminosidade pode acelerar o florescimento, fazendo com que ela não se desenvolva naturalmente na forma que necessita (EMBRAPA, 2013), assim o rendimento pode ser aprimorado se houver alto índice de NebMd ou baixo InsTt no período reprodutivo da planta. Isso ficou evidente quando apresentado os resultados nos municípios de Balsas (r InsTt3 = 0,80; r NebMd3 = -0,75), Rio Verde (r InsTt3 = 0,91; r NebMd3 = -0,97) e Unaí (r NebMd3 = -0,69)

Tabela 7 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Semet e os fatores climáticos (cont.)

Variável Clima	Temp Md3	Temp Md4	Temp Md5	Temp Mx1	Temp Mx3	Temp Mx4	Temp Mx5	Temp Mn3	Temp Mn4	Temp Mn5
Balsas	r <u>0,80</u> sig. 0,010	-	<u>0,80</u> 0,010	-	-	-	-	-	-	-
Londrina	r -	-	-	-	0,74 0,034	-	-	-	-	-
Londrina OGM	r -	-	-	-	-	-	-	0,85 0,032	-	-
Primavera do Leste	r <u>0,71</u> sig. 0,047	-	-	0,78 0,022	-	-	-	-	-	-
Rio Verde	r <u>0,90</u> sig. 0,037	-	-	-	-	0,92 0,027	0,85 0,015	-	-	-
São Luiz Gonzaga OGM	r <u>-0,90</u> sig. 0,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorriso	r <u>0,84</u> sig. 0,017	-	-	-	-	-	0,92 0,003	-	0,92 0,004	0,92 0,003
Sorriso OMG	r -	<u>0,82</u> 0,023	<u>0,86</u> 0,014	-	-	-	0,933 0,002	-	-	0,78 0,038
Unaí	r -	-	-	-	0,83 0,005	-	-	-	-	-

r : Coeficiente de Correlação de Pearson e
Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Como dito anteriormente, o aumento da temperatura pode auxiliar na germinação das sementes (estágio 1 na semeadura). Na Tabela 7, a variável TempMx1 na cidade de Primavera do Leste ($r = 0,78$) não corroborou essa afirmação quando ficou evidenciado uma correlação positiva entre o custo com sementes e a temperatura máxima atingida.

Para um bom rendimento das sementes, é necessário que a planta se desenvolva a uma temperatura ambiente de 20°C a 30°C (EMBRAPA, 2013). Assim, tem-se que temperaturas máximas reduzidas e temperaturas mínimas elevadas nesses estágios podem auxiliar a uma redução de custos com sementes. Isso pode ser observado nas correlações entre o custo com Semet e a variável TempMx nas cidades de Londrina (r TempMx3 = 0,74), Primavera do Leste (r TempMx1 = 0,78), Rio Verde (r TempMx4 = 0,92) e Unaí (r TempMx3 = 0,83), mas não ocorreu o esperado para o fator climático TempMn em nenhuma das cidades.

4.2.4 Fertilizantes – Fertz

A seguir é apresentado, na Tabela 8, a análise de correlação linear simples para o custo de produção de fertilizantes da soja e os fatores climáticos.

Tabela 8 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Fertz e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt 1	InsTt 3	NebMd 3	Precip Tt2	Precip Tt3	Temp Md1	Temp Md2	Temp Md3	Temp Mx1	Temp Mx3	Temp Mx5	Temp Mn4	Temp Mn5
Barreiras	<i>r</i> -	0,72 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>sig.</i> -	0,044 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balsas	<i>r</i> -	0,76 -	-0,89 0,74	0,74 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>sig.</i> -	0,028 0,007	0,037 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Londrina	<i>r</i> -	-	-	-	-	0,68 -	-	-	-	-	-	-	-
	<i>sig.</i> -	-	-	-	-	0,029 -	-	-	-	-	-	-	-
Primavera do Leste	<i>r</i> -	-0,78 0,013	-	-	-	-	-	0,84 0,005	0,79 0,012	-	-	-	-
P.do Leste OGM	<i>r</i> -	-0,83 0,021	-0,93 0,002	-	-	-	-	0,90 0,005	-	-	-	-	-
Rio Verde	<i>r</i> 0,013	-0,75 0,050	0,71 -	0,67 0,036	-	-	-0,72 0,046	-	-	-	-	-	-
S.L. Gonz. OGM	<i>r</i> -	-	-	-	0,86 0,030	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorriso	<i>r</i> -	-	-	-	-	-	-	0,85 0,032	-	-	0,96 0,003	0,91 0,011	-
Sorriso OMG	<i>r</i> -	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85 0,032	0,96 0,003	0,91 0,011	-
Unaí	<i>r</i> -	-	-	-	-	-	-	0,86 0,003	-	0,77 0,016	-	-	-
	<i>sig.</i> -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson e

Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 8, no primeiro estágio da produção da soja, o custo com fertilizantes se correlacionou positivamente com os fatores climáticos TempMd e TempMx nas cidades de Londrina (r TempMd1 = 0,68), Primavera do Leste (r TempMx1 = 0,79) e Sorriso (r TempMx1 = 0,85), e negativamente com as variáveis InsTt nas cidades de Primavera do Leste OGM (r = -0,83 e Rio Verde (r = -0,75). Também ficou evidenciado que, no segundo estágio, a variável Fertz se correlacionou positivamente com o fator climático PrecipTt nas cidades de Balsas (r = 0,74) e Rio Verde (r = 0,67), e negativamente com TempMd na cidade de Rio Verde (r = -0,72).

Quanto ao estágio 3, os dados mostraram que houve correlação positiva nas cidades Barreiras (r InsTt = 0,72), Balsas (r InsTt = 0,76), Rio Verde (r InsTt = 0,71), São Luiz Gonzaga (r PrecipTt = 0,86), Unaí (r TempMx = 0,70), Primavera do Leste pelo plantio convencional (r TempMd = 0,84) e OGM (r TempMd = 0,90) e Unaí (r TempMd = 0,86), com as variáveis InsTt, PrecipTt, TempMd e TempMx e negativamente nas cidades de Balsas (r NebMd = -0,89) e Primavera do Leste pelo plantio convencional (r InsTt = -0,78) e OGM (r InsTt = -0,93) para as variáveis NebMd e InsTt.

Para os estágios 4 e 5, o custo Fertz se correlacionou positivamente com os fatores climáticos TempMx e TempMn na cidade de Sorriso pelo plantio convencional (r TempMn4 = 0,96; r TempMn5 = 0,91) e OGM (r TempMx = 0,85; r TempMn4 = 0,96; r TempMn5 = 0,91). Não foram encontrados estudos que se relacionassem com os resultados encontrados neste, para nenhuma dessas variáveis.

4.2.5 Agrotóxicos – Agtx

A Tabela 9, a seguir, evidencia a análise de correlação linear simples para o custo de produção de agrotóxicos da soja e os fatores climáticos.

Tabela 9 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Agtx e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt1	InsTt2	InsTt3	InsTt5	Neb Md1	Neb Md3	ND Precip1	ND Precip2	ND Precip3	Precip Tt2	Precip Tt3
Balsas	r sig.	-	-	-0,70 0,037	-	-	-	-	-	-	-
Campo Mourão	r sig.	-	-	-	0,75 0,013	0,65 0,042	-	-	0,78 0,023	-	-
Londrina	r sig.	-	-	-	0,71 0,047	-	-	-	-	-	-

Primavera do Leste	<i>r</i>	-	-0,74	-	-	-	-	0,80	-	-	-
	sig.	-	0,014	-	-	-	-	0,018	-	-	-
Primavera Leste OGM	<i>r</i>	-	-0,75	-	-	-	-	-	-	-	-
	sig.	-	0,034	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Verde	<i>r</i>	-0,68	-	-	-	-	-	0,80	-	0,82	-
	sig.	0,030	-	-	-	-	-	0,018	-	0,004	-
São Luiz Gonz. OGM	<i>r</i>	-	-	-0,92	-	-	0,85	0,88	-	-	0,89
	sig.	-	-	0,010	-	-	0,034	0,049	-	-	0,017

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Os resultados da Tabela 9 evidenciaram que, nos estágios de produção da soja, o custo Agtx se correlacionou negativamente com o fator climático InsTt nos estágios 1, 2 e 3 nas cidades de Balsas (*r* InsTt3 = -0,70), Primavera do Leste (*r* InsTt2 = -0,74), Primavera do Leste OGM (*r* InsTt2 = -0,75), Rio Verde (*r* InsTt1 = -0,68) e São Luiz Gonzaga (*r* InsTt3 = -0,92), e positivamente com a variável NebMd1 e NebMd3 nas cidades de Campo Mourão (*r* NebMd1 = 0,75; *r* NebMd3 = 0,65) e São Luiz Gonzaga (*r* NebMd3 = 0,85). Esperava-se que ocorresse o contrário, pois, de acordo com a EMBRAPA (2013), o período de maior movimentação de pragas e, consequentemente de proliferação, é quando o dia está mais quente, ou seja, com maior isolação e menor nebulosidade. Assim, o que deveria acontecer é aumentar os custos de Agtx para o controle de pragas quando o dia estivesse mais claro.

Quanto à disponibilidade hídrica, de acordo com a EMBRAPA (2013), o estresse hídrico e excesso de chuvas que deixam o solo úmido podem auxiliar na proliferação de pragas na lavoura. Os resultados da pesquisa corroboram esta afirmação, pois todos os dados relacionados com as variáveis NDPrecip e PrecipTt se correlacionaram positivamente com o custo com fertilizantes nas cidades Campo Mourão (*r* NDPrecip3 = 0,78), Primavera do Leste (*r* NDPrecip2 = 0,80), Rio Verde (*r* NDPrecip2 = 0,80; *r* PrecipTt2 = 0,82) e São Luiz Gonzaga (*r* PrecipTt3 = 0,89).

Tabela 10 – Coeficientes de correlação linear simples (*r*) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Agtx e os fatores climáticos (cont.)

Variável Clima	Temp Md1	Temp Md3	Temp Mx1	Temp Mx3	Temp Mx4	Temp Mn1	Temp Mn3	Temp Mn4	Temp Mn5
Balsas	<i>r</i>	-	0,75	-	-	-	-	-	-
	sig.	-	0,020	-	-	-	-	-	-
Londrina	<i>r</i>	0,66	-	-	-	-	0,75	-	0,71
	sig.	0,038	-	-	-	-	0,013	-	0,022
Londrina OGM	<i>r</i>	0,76	-	-	-	-	-	-	-
	sig.	0,030	-	-	-	-	-	-	-
Primavera do Leste	<i>r</i>	-	0,71	0,84	0,73	0,70	-	-	-
	sig.	-	0,021	0,002	0,016	0,036	-	-	-

P. do Leste	<i>r</i>	-	0,75	-	0,79	-	0,71	-	0,70	-
OGM	sig.	-	0,031	-	0,021	-	0,047	-	0,036	-
Rio	<i>r</i>	-0,77	-	-	-	-	-	-	0,83	-
Verde	sig.	0,027	-	-	-	-	-	-	0,042	-
Sorriso	<i>r</i>	-	-	0,83	-	-	-	-	-	-
OMG	sig.	-	-	0,042	-	-	-	-	-	-
Unaí	<i>r</i>	-	0,65	-	-	-	-	-	-	-
	sig.	-	0,044	-	-	-	-	-	-	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson e

Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se, na Tabela 10, que todas as variáveis de temperatura se correlacionaram positivamente com o custo de fertilizantes na produção da soja, exceto para a variável TempMd1 na cidade de Rio Verde ($r = -0,77$). Esta questão atesta as afirmações indicadas por Campos et al. (2011) e Cividanes e Parra (1994), que apresentaram que o aumento da temperatura aumenta o número de parasitas nas plantações de soja, sendo necessário maior uso de agrotóxicos durante a produção.

4.2.6 Depreciação de benfeitorias e instalações, máquinas e implementos - Depre3

A análise de correlação linear simples para o custo de produção com depreciações da soja e os fatores climáticos é apresentada a seguir, na Tabela 11.

Tabela 11 – Coeficientes de correlação linear simples (*r*) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Depre3 e os fatores climáticos

Variável Clima	NebMd1	NebMd3	NebMd4	ND Precip2	ND Precip3	ND Precip4	Precip Tt2	Precip Tt3
Barreiras	<i>r</i>	-	-0,77	-	-	-	-0,83	-
	sig.	-	0,044	-	-	-	0,043	-
Campo Mourão	<i>r</i>	0,70	-	-	0,72	-	-	-
	sig.	0,026	-	-	-	0,046	-	-
Campo Mourão	<i>r</i>	-	-	-	-	-	-	0,72
OGM	sig.	-	-	-	-	-	-	0,044
Primavera Leste	<i>r</i>	-	-0,76	-	-	-	-	-
OGM	sig.	-	0,028	-	-	-	-	-
Rio	<i>r</i>	-	-	-	0,72	-	-	0,76
Verde	sig.	-	-	-	0,046	-	-	0,010
Sorriso	<i>r</i>	-	-	-0,93	-	-	-	-
	sig.	-	-	0,007	-	-	-	-
Sorriso OGM	<i>r</i>	-	-	-0,93	-	-	-	-
	sig.	-	-	0,007	-	-	-	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 11, houve correlação positiva entre o custo Depre3 e o fator climático NebMd no primeiro estágio de produção da soja na cidade de Campo Mourão ($r = 0,70$), e uma correlação negativa nos estágios 3 e 4 nas cidades de Barreiras (r NebMd3 = -0,77), Primavera do Leste OGM (r NebMd3 = -0,76), Sorriso (r NebMd4 = -0,93) e Sorriso OGM (r NebMd = -0,93). Tem-se que, no período reprodutivo, há maior necessidade de fotoperíodo do que no estágio vegetativo (EMBRAPA, 2013), assim, era esperado que houvesse a necessidade de maior investimento em máquinas, implementos e benfeitorias a partir da escassez de fotoperíodo, e maior nebulosidade, mas isso não foi evidenciado nos resultados apresentados.

Quanto às variáveis relacionadas à disponibilidade hídrica, as variáveis NDPrecip e PrecipTt nos estágios 2 e 3 se correlacionaram positivamente com o custo Depre3 nas cidades de Campo Mourão (r NDPrecip = 0,72), Campo Mourão OGM (r PrecipTt3 = 0,72) e Rio Verde (r NDPrecip2 = 0,72; r PrecipTt2 = 0,76). Como exposto anteriormente, a necessidade de água vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos e decresce após esse período. Com isso, era esperado uma correlação negativa entre as variáveis que justificasse maior investimento (em irrigadores, por exemplo) em consequência da falta de água, o que não ocorreu, exceto para a variável NDPrecip4 na cidade de Barreiras ($r = -0,83$).

Tabela 12 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção Depre3 e os fatores climáticos (cont.)

Variável Clima	Temp Md1	Temp Md3	Temp Md4	Temp Md5	Temp Mx1	Temp Mx3	Temp Mx5	Temp Mn1	Temp Mn4	Temp Mn5
Balsas	<i>r</i> sig.	- 0,043	0,68 -	- -	- 0,004	<u>0,85</u> 0,004	- -	- -	- -	- -
C. Mourão OGM	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	<u>0,90</u> 0,037	- -	- -	- -	- -	- -
Londrina	<i>r</i> sig.	0,78 0,021	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Londrina OGM	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	<u>0,86</u> 0,014
Primavera do Leste	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- 0,015	<u>0,81</u> 0,015	- -	<u>0,79</u> 0,021	<u>0,79</u> 0,021	- -
Primavera Leste OGM	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	<u>0,81</u> 0,015	- -	0,76 0,028	- -	- -
Rio Verde	<i>r</i> sig.	-0,91 0,002	- -	- -	- -	<u>0,83</u> 0,042	- -	- -	- -	- -
Sorriso	<i>r</i> sig.	- -	- 0,027	0,81 0,042	0,77 0,042	- -	<u>0,86</u> 0,014	<u>0,89</u> 0,007	- -	<u>0,96</u> 0,000
Sorriso OMG	<i>r</i> sig.	- -	- 0,027	0,81 0,043	0,77 0,043	- -	<u>0,86</u> 0,014	<u>0,89</u> 0,007	- -	<u>0,96</u> 0,000

Unaí	<i>r</i>	-	0,70	-	-	-	-	-	0,67	-
	sig.	-	0,034	-	-	-	-	-	0,035	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Como observado na Tabela 12, as correlações entre as temperaturas durante a produção da soja e o custo Depre3 foram positivas para todas as cidades, exceto para a cidade de Rio Verde, que apresentou correlação negativa no estágio 1 para a variável TempMd. Como visto, altas temperaturas durante o ciclo de produção podem levar a um desenvolvimento acelerado da planta, o que poderia levar a perdas na cultura (CAMARGO, 2010; YOU et al., 2009). Com isso, investimento em máquinas, implementos e benfeitorias tornam-se necessários para suprir as irregularidades no ambiente que possam ocorrer durante o período da safra.

4.2.7 Manutenção periódica de Máquinas – ManutMáq

A seguir, na Tabela 13, é exposta a análise de correlação linear simples para o custo de produção com manutenção periódica de máquinas da soja e os fatores climáticos.

Tabela 13 – Coeficientes de correlação linear simples (*r*) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção ManutMáq e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt1	InsTt2	InsTt3	InsTt5	Neb Md1	Neb Md2	Neb Md3	Neb Md5	ND Precip3	Precip Tt2	Precip Tt3
Barreiras	<i>r</i> 0,020	-0,79 -	-0,72 0,046	- -	0,92 0,001	- -	- -	- -	- -	-0,73 0,040	-
Balsas	<i>r</i> -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	-0,84 0,005	- -	- -	
Campo Mourão	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	0,73 0,038	- -	- -	- -	- -	- -	
C. Mourão OGM	<i>r</i> sig.	- -	- -	- 0,031	-0,97 -	- -	- -	- -	- -	- -	
Londrina	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	- -	0,69 0,040	- -	- -	- -	
Londrina OGM	<i>r</i> sig.	- -	- 0,017	-0,80 -	- -	- -	0,81 0,016	- -	0,82 0,024	- -	
P. do Leste	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	-0,86 0,003	-0,78 0,013	- -	- -	- -	
P. Leste OGM	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	-0,85 0,015	-0,90 0,006	- -	- -	- -	
Rio Verde	<i>r</i> sig.	- 0,026	-0,92 -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
Sorriso	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	-0,77 0,042	- -	
Sorriso OGM	<i>r</i> sig.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	-0,76 0,046	- -	

Unaí	<i>r</i>	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	0,73
	sig.	-	-	-	-	-	0,017	-	-	-	0,027

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Os resultados da Tabela 13 apresentaram que, entre o custo ManutMáq e os fatores climáticos InsTt e NebMd, houve correlação negativa nas cidades de Barreiras (r InsTt1 = -0,79; r InsTt3 = -0,72), Balsas (r NebMd5 = -0,84), Campo Mourão OGM (r InsTt5 = -0,97), Londrina OGM (r InsTt3 = -0,80), Primavera do Leste (r NebMd2 = -0,86; r NebMd3 = -0,76), Primavera do Leste OGM (r NebMd2 = -0,85; r NebMd3 = -0,90) e Rio Verde (r InsTt2 = -0,92), e correlação positiva em Barreiras (r NebMd1 = 0,92), Campo Mourão (r NebMd1 = 0,73), Londrina (r NebMd3 = 0,69), Londrina OGM (r NebMd3 = 0,81) e Unaí (r NebMd3 = 0,76). Tem-se que intempéries climáticas podem aumentar a necessidade de manutenção em maquinários e implementos agrícolas, mas não é possível fazer uma quantificação generalizada. Para os resultados desse estudo, o aumento da insolação causou redução nos custos e o aumento da nebulosidade aumentou os custos na maioria das cidades.

Em relação à questão hídrica, foi visto anteriormente que a redução da disponibilidade hídrica pode causar perdas e, assim, haver a necessidade de máquinas e implementos para suprir essa falta. Com o aumento de investimentos, há também o aumento das manutenções nos mesmos. Logo, é esperado que a redução da disponibilidade eleve a necessidade de manutenção. Essa relação ocorreu apenas para a variável PrecipTt2 nas cidades de Barreiras (r = -0,73), Sorriso (r = -0,77) e Sorriso OGM (r = -0,76).

Tabela 14 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção ManutMáq e os fatores climáticos (cont.)

Variável Clima	Temp Md1	Temp Md2	Temp Mx1	Temp Mx3	Temp Mx4	Temp Mn2	Temp Mn3	Temp Mn4
Barreiras	<i>r</i>	-	<u>0,90</u>	-	-	-	0,84	-
	sig.	-	0,037	-	-	-	0,009	-
Balsas	<i>r</i>	-	-	-	-	-0,79	-	-0,83
	sig.	-	-	-	-	0,033	-	0,012
Campo Mourão OGM	<i>r</i>	<u>0,89</u>	-	-	-	-	-	-
	sig.	0,019	-	-	-	-	-	-
Londrina	<i>r</i>	<u>0,67</u>	-	-	-	-	-	-
	sig.	0,050	-	-	-	-	-	-
Primavera do Leste	<i>r</i>	-	-	<u>0,83</u>	<u>0,70</u>	<u>0,76</u>	-	-
	sig.	-	-	0,005	0,036	0,028	-	-
Primavera do Leste OGM	<i>r</i>	-	-	-	<u>0,86</u>	-	-	0,78
	sig.	-	-	-	0,014	-	-	0,038
Rio Verde	<i>r</i>	<u>-0,76</u>	-	-	-	-	-	-
	sig.	0,049	-	-	-	-	-	-

Sorriso	<i>r</i>	-	-	-	<u>0,79</u>	-	-	-	-
	sig.	-	-	-	0,036	-	-	-	-
Sorriso OGM	<i>r</i>	-	-	-	<u>0,79</u>	-	-	-	-
	sig.	-	-	-	0,036	-	-	-	-
Unaí	<i>r</i>	<u>-0,73</u>	-	-	-	-	-	-	-
	sig.	0,025	-	-	-	-	-	-	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Seguindo a mesma linha de que, quanto mais investimentos relacionados a custo Depre3, mais manutenção é necessária, tem-se que quanto maiores as temperaturas, maior seria a necessidade de manutenção em máquinas. Os resultados da Tabela 14 corroboraram essa questão, exceto para as variáveis TempMd1, TempMd2 e TempMd4 que correlacionaram-se negativamente com o custo ManutMáq nas cidade de Balsas (*r* TempMn2 = -0,79; *r* TempMn4 = -0,83), Rio Verde (*r* = -0,76) e Unaí (*r* = -0,73).

4.2.8 Mão de obra permanente e encargos sociais - MOPerm

A Tabela 15 apresenta a análise de correlação linear simples para o custo de produção com mão de obra permanente da soja e os fatores climáticos.

Tabela 15 – Coeficientes de correlação linear simples (*r*) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção MOPerm e os fatores climáticos

Variável Clima	InsTt2	NebMd1	NebMd2	NebMd3	NebMd5	NDPrecip3	PrecipTt3
Barreiras	<i>r</i>	-	0,71	-	-	-	-
	sig.	-	0,047	-	-	-	-
Balsas	<i>r</i>	-0,72	-	-	-	-0,91	-
	sig.	0,045	-	-	-	0,001	-
Campo Mourão	<i>r</i>	-	-	-	-	-	0,71
	sig.	-	-	-	-	-	0,022
Campo Mourão OGM	<i>r</i>	-	-	-	-	-	0,84
	sig.	-	-	-	-	-	0,037
Primavera do Leste	<i>r</i>	-	-	-0,74	-0,68	-	-
	sig.	-	-	0,014	0,032	-	-
Primavera Leste OGM	<i>r</i>	-	-	-0,82	-0,82	-	-
	sig.	-	-	0,013	0,013	-	-

r: Coeficiente de Correlação de Pearson

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 15, no período vegetativo, a MOPerm correlacionou positivamente com o fator climático NebMd, no primeiro estágio, na cidade de Barreiras (*r* = 0,71), e negativamente com as variáveis InsTt e NebMd, no segundo estágio, na cidade de

Balsas (r InsTt = -0,72), Primavera do Leste (r NebMd = -0,74) e Primavera do Leste OGM (r NebMd = -0,82). A nebulosidade no estágio 1 pode impedir a germinação e a emergência do início da produção, pois a planta necessita de uma temperatura do solo de, no mínimo, 20°C para se desenvolver nesse período (EMBRAPA, 2013). Já no segundo período, a falta da nebulosidade pode acelerar o desenvolvimento da planta, causando problemas já mencionados. Quando há a carência em alguma dessas etapas pode ocasionar maior necessidade de trabalho pessoal. Assim, os resultados afirmaram essa questão.

Percebeu-se, pelos resultados, que o aumento da disponibilidade hídrica (NDPrecip e PrecipTt) aumentou os custos de mão de obra permanente no estágio 3, mas, tem-se que, nesse estágio de florescimento e da formação das vagens, a necessidade hídrica é alta, assim, esperava-se que ocorresse o contrário.

Tabela 16 – Coeficientes de correlação linear simples (r) significativos ao nível nominal de 0,05 entre o custo de produção MOPerm e os fatores climáticos (cont.)

Variável Clima	TempMd1	TempMx2	TempMx3	TempMn1	TempMn2	TempMn3	TempMn4
Balsas	r sig.	- -	- -	- -	- 0,004	-0,91 0,012	-0,79 -
Campo Mourão	r sig.	- -	- -	- 0,031	0,71 -	- -	- -
Londrina	r sig.	- -	- 0,037	0,66 -	- -	- -	- -
Londrina OGM	r sig.	- -	- -	0,72 0,045	- -	- -	- -
Primavera do Leste	r sig.	- -	- -	- -	- -	- -	0,74 0,015
Primavera Leste OGM	r sig.	- -	- -	- -	- -	- -	0,86 0,006
Rio Verde	r sig.	- 0,044	-0,72 -	- -	- -	- -	0,85 0,033
Sorriso	r sig.	0,90 0,037	- -	- -	- -	- -	- -
Sorriso OMG	r sig.	0,90 0,037	- -	- -	- -	- -	- -

r : Coeficiente de Correlação de Pearson e

Coeficiente de Correlação de Spearman

Estágios Variáveis Clima: (1) Semeadura e VE a V2; (2) V3 a Vn; (3) R1 a R4; (4) R5 a R8; (5) colheita.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Foi exposto que o aumento da temperatura pode acelerar o desenvolvimento das plantas e aumentar a proliferação de pragas que prejudicam a produção da soja. Tendo isso, o aumento da temperatura pode ocasionar o aumento da necessidade de mão de obra que irá administrar as dificuldades da plantação. Assim, espera-se que as correlações fossem positivas entre os fatores climáticos e os custos com mão de obra. Os resultados da Tabela 16 afirmam

essa expectativa, exceto para a cidade de Balsas (r TempMn2 = -0,91; r TempMn3 = -0,79) e Rio Verde (r TempMx2 = -0,72), que apresentaram correlações negativas em relação ao custo de produção de MOPerm.

4.3 Análise de regressão

A seguir são apresentados os resultados da análise de regressão múltipla de cada bloco de custo de produção da soja em relação os fatores climáticos propostos. Foram evidenciadas, nessa etapa, apenas as correlações significativas a um nível de significância de 0,05 e as regressões que não apresentaram problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e variáveis omitidas. Os resultados completos de regressão são apresentados nos Apêndices de B a I.

Tabela 17 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja e os fatores climáticos InsTt e NebMd significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		Manut Máq	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
InsTt1	-		0,037		-		-1,263		-		-		-	
InsTt2	-	0,17	-	0,15	-0,323	0,10	-0,719	0,39	-1,294	0,17	-0,415	0,12	-	-
InsTt3	-		-		-		0,651		-		-		-	-
InsTt5	0,508		-		-		-		-		-		-	-
NebMd1	-		-		-		43,52		-		-		-	-
NebMd2	12,36	0,13	-	-	-	0,12	-	0,22	-	-	-	-	-	0,18
NebMd3	-		-		-12,70		-44,46		-		-		-	-
NebMd4	-		-		-		-		-		-		-4,682	

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas.

InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Observando os resultados, as regressões não apresentaram problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e variáveis omitidas, exceto entre o bloco de custo de MOPerm e os fatores climáticos relacionadas com o NDPrecip, que evidenciaram problemas de heterocedasticidade, como apresentado no Apêndice I do trabalho.

Conforme os resultados da Tabela 17, observando os fatores climáticos relacionados com o fotoperíodo, InsTt e NebMd, teve-se que no estágio 1 (semeadura e VE a V2) o custo com MOTemp aumentou de acordo com o aumento de InsTt, e o custo com Fertz diminuiu

com o aumento da InsTt e aumentou conforme o aumento da NebMd. Nesse estágio, a disponibilidade do fotoperíodo (aumento InsTt e redução NebMd) pode incentivar a germinação da semente da soja, pois o solo precisa estar aquecido o suficiente para que a germinação aconteça (EMBRAPA, 2013). Um maior rendimento dos grãos pode aumentar a necessidade de MOTemp para suprir essa situação e diminuir os custos com Fertz, pois a produção se desenvolveria naturalmente, o que foi representado nos resultados.

Já no estágio 2, que também compreende o período vegetativo, os custos com Semet, Fertz, Agtx e Depre3 diminuíram de acordo com o aumento da InsTt, e o custo com OpMáq aumentou conforme o aumento da NebMd. De acordo com a EMBRAPA (2013), a deficiência de fotoperíodo pode estimular um crescimento tardio da planta no período vegetativo, com isso, seria necessário o depósito de mais sementes, fertilizantes e maquinários (aumentando a depreciação destes) com a deficiência do fotoperíodo para repor o baixo rendimento da lavoura. Esta questão corrobora os resultados apresentados.

Para os estágios relacionados com o período reprodutivo (3: R1 a R4 e 4: R5 a R8), tem-se que o custo com Fertz aumentou de acordo com o aumento da InsTt e diminuiu com o aumento da NebMd no estágio 3, e o custo com Semet diminuiu com o aumento da NebMd. No estágio 4 o custo de ManutMáq diminuiu com o aumento da NebMd. No período reprodutivo a alta exposição ao fotoperíodo acelera o desenvolvimento da planta, o que ocasiona em uma maturação acelerada (EMBRAPA, 2013). Assim, os resultados atestaram essa informação, pois maior nebulosidade poderia fazer com que a planta se desenvolvesse melhor e rendesse mais, diminuindo os custos com sementes e fertilizantes. Um maior rendimento natural também poderia significar menor necessidade de investimento em maquinários para corrigir a produção.

Observando o estágio 5 (colheita) relacionado com o fotoperíodo apresentado na Tabela 17, apenas o custo com OpMáq foi estatisticamente significativo em relação à InsTt, onde foi exposto que o aumento da InsTt aumentou os gastos com OpMáq. Como citado anteriormente, com um alto fotoperíodo a planta se desenvolve mais rapidamente (EMBRAPA, 2013), sendo necessário mais investimento em máquinas para uma colheita mais rápida, buscando minimizar perdas.

Para as variáveis InsTt e NebMd, os maiores R^2 foram apresentados para a variável de custo com Fertz (0,39 e 0,22, respectivamente). Isso evidencia que o poder preditivo desses fatores climáticos, para explicar a variabilidade dos custos, foi maior para o bloco de custo com Fertz.

Tabela 18 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja e os fatores climáticos NDPrecip e PrecipTt significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		ManutMáq		MOPerm	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
NDPrecip1	-		-0,352		-		-		-		-		-	
NDPrecip2	2,540	0,17	-	0,19	-		9,774	0,24	6,082	0,10	0,561	0,21	-	-
NDPrecip5	-2,255		-		-		-		-		-0,562		-	
PrecipTt1	-		-		-		0,261		-		-		-0,116	
PrecipTt2	-	0,07	-	0,07	0,155	0,11	-	0,14	0,363	0,12	-		0,106	
PrecipTt3	-		-		-		-		-		-		0,119	0,13
PrecipTt4	-0,94		-0,013		-		-		-		-		-	

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; MOPerm: Mão de Obra Permanente.

NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 18, quanto à disponibilidade hídrica, que envolve os fatores climáticos NDPrecip e PrecipTt, teve-se que, no primeiro estágio, o custo com MOTemp diminuiu com o aumento do NDPrecip, o custo com Fertz aumentou com o aumento de PrecipTt e o custo com MOPerm diminuiu com o aumento de PrecipTt. No segundo estágio, o custo com OpMáq, Fertz, Agtx e ManutMáq aumentou com o aumento da NDPrecip e o custo com Semet, Agtx e MOPerm aumento com o aumento de PrecipTt.

Era esperado que os custos diminuíssem com o aumento da disponibilidade hídrica natural, pois a literatura apresenta que a semente da soja necessita, para iniciar a germinação, absorver no mínimo 50% do seu peso em água, e que o excesso de disponibilidade de água nos primeiros estágios auxilia no desenvolvimento vegetativo da planta (EMBRAPA, 2013).

Assim, com uma maior disponibilidade hídrica, menor deveria ser a necessidade de maquinários e implementos (que aumentariam os custos com OpMáq e ManutMáq), mão de obra adicional (temporária e permanente) e menores os custos com sementes, fertilizantes, e agrotóxicos, pois a planta teria um desenvolvimento natural. Apenas os resultados de MOTemp e MOPerm coincidiram com o esperado, de acordo com a literatura. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que o excesso hídrico pode chegar a um ponto onde ele acaba prejudicando a planta.

Observando as variáveis relacionadas ao período reprodutivo, tivemos nos resultados que os custos de OpMáq e MOTemp diminuíram com o aumento da PrecipTt no estágio 4 e os custos com MOPerm aumentaram com o aumento desse fator climático no estágio 3. No período reprodutivo, a necessidade hídrica da soja vai aumentando até o ápice no estágio 3 e

vai decrescendo até o fim do estágio 4 (EMBRAPA, 2013). Além disso, o déficit de água no início da floração e da formação das vagens da soja pode ocasionar o aumento irregular da flor, o aumento das vagens e a redução dos grãos (ZHANG et al., 2009; MERCER; CHRISTESEN; BUXTON, 2007; KOBRAEE; SHAMSI, 2011).

Com isso, o aumento da disponibilidade de água deveria diminuir a urgência de aumento de recursos pessoais de maquinários. Isso foi evidenciado nos resultados da pesquisa para as variáveis de custo OpMáq e MOTemp.

Assim como para as variáveis relacionadas ao fotoperíodo, para aquelas relacionadas com a disponibilidade hídrica, os maiores R^2 também foram para o bloco de custo de Fertz, sendo que, entre NDPrecip e esse bloco de custo, o R^2 foi de 0,24 e, entre PrecipTt, foi de 0,14.

Tabela 19 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja e os fatores climáticos TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		ManutMáq		MOPerm	
	Coef.	R^2	Coef.	R^2	Coef.	R^2	Coef.	R^2	Coef.	R^2	Coef.	R^2	Coef.	R^2	Coef.	R^2
TempMd1	-		-		-		43,23		-		-		-		-	
TempMd2	-		-		-11,13	0,33	-63,86	0,41	-49,36	0,28	-	0,19	-	-	-	0,08
TempMd3	9,68	0,12	1,59	0,16	22,99		26,85		39,29		17,6		-	-	10,81	
TempMd4	-		-1,37		-14,61		-		-32,17		-22,2		-	-	-	
TempMx1	-		-		-12,37		47,26		-		-		-	-	-	
TempMx2	-		-		-12,16		-60,45	0,40	-52,92	0,26	-	0,17	-	-	-	0,11
TempMx3	-		-		2,60	0,28	43,63		0,42		58,38		29,5	-	-	16,47
TempMx4	-		-		-1,63		-29,59		-		-53,45		-32,4	-	-	
TempMn1	-		-		-		50,60		31,77		-		-	-	-	
TempMn2	9,77	0,08	-		-		-41,15	0,08	0,35		0,06		-	-	0,09	
TempMn3	-		-		22,19		-		-		-	-	-	-	30,29	0,20
TempMn5	-		-3,34		-		-		-		-		-	-	4,58	-21,06

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente.

TempMd: Temperatura Média; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Relacionado os fatores climáticos relacionadas a temperatura (TempMd, TempMx e TempMn) apresentados na Tabela 19, foi visto que, no período da semeadura e início do período vegetativo (estágio 1), o custo com Fertz aumentou com o aumento da TempMd, TempMx e TempMn, e o custo com Semet diminuiu com o aumento da TempMx. De acordo

com a EMBRAPA (2013), nessa primeira etapa do desenvolvimento da planta da soja, tem-se que o aumento da temperatura auxilia na germinação, pois as sementes necessitam de um solo aquecido para que elas germinem. Visto isso, os resultados da pesquisa corroboraram essas informações quando o custo com sementes diminuiu à medida que a temperatura máxima aumentou, mas esperava-se que o custo com fertilizantes também diminuisse com o aumento da temperatura, o que ocorreu apenas para TempMd.

Ainda nesse sentido, tem-se que a semeadura não deve ocorrer quando a temperatura do solo estiver menor que 20°C, assim, as temperaturas mínimas baixas dificultariam o rendimento da planta, aumentando os custos com sementes e fertilizantes. Os resultados do estudo não indicaram essa relação.

Quanto à temperatura, Campos et al. (2013) e Cividanes e Parra (1994) apontam que o aumento da temperatura expande o número de parasitas na plantação relacionada à soja. Assim, era esperado que o aumento de TempMd e TempMx aumentasse os custos com agrotóxicos. Os resultados corroboraram esse apontamento no estágio 3 da produção.

Os resultados do estudo mostram que o aumento de TempMd ampliou os custos com OpMáq, MOTemp, Depre3 e MOPerm no estágio 3, e diminuiu os custos de MOTemp e Depre3 no estágio 4. O aumento da TempMx também aumentou os custos com MOTemp, Depre3 e MOPerm no estágio 3, e diminuiu os custos com MOTemp e Depre3 no estágio 4.

Como dito anteriormente, o aumento excessivo da temperatura nos estágios vegetativo e reprodutivo pode acelerar o processo de desenvolvimento da planta e causar deficiência hídrica nas mesmas, podendo causar até aborto dos grãos (CAMARGO, 2010; YOU et al., 2009). Assim, maiores temperaturas máximas e médias podem ocasionar mais gastos com máquinas e implementos agrícolas, além de mão de obra extra para solucionar problemas decorrentes das altas temperaturas e deficiências hídricas, e evitar perdas. Os resultados do estudo corroboraram, nesse sentido, para o estágio 3, que compreende o início do período reprodutivo.

Para as variáveis relacionadas com a temperatura, assim como as demais (fotoperíodo e disponibilidade hídrica), os maiores R^2 também foram entre o bloco de custo de Fertz e o fator climático TempMd ($R^2 = 0,41$) e TempMx ($R^2 = 0,43$). Apenas em relação ao fator climático TempMn ($R^2 = 0,37$) o maior R^2 apresentado foi entre esta variável e o bloco de conteúdo Semet. Assim, ficou evidenciado o poder preditivo dos fatores climáticos, em geral (exceto TempMn), para explicar a variabilidade do bloco de custo, foi maior em relação ao custo com Fertz.

Também foram realizadas análises para observar, separadamente, o comportamento dos custos em relação aos fatores climáticos das cidades que cultivam a soja do tipo convencional e das cidades que utilizam o cultivo OGM. Os resultados (significantes e sem problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e variáveis omitidas) da análise são apresentados a seguir.

Tabela 20 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja tipo convencional e os fatores climáticos InsTt, NebMd, NDPrecip e PrecipTt significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		Manut Máq		MOPerm	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
InsTt1	-		0,08		-		-1,73		-		-		-		-	
InsTt2	-		-		-0,35		-0,91		-1,03		-0,36		-		-	
InsTt3	-	0,13	-0,07	0,31	-	0,11	1,18	0,43	-	0,16	-	0,09	-	-	-	-
InsTt4	-		-		-		-1,26		-		-		-		-	
InsTt5	0,45		-		-		-		-		0,52		-		-	
NebMd1	-		-2,45		-		53,18		-		-		-		-	
NebMd2	15,01		-		12,85		35,18		-		-		-		-	
NebMd3	-	0,15	3,8	0,18	-	0,12	-58,30	0,26	-	-	-	-	0,13	-	-	-
NebMd4	-		-		-		-		-		-		-4,08		-	
NebMd5	-12,12		-		-		-		-		-		-		-	
NDPreci1	-		-0,48		-		-		-		-		-		-	
NDPreci2	2,73	0,20	-0,51	0,25	-		13,42	0,22	6,77	0,09	-	-	0,17	1,31	0,16	
NDPreci3	-2,22		-		-		-		-		-	-0,50		-		
NDPreci4	-		-		-		-		-		-		-	1,12		
PrecipTt1	-		-		0,17		0,41		-		-		-	-0,10		
PrecipTt2	0,09	0,12	-	0,09	-	0,14	-	0,20	0,37	0,15	-	-	-	0,09	0,11	
PrecipTt3	-		-		-		-0,34		-		-		-	0,11		
PrecipTt5	-0,12		-0,02		-		-		-		-		-	-		

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente.

InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Como pode ser observado na Tabela 20, para as cidades que utilizam o plantio convencional, o custo com MOTemp no estágio 1, com Fertz no estágio 3 e OpMáq e Depre3 no estágio 5, aumentou de acordo com o aumento do fator climático InsTt. Por outro lado, os resultados indicaram que, no estágio 2, houve uma relação inversa, no qual o aumento de InsTt diminuiu os custos de Semet, Fertz, Agtx e Depre3. Quanto à variável NebMd, pode ser

observado que o aumento desse fator climático aumentou os custos de Fertz no estágio 1, OpMáq, Semet e Fertz no estágio 2 e MOTemp no estágio 3, enquanto diminuiu os custos de MOTemp no estágio 1, Fertz no estágio 3, ManutMáq no estágio 4 e OpMáq no estágio 5.

Quanto à disponibilidade hídrica (variáveis NDPrecip e PrecipTt), verificou-se que o aumento da variável NDPrecip aumentou os custos de OpMáq, Fertz e Agtx no estágio 2, MOPerm nos estágios 2 e 4, diminuiu os custos de MOTemp nos estágios 1 e 2 e OpMáq e ManutMáq no estágio 3. Já o aumento de PrecipTt acarretou aumento nas variáveis de custo de Semet e Fertz no estágio 1, OpMáq e Agtx no estágio 2, e MOPerm nos estágios 2 e 3. Por outro lado, diminuiu os custos de MOPerm no estágio 1, Fertz no estágio 3 e OpMáq e MOTemp no estágio 1. A seguir, são dados os resultados relacionados com o fator climático temperatura para a soja tipo convencional.

Tabela 21 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja tipo convencional e os fatores climáticos TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		MOPerm	
	Coef.	R ²												
TempMd1	-		-		-		42,04		-		-		-	
TempMd2	-10,70		-		-12,12		-66,92		-46,62		-		-	
TempMd3	10,90	0,14	-		22,03	0,29	32,22	0,42	36,73	0,24	18,35	0,16	9,27	0,08
TempMd4	-		-		-10,97		-		-		-18,04		-	
TempMd5	-		-		-		34,01		-		14,12		-	
TempMx1	-		-		-		51,35		-		-		-	
TempMx2	-13,25		-		-20,81		-83,60		-62,14		-19,32	0,14	-	
TempMx3	16,01	0,12	-		32,01	0,32	-	0,39	53,02	0,24	22,84	14,05	0,10	
TempMx4	-		-		-15,76		-		-39,48		-20,51		-	
TempMx5	-		-		-		35,97		-		-		-	
TempMn1	-		-		-		51,09		27,47		-		-	
TempMn2	-		-		-		-46,83		-40,22		-		-	
TempMn3	-	-	3,41	0,27	25,32	0,10	-	0,37	-	0,06	-	-	28,79	0,16
TempMn5	-		-		-		34,14		-		-		-18,19	

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente. TempMd: Temperatura Média; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 21, no primeiro estágio de produção da soja, o aumento dos fatores climáticos relacionados à temperatura (TempMd, TempMx e TempMn) aumentou os custos com Fertz e Agtx. No segundo estágio, diminuiu todos os custos, exceto para a variável

MOPerm e para ManutMáq, que não apresentou nenhum coeficiente significativo. Em contrapartida, no estágio 3, o aumento das variáveis de temperatura aumentou todos os custos de produção da soja, exceto para o custo com ManutMáq.

No estágio 4, houve redução dos custos com Semet e Depre3 com o aumento de TempMd, e redução dos custos com Semet, Agtx e Depre3 com o aumento de TempMn. Já no estágio 5, o aumento das variáveis de temperatura resultou no aumento dos custos de Fertz e Depre3, e redução do custo com MOPerm.

Para a produção de soja do tipo convencional, pode ser observado que os maiores R^2 foram apresentados pelo bloco de custo de Fertz (R^2 InsTt = 0,43 e R^2 TempMd = 0,42), seguindo a mesma linha da regressão geral apresentada anteriormente.

A seguir, são apresentadas as regressões referentes às cidades que cultivam a soja do tipo OGM.

Tabela 22 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja tipo OGM e os fatores climáticos InsTt, NebMd, NDPrecip, PrecipTt, TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		ManutMáq		MOPerm	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
InsTt2	-0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
InsTt4	-	0,24	-0,11	0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	-
InsTt5	0,62	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-
NebMd1	-	-	-	-	-	-	66,73	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-
NDPreci2	-	-	-	-	-	-	14,40	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-
PrecipTt2	-	-	-	-	0,23	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TempMd2	-11,25	0,20	-	-	-	0,27	-	-	-	-	-16,64	0,30	-	-	-	-
TempMd3	-	-	-	-	17,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TempMx1	-	-	-	-	-	-	64,97	-	64,97	-	-	-	-	-	-	-
TempMx2	-20,14	0,20	-	-	-	0,29	-	0,40	-84,00	0,25	-24,63	0,24	-	-	-	-
TempMx3	-	-	-	-	35,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TempMx4	-	-	-	-	-30,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TempMn1	-	-	-	-	-	0,15	40,79	0,36	-	-	-	-	-	-	-	0,22
TempMn3	-	-	-	-	27,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,20	-

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente. InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total; TempMd: Temperatura Média; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Para as cidades que utilizam o plantio OGM, os resultados da Tabela 22 indicaram que, no estágio 5, o aumento da insolação acarretou no aumento dos custos com OpMáq, assim como foi apontado para o plantio convencional. Os outros resultados referentes à variável InsTt demonstram que o aumento de InsTt diminuiu o custo com OpMáq, no estágio 2, e MOTemp, no estágio 4. Ainda, aumentou os custos com MOTemp e ManutMáq no estágio 5.

Quanto à variável NebMd, apenas o estágio 1 do bloco de custo com Fertz se apresentou significativo ($sig.<0,05$). Foi indicado que o aumento da nebulosidade aumentou os custos com fertilizantes, e esse resultado também foi apontado para o plantio convencional apresentado anteriormente.

Para as variáveis relacionadas com a disponibilidade hídrica, apenas o estágio 2 se apresentou significativo para os blocos de custo de Fertz (NDPrecip) e Semet (PrecipTt). Houve aumento desses dois custos em decorrência do aumento das variáveis de disponibilidade hídrica. Esse mesmo resultado ocorreu para o plantio convencional em relação ao custo com Fertz.

Observando as variáveis relacionadas com a temperatura, todos os resultados que foram simultaneamente significantes para o plantio OGM e o plantio convencional apresentaram os mesmo efeitos (blocos de custo de: OpMáq - TempMd2 e TempMx2; Semet - TempMx3, TempMx4 e TempMn5; Fertz - TempMx1 e TempMn1; Agtx - TempMx2; Depre3 - TempMx2; MOPerm - TempMn3). Os outros resultados indicaram que o aumento da variável TempMd também aumentou os custos com Semet, no estágio 3, e diminuiu os custos com Depre3, no estágio 2. Já o aumento de TempMx resultou no aumento dos custos com agrotóxicos, no estágio 1.

Diferente dos resultados apresentados pelo plantio convencional, o maior R^2 foi apresentado pelo bloco de custo de MOTemp e o fator climático relacionado à insolação ($R^2 = 49\%$).

Também foram realizadas análises separadas de regressão nas duas cidades de maior destaque, entre as cidades da amostra. Primavera do Leste e Sorriso (plantio convencional e OGM) foram escolhidas, dado que, na apresentação da caracterização dessas duas unidades, foi mencionado que elas fazem parte do estado que é o maior produtor nacional de soja (Mato Grosso), e por Sorriso ser o maior produtor individual nacional e mundial desse produto. Os resultados (significantes e sem problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e variáveis omitidas) são apresentados nas Tabelas 23 a 25, a seguir.

Tabela 23 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja da cidade de Primavera do Leste e os fatores climáticos InsTt, NebMd, NDPrecip e PrecipTt significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		ManutMáq		MOPerm	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
InsTt1	-0,91		0,02		-		-		-		-		-0,34		-0,48	
InsTt2	-		-		-		-2,23		-3,43		-		-		-	
InsTt3	1,30	0,64	-	0,84	-		4,49	0,70	-	0,73	-		0,50	0,61	0,77	0,61
InsTt4	-		-		-		-3,98		-		-		-		-	
InsTt5	-		0,02		-		-		-		-		-		-	
NebMd1	37,36		-		-		15,54		-		-		8,90		13,37	
NebMd2	-		-		-		23,29		33,95		-		-12,32		-21,53	
NebMd3	-68,23	0,82	-3,29	0,88	-125,70	0,52	-60,15	0,87	-59,72	0,59	-15,99	0,66	-15,05	0,93	-20,85	0,83
NebMd4	-		4,11		-		-		-		-		-		-	
NebMd5	-		-2,53		-		-		-		-		-5,92		-12,50	
NDPreci1	-		-		-8,46		-		-		-15,76		-		-	
NDPreci2	-		0,38		12,89		22,02		-		24,10		-		-	
NDPreci3	-5,64	0,79	-	0,81	6,71	0,92	-	0,82	-	-	12,84	0,82	-1,23	0,86	-2,75	0,88
NDPreci4	-		-		-		-		-		-		2,55		4,64	
NDPreci5	-		0,31		9,76		-		-		19,67		-		-	
PrecipTt1	-0,25		-		-		-		-		-		0,00		-	
PrecipTt3	-		-0,01	0,64	0,82		-		-		-		-	0,61	-	0,55
PrecipTt4	0,30		0,00		-		-		-		-		0,12	0,18		
PrecioTt5	-		-		-		-		-		-		-0,08		-0,11	

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente. InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; NDPrecip: Número de Dias de Precipitação; PrecipTt: Precipitação Total.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Para a cidade de Primavera do Leste, os resultados indicaram que o aumento da variável InsTt ocasionou aumento nos custos com MOTemp, nos estágios 1 e 5, e com OpMáq, Fertz, ManutMáq e MOPerm, no estágio 3. Por outro lado, o aumento desse fator climático reduziu os custos com OpMáq, ManutMáq e MOPerm, no estágio 1, com Fertz e Agtx, no estágio 2 e com MOTemp, no estágio 5. Quanto à variável NebMd, observou-se que todos os custos analisados diminuíram com o aumento desse fator climático no estágio 3.

Dos resultados que foram simultaneamente significativos (MOTemp - InsTt1; Semet - NebMd3; Fertz - InsTt2, InsTt3, NebMd1 e NebMd3; Agtx - InsTt2) entre a regressão da cidade de Primavera do Leste e a regressão de todas as cidades (Tabela 17), referente às

variáveis relacionadas ao fotoperíodo (InsTt e NebMd), os resultados foram os mesmos em relação ao efeito (diretamente ou inversamente proporcional).

Em relação à variável NDPrecip, o aumento desta ocasionou o aumento nos blocos de custos MOTemp nos estágios 2 e 5, Semet nos estágios 2, 3 e 5, Fertz no estágio 2, Depre3 nos estágios 2, 3 e 5, e ManutMáq e MOPerm no estágio 4. Em contrapartida, ele diminuiu os custos com OpMáq no estágio 3, Semet e Depre3 no estágio 1 e ManutMáq e MOPerm no estágio 3. Apenas dois resultados para os blocos de custo e a variável NDPrecip (Fertz - NDPrecip2; Depre3 - NDPrecip2) foram simultaneamente significantes na cidade de Primavera do Leste e na análise de todas as cidades conjuntamente (Tabela 18), e os resultados apontaram o mesmo efeito.

Já o aumento da variável PrecipTt acarretou a diminuição dos custos com OpMáq no estágio 1, MOPerm no estágio 3, e ManutMáq e MOPerm no estágio 5, e no aumento dos custos com ManutMáq nos estágios 1 e 4, MOPerm no estágio 2, e OpMáq e MOTemp no estágio 2, sendo o efeito desses dois últimos blocos de custo divergente àquele encontrado na regressão com todas as cidades (Tabela 18).

Tabela 24 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja da cidade de Primavera do Leste e os fatores climáticos TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)

	MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		ManutMáq		MOPerm	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
TempMd1	-		-		-19,99		-41,32		-		-		-	
TempMd2	-1,34		-		-		107,7		-		-		-	
TempMd3	-	0,92	54,96	0,62	25,24	0,93	37,36	0,91	-	-	-	-	-	-
TempMd4	-2,27		53,77		17,74		39,22		-		-		-	
TempMd5	1,70		-		-		-89,00		-		-		-	
TempMx1	-		-		30,58		-		-		-		-	
TempMx2	-4,94		-		-31,00		-47,18		-		-		-	
TempMx3	2,88	0,77	-	-	30,99	0,84	-	0,62	-	-	0,83	-	-	-
TempMx4	-6,71		-		-30,64		-		-		24,47		-	
TempMx5	2,45		-		-		-		-		-		-	
TempMn1	-		-		-		72,96		-		-		-	
TempMn3	-		-		-		-25,13		0,78		0,57		-	
TempMn4	-		-		-		-		15,24		-		29,70	0,65
TempMn5	-		-		-		-57,48		-		-		-	

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente. TempMd: Temperatura Média; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Quanto às variáveis de temperatura, na cidade de Primavera do Leste, os resultados indicaram que o aumento de TempMd ocasionou o aumento dos custos em MOTemp no estágio 5, Semet e Fertz nos estágios 3 e 4 e Agtx nos estágios 2, 3 e 4. O aumento desse fator climático também diminuiu os custos com MOTemp nos estágios 2 e 4, Fertz no estágio 1, e Agtx nos estágios 1 e 5.

Observou-se que, dos resultados simultaneamente significativos na regressão da cidade de Primavera do Leste e na regressão de todas as cidades (Tabela 19), três efeitos foram divergentes (bloco de custo de Semet e TempMd4 e bloco de custo Agtx e TempMd 2 e 4) e três foram semelhantes (blocos de custos Semet, Fertz e Agtx e a variável climática TempMd3).

Para a variável climática TempMx, o aumento desta resultou no aumento do custo com MOTemp nos estágios 3 e 4, Fertz nos estágios 1 e 3, e no custo com ManutMáq no estágio 3. Por outro lado, o aumento de TempMx acarretou a diminuição de MOTemp e Fertz nos estágios 2 e 4, e Agtx no estágio 2. Já o aumento da variável TempMn decorreu no aumento de Agtx no estágio 1, e Depre3 e MOPerm no estágio 4, e na redução de Agtx nos estágios 3 e 5.

Os quatro resultados simultaneamente significativos na regressão da cidade de Primavera do Leste e na regressão de todas as cidades (Tabela 19) tiveram efeitos semelhantes (entre o bloco de custo Fertz e a variável TempMx1 e 2 e entre Agtx e as variáveis TempMx2 e TempMn1).

Observando o R^2 das regressões referentes à cidade de Primavera do Leste, percebeu-se que estas apresentam os maiores valores entre todas as regressões anteriores realizadas (todas as cidades conjuntamente, plantio convencional e plantio OGM). Os maiores R^2 entre os blocos de custo de agrotóxicos, mão de obra temporária e fertilizantes e o fator climático relacionado à temperatura mínima chegaram aos maiores percentuais de 0,91, 0,92 e 0,93, respectivamente.

A Tabela 25, a seguir, apresenta os resultados (significantes e sem problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e variáveis omitidas) referentes à unidade municipal de Sorriso.

Tabela 25 – Síntese dos coeficientes de regressão linear múltipla de cada bloco de custo de produção da soja da cidade de Sorriso e os fatores climáticos InsTt, NebMd, TempMd, TempMx e TempMn significativas (sig.<0,05)

	OpMáq		MOTemp		Semet		Fertz		Agtx		Depre3		ManutMáq		MOPerm	
	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²	Coef.	R ²
InsTt1	2,01		-		-		-		9,16		1,29		0,52		2,55	
InsTt2	1,6		-		-		-		4,78		0,94		0,38		1,33	
InsTt3	1,17	0,99	-	-	-	0,71	-	-	4,87	0,93	0,92	0,99	0,27	0,88	1,54	0,93
InsTt4	1,60		-		0,60		-		6,64		1,20		0,54		2,12	
InsTt5	1,34		-		-		-		5,21		1,15		0,27		0,82	
NebMd3	34,22	0,96	-	-	-		-	-	177,33	0,93		-	-	-	-	-
TempMd1	10,11		-		-		-		69,12		-		-		17,13	
TempMd2	6,22		-		-		-		-		7,01		-		-	
TempMd3	9,51	0,97	-	-	7,92	0,89	-	-	-	0,95	11,15	0,98	-	-	10,70	0,91
TempMd4	6,91		-		-		-		-		-		-		19,55	
TempMd5	27,78		-		-		-		127,90		25,95		-		-	
TempMx1	34,91		-	-	-		-	-	209,84	0,94	18,37		-		46,38	
TempMx3	-	0,96	-	-	-		-	-	-81,79	-8,51	0,96	-	-		-23,71	0,92
TempMn2	-		-	-	11,49	0,62	-	-	76,59	0,95	-	59,13	0,99	13,38	0,99	-
TempMn3	-		-	-	-		-	-	171,18	0,94	22,61	0,99	27,29	0,99	60,61	0,93

OpMáq: Operação com Máquinas; MOTemp: Mão de Obra Temporária; Semet: Sementes; Fertz: Fertilizantes; Agtx: Agrotóxicos; Depre3: Depreciação de Benfeitorias e Instalações, Depreciação com Máquinas e Depreciação de Implementos; ManutMáq: Manutenção de Máquinas; MOPerm: Mão de Obra Permanente.

InsTt: Insolação Total; NebMd: Nebulosidade Média; TempMd: Temperatura Média; TempMx: Temperatura Máxima; TempMn: Temperatura Mínima.

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

Referente à cidade de Sorriso, a Tabela 25 evidencia que todos os coeficientes significantes dos blocos de custo com OpMáq, Semet, Agtx, Depre3, ManutMáq e MOPerm relacionados com a insolação foram positivos, ou seja, o aumento da variável InsTt acarretou o aumento dos custos citados. Já para a variável relacionada à nebulosidade, apenas o estágio 3 apresentou coeficientes significantes para os blocos de custo com OpMáq e Agtx, e estes apresentaram uma relação positiva. Observou-se que, no geral, esses resultados foram divergentes daqueles apresentados pela regressão de todas as cidades em conjunto (Tabela 17).

Para as variáveis relacionadas com a disponibilidade hídrica (NDPrecip e PrecipTt), não houve resultados significantes na regressão da cidade de Sorriso. Já para as variáveis relacionadas à temperatura, o aumento de TempMd e TempMx resultou no aumento de todos os custos que se apresentaram significantes, exceto para os custos com Agtx, Depre3 e MOPerm no estágio 3 da variável TempMx. Para os resultados simultaneamente

significativos na regressão da cidade de Sorriso e na regressão de todas as cidades (Tabela 19), os efeitos foram semelhantes para os coeficientes relacionados com o fator climático TempMd (blocos de custos OpMáq, Semet, Depre3 e MOPerm e a variável TempMd3) e divergente para os coeficiente de TempMx (blocos de custos Agtx, Depre3 e MOPerm e a variável TempMx3).

Quanto à variável TempMn, os resultados apresentaram que o aumento dessa variável indicou aumento para os custos com Fertz, Depre3 e ManutMáq no estágio 2, e com Agtx, Depre3, ManutMáq e MOPerm no estágio 3. Apenas para o bloco de custo MOPerm o aumento da temperatura mínima ocasionou a redução desse custo no estágio 3. Apenas o coeficiente TempMn2 foi simultaneamente significativo na regressão do bloco de custo Fertz para a cidade de Sorriso e para a regressão de todas as cidades analisadas conjuntamente, e este coeficiente foi divergente nas duas regressões.

Assim como na regressão referente à cidade de Primavera do Leste, as análises apresentadas na Tabela 25 para a cidade de Sorriso apresentou os maiores R^2 , em comparação com as outras análises realizadas. Os blocos de custo de OpMáq e Depre3 e o bloco de ManutMáq e a variável TempMn chegaram a indicar um R^2 de 0,99.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve o objetivo de investigar o comportamento dos custos nos estágios de produção da soja (operação com máquinas, mão de obra temporária, sementes, fertilizantes, agrotóxicos, depreciação de benfeitorias, instalações, máquinas e implementos, manutenção periódica de máquinas, mão de obra permanente e encargos sociais) em relação aos fatores climáticos (insolação, nebulosidade média, dias de precipitação, precipitação total, temperatura compensada média, temperatura máxima e temperatura mínima) nas principais cidades produtoras do Brasil no período de 2005 a 2015.

Os principais resultados evidenciaram que, no período analisado, nos primeiros estágios de produção da soja (período vegetativo), o aumento da insolação e a redução da nebulosidade diária resultaram em uma redução dos custos de produção com mão de obra temporária, sementes, fertilizantes, agrotóxicos e depreciações. Estes resultados corroboraram o indicado pela EMBRAPA (2013), o qual sugere que a exposição ao fotoperíodo no período vegetativo auxilia no bom desenvolvimento da planta. No período reprodutivo, os resultados apontaram que o custo com sementes, fertilizantes e manutenção periódica de máquinas diminuiu com o aumento da nebulosidade diária. Estes resultados também afirmam o que é apresentado na literatura: a redução do fotoperíodo no estágio reprodutivo auxilia na maturação progressiva da planta.

Quanto à disponibilidade hídrica, os resultados indicaram que o aumento do número de dias de precipitação e da precipitação total, no período vegetativo, esteve associado a um aumento dos custos de produção da soja com operação com máquinas, manutenção periódica de máquinas, sementes, fertilizantes, agrotóxicos e mão de obra permanente. Esses resultados não eram esperados, pois a disponibilidade natural hídrica deveria diminuir a urgência de alguns custos como mão de obra, maquinários e implementos (ex: irrigadores) e aumentaria o rendimento da planta, diminuindo os custos com sementes, fertilizantes e agrotóxicos. Já no período reprodutivo, o aumento da disponibilidade hídrica associou-se a uma diminuição custos com operação com máquinas e mão de obra temporária. Esses resultados apoiaram os estudos de EMBRAPA (2013), que indicam que esse é o estágio o qual a necessidade hídrica da planta vai aumentando.

Relacionado à temperatura, este estudo apontou que, para o período de análise, o aumento da temperatura máxima resultou em uma diminuição dos custos de produção da soja com sementes na etapa da semeadura. Essa relação era esperada, visto que, a semente necessita de um solo bem aquecido para germinar (EMBRAPA, 2013). Apesar disso, os

custos com fertilizantes aumentaram nesse estágio, não corroborando essa relação. Já no período reprodutivo, o aumento das temperaturas média e máxima aumentou os custos com agrotóxicos, talvez por conta da proliferação de parasitas. Como indicado por Campos et al. (2013) e Cividanes e Parra (1994), o aumento da temperatura aumenta o número de parasitas na plantação da soja.

Observando as regressões realizadas separadamente para as cidades que utilizam o plantio convencional e o plantio OGM no cultivo da soja, todos os resultados que foram simultaneamente significantes para esses dois plantios apresentaram os mesmos efeitos (diretamente ou inversamente proporcional) nos coeficientes das regressões.

Os resultados da regressão de Primavera do Leste e Sorriso, realizada separadamente das demais cidades, indicou que, dos resultados que foram simultaneamente significantes nessas cidades e na análise de todas as cidades conjuntamente, tiveram o mesmo efeito para a cidade de Primavera do Leste e, para a cidade de Sorriso, a maioria apresentou resultados divergentes.

Em relação à análise do coeficiente de determinação múltiplo (R^2), os resultados indicaram que, na maioria das regressões, o poder preditivo das variáveis climáticas para explicar a variabilidade dos custos de produção da soja foi maior para o bloco de custo com fertilizantes. Já as regressões realizadas apenas com a cidade de Primavera do Leste e de Sorriso apresentaram os maiores R^2 em relação às outras regressões realizadas (todas as cidades conjuntamente, apenas cidades de plantio convencional e apenas cidades de plantio OGM).

Espera-se, com este estudo, contribuir com informações que possam auxiliar na gestão do produtor rural na sua atividade, expondo um panorama dos impactos nos custos quanto às influências de fatores climáticos na produção da soja, e talvez assim, tornando-se essa uma ferramenta para tomada de decisão do produtor. Com isso, pesquisas que analisem este e outros produtos agrícolas, outras localidades e outros períodos, principalmente no sentido de atualizar os dados deste estudo, podem ser relevantes e oportunas. As principais limitações encontradas durante a realização do estudo foram: a falta de dados relativos aos custos em algumas cidades que compunham a amostra e a ausência de estações meteorológicas em algumas cidades da amostra para obtenção de dados climáticos para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADÄMMER, P.; BOHL, M. T. Speculative bubbles in agricultural prices. **The quarterly Review of Economics and Finance**, v. 55, p. 67-76, fev. 2015.
- AGNDAL, H.; NILSSON, U. Different open book accounting practices for different purchasing strategies. **Management Accounting Research**, v. 21, n. 3, p. 147-166, set. 2010.
- ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C.; MARTINEZ, M. A. Tendências recentes nos elementos do clima e suas implicações na evapotranspiração da cultura do milho em viçosa – MG. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 631-642, jul./ago. 2011.
- ALVES, E. O futuro do agronegócio. **Revista Faemg/Senar**, Belo Horizonte, v.1, n.1, p. 4-5, nov./dez. 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93323/1/O-futuro-do-agronegocio-Dr.-Eliseu-Alves.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2015.
- ANDRADE, M. G. F.; MORAIS, M. I.; MUNHÃO, E. E.; PIMENTA, P. R. Controle de custos na agricultura: um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. **Custos e @gronegócios**, v. 8, n. 3, jul./set. 2012.
- BARROS, G. S. A. C. **Economia da Comercialização Agrícola**. Piracicaba/SP: ESALQ, LES, CEPEA, 2007. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/l_economia_comercializacao_agricola.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2015.
- BARROS, G. S. C.; SPOLADOR, H. F. S.; BACCHI, M. R. P. Supply and demand shocks and the growth of the brazilian agriculture. **Revista Brasileira de Economia**, v. 63, n. 1, p. 35-50, jan./mar. 2009.
- BARTELMUS, P. How bad is climate change? **Environmental Development**, p. 1-16, jan. 2015.
- BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C.; PILAU, F. G. Eficiência agrícola da produção de soja, milho e trigo no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2008. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 24-30, jan. 2012.
- BELINE, H.; MEGLIORINI, E.; SLOMSKI, V. G.; PEREIRA, A. C. Cultura da soja: receita não realizada das perdas evitáveis durante a colheita. **Custos e @gronegócios**, v. 5, n. 1, jan./abr. 2009.
- BETTINGER, R.; RICHERSON, P.; BOYD, R. Constraints on the Development of Agriculture. **Current Anthropology**, Chicago, v. 50, n. 5, p. 627-631, out. 2009.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, H. M. Relação entre o rendimento de grãos da soja e variáveis meteorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 5, p. 695-705, mai. 1992.

BINOTTO, E.; NAKAYAMA, M. K. Um método de análise da criação de conhecimento para a realidade do agronegócios. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 15, n. 2, p. 447-474, mai./ago. 2009.

BINOTTO, E.; SIQUEIRA, E. S.; NAKAYAMA, M. K. Criação de conhecimento no agronegócio. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v. 2, n. 3, p. 367-384, set./dez. 2009.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil**: história e estatística. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1987.

BRASIL. Banco Central do Brasil. Distribuição Regional da Produção Agrícola Brasileira. **Boletim do Banco Central do Brasil**, p. 85-88, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pec/boletimregional/port/2012/01/br201201b2p.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2015.

_____. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção**, 2015a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1546&t=2>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

_____. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília: Conab, 2010.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Culturas**: soja, 2015b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 05 mar. 2015.

BRYAN, E.; RINGLER, C.; OKOBA, B.; RONCOLI, C.; SILVESTRI, S.; HERRERO, M. Adapting agriculture to climate change in Kenya: household strategies and determinants. **Journal of Environmental Management**, v. 114, p. 26-35, jan. 2013.

BURRITT, R.; SCHALTEGGER, S. Accounting towards sustainability in production and supply chains. **The British Accounting Review**, v. 46, n. 4, p. 327-343, dez. 2014.

CALDARELLI, C. E.; CÂMARA, M. R. G.; SEREIA, V. J. O complexo agroindustrial da soja no Brasil e no Paraná: exportações e competitividade no período 1990 a 2007. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 106-120, 2009.

CALDERELLI, A. **Enciclopédia contábil e comercial brasileira**. 28. ed. São Paulo: CETEC, 2003.

CAMARGO, M. B. P. O impacto da variabilidade climática e as alterações climáticas na cultura do café arábica no Brasil. **Bragantia**, v. 69, n. 1, 2010.

CAMPOS, H. D.; SILVA, J. R. C.; CAMPOS, V. P.; SILVA, L. H. C. P.; COSTA, L. S. A. S.; SILVA, W. J. R. Efeito da temperatura do solo na infectividade e reprodução de Meloidogynejavanica e Heterodera glycinesem cultivares de soja. **Ciência Agrotécnica**, v. 35, n. 5, p. 900-907, set./out. 2011.

CASAGRANDE, M. J. Soja convencional x soja transgênica. **Jornal da UEM**, n. 99, 2011. Disponível em: <<http://www.jornal.uem.br/2011/index.php/edicoes-2011/85-jornal-99-julho2011/726-soja-convencional-x-soja-transgenica>>. Acesso em: 01 dez. 2015.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Indicador Soja ESALQ/ BM&FBOVESPA**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/soja/#>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

CENTRO DE ESTUDOS EM GESTÃO NAVAL. **Período de safra da soja, milho e cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.gestaonaval.org.br/arquivos/documentos/Log%C3%ADstica/CEGN%20-%20Per%C3%ADodo%20de%20safra%20da%20soja%20milho%20e%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

CHAVAS, D. R.; IZAURRALDE, C.; THOMSON, A. M.; GAO, X. Long-term climate change impacts on agricultural productivity in eastern China. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 1118-1128, jun. 2009.

CHEN, D.; CHEN, H. W. Using the Koppen classification to quantify climate variation and change: an example for 1901 - 2010. **Environmental Development**, v. 6, p. 69-79, abr. 2013.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1841-1846, dez. 1994.

CONTE, L.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Substituição de fatores produtivos na produção da soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 2, abr./jun. 2007.

CORAL, A.; ASSAD, E.; PINTO, H. S.; IAFFE, A. Utilização de um modelo agrometeorológico na estimativa de produtividade da cultura da soja no Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14, 2005, Campinas, **Agrometeorologia, agroclimatologia e agronegócio: caderno de resumos**. Campinas: UNICAMP, 2005.

CORONEL, D. A.; ALVES, F. D.; SANTOS, N. P. A competitividade da produção de soja no Mato Grosso do Sul e na Região de Ponta Porã: uma abordagem através das vantagens comparativas. In: CONGRESSO DA SOBER, 45, 2007, Londrina, **Anais...** Londrina, 2007.

COSTA, L. V.; GOMES, M. F. M.; LIRIO, V. S.; BRAGA, M. J. Produtividade agrícola e segurança alimentar dos domicílios das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Londrina, v.51, n.4, p. 661-680, 2013.

COUPE, R. H.; BARLOW, J. R. B.; CAPEL, P. D. Complexity of human and ecosystem interactions in an agricultural landscape. **Environmental Development**, v. 4, p. 88-104, out. 2012.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade Rural**: uma abordagem decisória. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CUNHA, D. A.; COELHO, A. B.; FÉRES, J. G.; BRAGA, M. J.; SOUZA, E. C. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 51, n. 2, abr./jun. 2013.

DALCHIAVON, F. C; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541-552, abr. 2012.

DALL'AGNOL, A. D.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Circular Técnica 43, Londrina: EMBRAPA, 2007.

DALL'AGNOL, A. D.; LAZZAROTTO, J. J.; HLRAKURL, M. H. **Desenvolvimento, mercado e rentabilidade da soja brasileira**. Circular Técnica 74, Londrina: EMBRAPA, 2010.

DUARTE, S. L.; PEREIRA, C. A.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Variáveis dos custos de produção da soja e sua relação com a receita bruta. **Custos e @gronegócios**, v.7, n. 1, jan./abr., 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 31 mar. 2015a.

_____. **O Agronegócio e o saldo da balança comercial brasileira**. Disponível em: <http://www.cnpsso.embrapa.br/sojaemnumeros/app/graf5.html>. Acesso em 05 mar. 2015b.

_____. **Tecnologias de Produção de Soja – região central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

FERREIRA, W. P. M.; COSTA, L. C.; SOUZA, C. F. Teste de um modelo agrometeorológico para estudo da influência da variabilidade climática na cultura da soja. **Ceres**, v. 54, n. 312, p. 206-213, 2007.

FIELD, A. **Descobrindo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLASKERUD, G. **Brazil's soybean production and impact**. Edition 79 de Extension Bulletin. Fargo: NDSU Extension Service, 2003. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/23092/1/eb030079.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2015.

FUSCALDI, K. C. Soja convencional e transgênica: parâmetros legais para garantia desta coexistência. 2010. 192f. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2010.

GANDURE, S.; WALKER, S.; BOTHA, J. J. Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community. **Environmental Development**, v. 5, p. 39-53, jan. 2013.

GOMES, A. C. S.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; SOARES, F. C.; PARIZI, A. R. C. Modelo para estimativa da produtividade para a cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 1, p. 43-49, jan. 2014.

GRACE, A.; URMILLA, B.; VADI, M. Households 'coping strategies for climate variability related water shortages in Oke-Ogunregion, Nigeria. **Environmental Development**, v. 5, p. 23-38, jan. 2013.

GRIFFITHS, A.; HAIGH, N.; RASSIAS, J. A framework for understanding institutional governance systems and climate change: the case of Australia. **European Management Journal**, v. 25, n. 6, p. 415-427, 2007.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

GUVEN, C.; HOXHA, I. Rain or shine: Happiness and risk-taking. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1062976914000830/1-s2.0-S1062976914000830-main.pdf?_tid=0bbba108-e910-11e4-a35c-00000aacb362&acdnat=1429721765_73c9bf0bafc50addea4b70bf335c38cf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

HANJRA, M. A.; QURESHI, M. E. Global water crisis and future food security in an era of climate change. **Food Policy**, v. 35, n. 5, p. 365-377, out. 2010.

HOFER, E.; RAUBER, A. J.; DIESEL, A.; WAGNER, M. Gestão de custos aplicada ao agronegócio: culturas temporárias. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 17, n. 1, p. 29-46, jan./mar. 2006.

HUERTA, A. I.; MARTIN, M. A. Soybean production: competitive positions of the United States, Brazil, and Argentina. **Purdue Agricultural Economics Report**, p. 4-10, nov. 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**, 2015a. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 set. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil, 2015b. Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Produção_Agrícola_\[mensal\]/Fascículo/Ispa_201501.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Produção_Agrícola_[mensal]/Fascículo/Ispa_201501.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2015.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**, 2015. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em 01 mar. 2015.

JABBOUR, C. J. C.; SANTOS, F. C. A. Sob os ventos da mudança climática: desafios, oportunidades e o papel da função produção no contexto do aquecimento global. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 1, p. 111-120, jan./mar. 2009.

KING, R. P.; BOEHIJE, M.; COOK, M. L.; SONKA, S. T. Agribusiness economics and management. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 92, n. 2, p. 554-570, jan. 2010.

KOBRAEE, S.; SHAMSI, K. Evaluation of Soybean Yield Under Drought Stress by Path Analysis. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 10, p. 890-895, 2011.

KOLK, A.; PINKSE, J. Market strategies for climate change. **European Management Journal**, v. 22, n. 3, p. 304-314, 2004.

KRUGER, S. D.; MAZZIONI, S.; BOETTCHER, S. F. A importância da contabilidade para a gestão das propriedades rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 16, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2009.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histoire des agricultures du monde**: du néolithique à la crise contemporaine. Seuil: France, 1997.

MERCER, D.; CHRISTESEN, L.; BUXTON, M.; Squandering the future: climate change, policy failure and the water crisis in Australia. **Futures**, v. 39, p. 272-287, 2007.

MORTON, J. F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **PNAS**, v. 104, n. 50, p. 19697-19704, 2007.

MOTTER, C. C. **Comercialização de soja**: um instrumento operacional para o aumento da renda do produtor. Florianópolis, 2001, 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

MUBAYA, C. P.; NJUKI, J.; MUTSVANGWA, E. P.; MUGABE, F. T.; NANJA, D. Climate variability and change or multiple stressors? Farmer perceptions regarding threats to livelihoods in Zimbabwe and Zambia. **Journal of Environmental Management**, v. 102, p. 9-17, jul. 2012.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja**: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

NELSON, G. C.; ROSEGRANT, M. W.; KOO, J.; ROBERTSON, R.; SULSER, T.; ZHU, T.; RINGLER, C.; MSANGI, S.; PALAZZO, A.; BATKA, M.; MAGALHAES, M.; VALMONTE-SANTOS, R.; EWING, M.; LEE, D. **Climate change**: impact on agriculture and costs of adaptation. Washington D.C.: International Food Policy Research Institute, 2009.

NIELSEN, L. B.; MITCHELL, F.; NØRREKLIT, H. Management accounting and decision making: two case studies of outsourcing. **Accounting Forum**, v. 39, n. 1, p. 64-82, mar. 2015.

PINTO, A.; ROBERTSON, R. D.; OBIRI, B. D. Adoption of climate change mitigation practices by risk-averse farmers in the Ashanti Region, Ghana. **Ecological Economics**, v. 86, p. 47-54, 2013.

PIRES, M. V.; CUNHA, D. A. Climate change and adaptive strategies in Brazil: the economic effects of genetic breeding. **Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 52, n. 4, p. 627-642, out./dez. 2014.

- RAÍCES, C. **Guia valor econômico de agronegócios**. São Paulo: Globo, 2003.
- RICHETTI, A. **Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2014/2015, em Mato Gross do Sul**. Comunicado Técnico 194. Dourados: EMBRAPA, 2014.
- RIGHI, M. B.; CERETTA, P. S. Previsibilidade e eficiência no mercado agrícola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1844-1850, out. 2011.
- RODRIGUES, N. A. **Comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos**. 2013. 133 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2013.
- ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; DEGAETANO, A.; O'GRADY, M.; HASSOL, S.; GRABHORN, P. **Responding to climate change in New York State: the climAID integrated assessment for effective climate change adaptation**. Technical Report. Albany: New York State Energy Research and Development Authority(NYSERDA), 2011.
- SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y.; BERTRAND, J. P. Fatores determinantes da competitividade dos principais países exportadores do complexo soja no mercado internacional. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 227-242, 2012.
- SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SCHNEPF, R. D.; DOHLMAN, E.; BOLLING, C. Agriculture in Brazil and Argentina: Developments and Prospects for Major Field Crops. **Market and Trade Economics Division**, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Agriculture and Trade Report, WRS-01-03, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/wrs-international-agriculture-and-trade-outlook/wrs013.aspx>>. Acesso em 06 abr. 2015.
- SCHÖFFEL, E. R.; SACCOL, A. V.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2001.
- SEDIYAMA, A. F.; CASTRO JUNIOR, L. G.; CALEGARIO, C. L. L.; SIQUEIRA, P. H. L. Análise da estrutura, conduta e desempenho da indústria processadora de soja no Brasil no período de 2003 a 2010. **Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 51, n. 1, jan./mar. 2013.
- SEDLÁČEK, J. The methods of valuation in agricultural accounting. **Agriculture Journals**, Czech, v. 56, n. 2, p. 59-66, 2010.
- SEIPT, C.; PADGHAM, J.; KULKARNI, J.; AWITI, A. O. Capacity building for climate change risk management in Africa: Encouraging and enabling research for informed decision-making. **Environmental Development**, v. 5, p. 1-5, 2013.
- SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B. Modelo agrometeorológico na estimativa da produtividade de duas variedades de café arábica considerando a variabilidade espacial. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2011.

TACHIE-OBENG, E.; AKPONIKPÈ, P. B. I.; ADIKU, S. Considering effective adaptation options to impacts of climate change for maize production in Ghana. **Environmental Development**, v. 5, p. 131-145, jan. 2013.

TAO, F.; ZHANG, Z. Adaptation of maize production to climate change in North China Plain: quantify the relative contributions of adaptation options. **European Journal of Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 103-116, ago. 2010.

VALOR ECONÔMICO. CNA prevê aumento da participação do campo no PIB em 2014. **Valor Econômico Online**, 10 dez. 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/3810246/cna-preve-aumento-da-participacao-do-campo-no-pib-em-2014>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

VERMEULEN, S. J.; AGGARWAL, P. K.; AINSLIE, A.; ANGELONE, C. CAMPBELL, B. M.; CHALLINOR, A. J.; HANSEN, J. W.; INGRAM, J. S. I.; JARVIS, R.; KRISTJANSON, P.; LAU, C.; NELSON, G. C.; THORNTON, P. K.; WOLLENBERG. Options for support to agriculture and food security under climate change. **Environmental Science & Policy**, v. 15, n. 1, p. 136-144, jan. 2012.

WRIGHT, D.; LENSSEN, A. W. Staging Soybean Development. **Agriculture and Environment Extension Publications**, v. 191, 2013. Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1189&context=extension_ag_pubs>. Acesso em: 16 abr. 2015.

WINSOR, S. How warmer temps, higher C02 will affect your corn, soybeans. **Corn and Soybean Digest**, mar. 2015. Disponível em: <<http://cornandsoybeandigest.com/corn/how-warmer-temps-higher-c02-will-affect-your-corn-soybeans>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

YOU, L.; ROSEGRANT, M. W.; WOOD, S.; SUN, D. Impact of growing season temperature on wheat productivity in China. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, p. 1009-1014, jun. 2009.

ZACHARIAS, A. O.; CAMARGO, M. B. P.; FAZUOLI, L. C. Modelo agrometeorológico de estimativa do início da florada plena do cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 249-256, 2008.

ZHANG, Q.; XU, C. Y.; TAO, H.; JIANG, T.; CHEN, Y. D. Climate changes and their impacts on water resources in the arid regions: a case study of the Tarim River basin, China. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 24, p. 349-358, 2010.

ANEXO A - Custos de produção da soja disponibilizados pela CONAB (2010)

CUSTO DE PRODUÇÃO DA SOJA	
A - CUSTO VARIÁVEL	
I - DESPESAS DE CUSTEIO DA LAVOURA	
1 - Operação com aviões	
2 - Operação com máquinas	
3 - Aluguel de máquinas	
4 – Mão de obra temporária	
5 – Mão de obra permanente	
6 - Sementes	
7 - Fertilizantes	
8 - Agrotóxicos	
9 - Despesas administrativas	
II - DESPESAS PÓS-COLHEITA	
1 - Seguro agrícola	
2 - Transporte externo	
3 - Assistência técnica e extensão rural	
4 - Recepção/Limpeza/Secagem/Armazenagem (30 dias)	
5 - Despesas administrativas	
6 - Outros itens	
III - DESPESAS FINANCEIRAS	
1 - Juros	
B - CUSTO FIXO	
IV - DEPRECIAÇÕES	
1 - Depreciação de benfeitorias e instalações	
2 - Depreciação de máquinas	
3 - Depreciação de implementos	
4 - Exaustão do cultivo	
V - OUTROS CUSTOS FIXOS	
1 - Manutenção periódica de máquinas	
2 - Encargos sociais	
3 - Seguro do capital fixo	
C - CUSTO OPERACIONAL (A+B)	
VI - RENDA DE FATORES	
1 - Remuneração esperada sobre capital fixo	
2 - Terra	
CUSTO TOTAL (C+VI)	

Fonte:CONAB (2010)

APÊNDICE A - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos resíduos dos custos de produção da soja e os fatores climáticos

Variável Custo/Clima	Sig.	r	Variável Custo/Clima	Sig.	r
OpMág/InsTt	0,219	Pearson	Agtx/InsTt	0,807	Pearson
OpMág/NebMd	0,168	Pearson	Agtx/NebMd	0,749	Pearson
OpMág/NDPrecip	0,187	Pearson	Agtx/NDPrecip	0,527	Pearson
OpMág/PrecipTt	0,036	Spearman	Agtx/PrecipTt	0,228	Pearson
OpMág/TempMd	0,041	Spearman	Agtx/TempMd	0,265	Pearson
OpMág/TempMx	0,002	Spearman	Agtx/TempMx	0,014	Spearman
OpMág/TempMn	0,014	Spearman	Agtx/TempMn	0,044	Spearman
MOTemp/InsTt	0,067	Pearson	Depre3/InsTt	0,679	Pearson
MOTemp/NebMd	0,064	Pearson	Depre3/NebMd	0,072	Pearson
MOTemp/NDPrecip	0,106	Pearson	Depre3/NDPrecip	0,593	Pearson
MOTemp/PrecipTt	0,034	Spearman	Depre3/PrecipTt	0,170	Pearson
MOTemp/TempMd	0,405	Pearson	Depre3/TempMd	0,149	Pearson
MOTemp/TempMx	0,052	Pearson	Depre3/TempMx	0,001	Spearman
MOTemp/TempMn	0,031	Spearman	Depre3/TempMn	0,002	Spearman
Semet/InsTt	0,142	Pearson	Manutmág/InsTt	0,249	Pearson
Semet/NebMd	0,104	Pearson	Manutmág/NebMd	0,202	Pearson
Semet/NDPrecip	0,092	Pearson	Manutmág/NDPrecip	0,189	Pearson
Semet/PrecipTt	0,141	Pearson	Manutmág/PrecipTt	0,228	Pearson
Semet/TempMd	0,006	Spearman	Manutmág/TempMd	0,030	Spearman
Semet/TempMx	0,102	Pearson	Manutmág/TempMx	0,034	Spearman
Semet/TempMn	0,101	Pearson	Manutmág/TempMn	0,145	Pearson
Fertz/InsTt	0,210	Pearson	MOPerm/InsTt	0,183	Pearson
Fertz/NebMd	0,013	Spearman	MOPerm/NebMd	0,220	Pearson
Fertz/NDPrecip	0,024	Spearman	MOPerm/NDPrecip	0,192	Pearson
Fertz/PrecipTt	0,121	Pearson	MOPerm/PrecipTt	0,264	Pearson
Fertz/TempMd	0,177	Pearson	MOPerm/TempMd	0,010	Spearman
Fertz/TempMx	0,225	Pearson	MOPerm/TempMx	0,083	Pearson
Fertz/TempMn	0,258	Pearson	MOPerm/TempMn	0,274	Pearson

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE B - Regressão Linear para o bloco de custo de Operação com máquinas – OpMáq

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	52,319	17,360	3,014	0,004		-		
InsTt1	0,016	0,117	0,137	0,891		2,50		
InsTt 2	-0,179	0,100	-1,784	0,078		2,74		
InsTt 3	-0,071	0,105	-0,675	0,502	0,166	2,57	9,03	0,41
InsTt 4	-0,052	0,172	-0,304	0,762		3,59		
InsTt 5	0,508	0,156	3,245	0,002		3,36		
Constante	122,427	29,294	4,179	0,000		-		
NebMd1	5,309	5,320	0,998	0,321		2,39		
NebMd2	12,362	5,534	2,234	0,028		2,86		
NebMd3	0,846	4,988	0,170	0,866	0,0125	2,01	3,03	7,15
NebMd4	-11,280	6,482	-1,740	0,085		2,69		
NebMd5	-10,272	5,473	-1,877	0,064		2,87		
Constante	136,026	22,101	6,155	0,000		-		
NDPrecip1	0,097	1,218	0,079	0,937		1,61		
NDPrecip2	2,540	1,096	2,318	0,024		1,36		
NDPrecip3	-0,710	1,073	-0,662	0,510	0,167	1,40	5,86	0,05
NDPrecip4	-1,643	1,383	-1,188	0,239		1,51		
NDPrecip5	-2,255	1,048	-2,152	0,035		1,41		
Constante	115,217	15,876	7,258	0,000		-		
PrecipTt1	0,006	0,042	0,134	0,894		1,10		
PrecipTt2	0,061	0,043	1,409	0,162		1,23		
PrecipTt3	-0,016	0,046	-0,344	0,732	0,071	1,19	9,76	0,19
PrecipTt4	-0,019	0,048	-0,396	0,693		1,43		
PrecipTt5	-0,094	0,043	-2,198	0,030		1,22		
Constante	128,590	93,789	1,371	0,174		-		
TempMd1	-2,986	4,382	-0,681	0,498		3,32		
TempMd2	-5,990	4,619	-1,297	0,199		2,67		
TempMd3	9,684	4,187	2,313	0,023	0,121	2,78	7,28	1,33
TempMd4	-9,746	5,172	-1,884	0,063		4,11		
TempMd5	8,423	4,449	1,893	0,062		3,57		
Constante	242,288	79,062	3,065	0,003		-		
TempMx1	-4,222	5,700	-0,741	0,461		6,25		
TempMx2	-11,838	6,401	-1,849	0,068		4,72		
TempMx3	12,679	6,416	1,976	0,052	0,114	6,20	2,14	2,13
TempMx4	-11,350	7,611	-1,491	0,140		6,75		
TempMx5	9,552	6,184	1,545	0,127		6,50		
Constante	193,157	87,288	2,213	0,029		-		
TempMn1	9,776	4,724	2,070	0,041		3,88		
TempMn2	-12,766	7,546	-1,692	0,094		3,87		
TempMn3	11,366	7,669	1,482	0,142	0,080	2,49	3,32	1,73
TempMn4	-7,225	8,151	-0,886	0,378		3,98		
TempMn5	-5,283	6,435	-0,821	0,414		3,34		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

**APÊNDICE C - Regressão Linear para o bloco de custo de Mão de obra temporária -
MOTemp**

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	-0,197	2,839	-0,069	0,945		-		
InsTt1	0,037	0,018	2,057	0,044		2,17		
InsTt 2	-0,007	0,015	-0,492	0,624		2,05		
InsTt 3	-0,004	0,017	-0,207	0,837	0,150	2,70	7,34	0,86
InsTt 4	-0,012	0,026	-0,466	0,643		3,14		
InsTt 5	0,027	0,024	1,096	0,278		2,82		
Constante	7,476	5,914	1,264	0,210		-		
NebMd1	-1,338	0,852	-1,570	0,120		1,75		
NebMd2	0,265	0,831	0,319	0,751		1,95		
NebMd3	0,619	0,906	0,683	0,497	0,096	1,71	4,16	1,20
NebMd4	1,470	1,020	1,442	0,153		2,17		
NebMd5	-1,138	0,856	-1,329	0,188		2,29		
Constante	12,696	2,650	4,790	0,000		-		
NDPrecip1	-0,352	0,137	-2,569	0,013		1,49		
NDPrecip2	-0,068	0,125	-0,547	0,587		1,35		
NDPrecip3	0,002	0,126	0,018	0,985	0,186	1,39	1,93	0,58
NDPrecip4	0,071	0,156	0,457	0,650		1,51		
NDPrecip5	-0,086	0,117	-0,737	0,464		1,32		
Constante	8,135	2,572	3,163	0,002		-		
PrecipTt1	-0,005	0,007	-0,678	0,500		1,07		
PrecipTt2	0,007	0,007	0,979	0,331		1,22		
PrecipTt3	0,004	0,007	0,640	0,524	0,070	1,14	9,45	0,06
PrecipTt4	0,001	0,007	0,153	0,879		1,37		
PrecipTt5	-0,013	0,006	-2,077	0,041		1,16		
Constante	5,756	10,123	0,569	0,572		-		
TempMd1	-0,930	0,541	-1,721	0,090		4,36		
TempMd2	0,580	0,531	1,092	0,279		3,16		
TempMd3	1,591	0,556	2,862	0,006	0,155	3,56	6,24	1,87
TempMd4	-1,373	0,598	-2,295	0,025		4,70		
TempMd5	0,189	0,602	0,314	0,754		5,44		
Constante	23,596	7,801	3,025	0,004		-		
TempMx1	-0,938	0,638	-1,469	0,147		7,20		
TempMx2	0,716	0,650	1,101	0,275		5,10		
TempMx3	2,601	0,772	3,370	0,001	0,275	8,96	0,08	3,37
TempMx4	-1,639	0,819	-2,000	0,050		7,99		
TempMx5	-1,404	0,762	-1,841	0,071		9,21		
Constante	40,953	11,366	3,603	0,001		-		
TempMn1	0,642	0,643	0,998	0,321		2,92		
TempMn2	-0,106	0,991	-0,107	0,915		3,22		
TempMn3	1,810	1,058	1,711	0,091	0,371	3,06	9,44	0,39
TempMn4	-0,653	1,347	-0,484	0,630		4,51		
TempMn5	-3,345	1,008	-3,318	0,001		4,59		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE D - Regressão Linear para o bloco de custo de Sementes - Semet

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	76,757	23,883	3,214	0,002		-		
InsTt1	-,003	0,160	-0,021	0,983		2,36		
InsTt 2	-,323	0,143	-2,262	0,027		2,62		
InsTt 3	,212	0,144	1,471	0,146	0,100	2,36	5,89	2,24
InsTt 4	,177	0,235	0,752	0,455		3,57		
InsTt 5	-,034	0,221	-0,153	0,879		3,49		
Constante	89,687	34,728	2,583	0,011		-		
NebMd1	-0,655	6,388	-0,103	0,919		2,38		
NebMd2	10,385	6,262	1,658	0,101		2,62		
NebMd3	-12,698	5,802	-2,189	0,031	0,124	1,94	20,53	5,90
NebMd4	-5,229	7,597	-0,688	0,493		2,70		
NebMd5	7,460	6,376	1,170	0,245		2,78		
Constante	49,351	13,382	3,688	0,000		-		
NDPrecip1	0,077	0,731	0,106	0,916		1,60		
NDPrecip2	1,325	0,686	1,931	0,058		1,40		
NDPrecip3	-0,208	0,684	-0,304	0,762	0,072	1,50	1,45	2,13
NDPrecip4	0,116	0,841	0,138	0,891		1,55		
NDPrecip5	-0,176	0,641	-0,274	0,785		1,35		
Constante	69,514	17,935	3,876	0,000		-		
PrecipTt1	-0,025	0,048	-0,529	0,598		1,08		
PrecipTt2	0,155	0,049	3,133	0,002		1,22		
PrecipTt3	-0,022	0,052	-0,425	0,672	0,111	1,18	30,32	0,71
PrecipTt4	-0,009	0,055	-0,156	0,876		1,47		
PrecipTt5	-0,060	0,049	-1,224	0,224		1,24		
Constante	152,859	95,886	1,594	0,115		-		
TempMd1	-3,395	4,834	-0,702	0,485		3,81		
TempMd2	-11,128	4,739	-2,348	0,022		2,72		
TempMd3	22,994	4,612	4,986	0,000	0,327	3,22	42,01	9,45
TempMd4	-14,610	5,455	-2,678	0,009		4,49		
TempMd5	4,194	4,530	0,926	0,358		3,60		
Constante	177,319	75,253	2,356	0,021		-		
TempMx1	-12,368	6,006	-2,059	0,043		7,65		
TempMx2	-12,160	6,050	-2,010	0,048		4,65		
TempMx3	43,630	6,826	6,392	0,000	0,401	7,94	23,77	9,23
TempMx4	-29,591	7,507	-3,942	0,000		7,46		
TempMx5	7,102	5,859	1,212	0,230		6,58		
Constante	127,875	105,354	1,214	0,228		-		
TempMn1	1,382	6,019	0,230	0,819		3,98		
TempMn2	-11,649	9,017	-1,292	0,200		3,87		
TempMn3	22,197	9,410	2,359	0,021	0,077	2,74	40,64	9,04
TempMn4	-17,115	9,557	-1,791	0,077		4,35		
TempMn5	3,219	8,023	0,401	0,689		3,24		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE E - Regressão Linear para o bloco de custo de Fertilizantes - Fertz

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	536,326	54,258	9,885	0,000		-		
InsTt1	-1,263	0,362	-3,486	0,001		2,47		
InsTt 2	-0,719	0,312	-2,301	0,024		2,67		
InsTt 3	0,651	0,323	2,017	0,047	0,392	2,52	0,61	7,35
InsTt 4	-0,635	0,532	-1,193	0,237		3,50		
InsTt 5	0,402	0,488	0,823	0,413		3,39		
Constante	80,452	91,399	0,880	0,381		-		
NebMd1	43,521	16,018	2,717	0,008		2,28		
NebMd2	22,476	17,001	1,322	0,189		2,81		
NebMd3	-44,455	15,078	-2,948	0,004	0,222	1,95	1,72	0,77
NebMd4	5,695	19,976	0,285	0,776		2,81		
NebMd5	3,834	16,986	0,226	0,822		2,83		
Constante	65,960	56,967	1,158	0,251		-		
NDPrecip1	1,539	3,073	0,501	0,618		1,56		
NDPrecip2	9,774	2,864	3,413	0,001		1,37		
NDPrecip3	0,402	2,708	0,149	0,882	0,244	1,37	2,30	0,35
NDPrecip4	-,012	3,546	-0,003	0,997		1,50		
NDPrecip5	1,145	2,735	0,418	0,677		1,46		
Constante	178,118	48,346	3,684	0,000		-		
PrecipTt1	0,261	0,132	1,985	0,050		1,09		
PrecipTt2	0,238	0,131	1,810	0,073		1,18		
PrecipTt3	-0,216	0,137	-1,578	0,118	0,140	1,15	5,86	0,47
PrecipTt4	0,104	0,143	0,732	0,466		1,32		
PrecipTt5	0,088	0,134	0,658	0,512		1,18		
Constante	-8,826	258,974	-,034	0,973		-		
TempMd1	43,232	11,864	3,644	0,000		3,10		
TempMd2	-63,860	12,569	-5,081	0,000		2,71		
TempMd3	26,953	11,351	2,374	0,020	0,411	2,55	5,39	8,56
TempMd4	-17,858	13,741	-1,300	0,198		3,83		
TempMd5	20,811	11,896	1,749	0,084		3,27		
Constante	28,508	199,948	0,143	0,887		-		
TempMx1	47,262	14,154	3,339	0,001		5,87		
TempMx2	-60,454	16,199	-3,732	0,000		4,70		
TempMx3	27,018	15,811	1,709	0,092	0,425	5,73	8,64	6,81
TempMx4	-27,811	18,827	-1,477	0,144		6,38		
TempMx5	24,479	15,418	1,588	0,117		6,08		
Constante	-44,407	239,580	-0,185	0,853		-		
TempMn1	50,601	12,691	3,987	0,000		3,57		
TempMn2	-41,150	20,003	-2,057	0,043		3,62		
TempMn3	-11,578	20,536	-0,564	0,574	0,354	2,33	6,75	3,88
TempMn4	-2,329	21,874	-0,106	0,915		3,67		
TempMn5	21,936	16,981	1,292	0,200		2,91		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE F - Regressão Linear para o bloco de custo de Agrotóxicos - Agtx

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	278,579	67,585	4,122	0,000		-		
InsTt1	0,015	0,440	0,034	0,973		2,38		
InsTt 2	-1,294	0,389	-3,330	0,001		2,60		
InsTt 3	0,270	0,397	0,679	0,499	0,165	2,34	13,46	1,55
InsTt 4	0,078	0,655	0,120	0,905		3,48		
InsTt 5	0,462	0,609	0,759	0,450		3,36		
Constante	-15,931	94,510	-0,169	0,866		-		
NebMd1	21,715	16,697	1,300	0,197		2,35		
NebMd2	25,743	17,374	1,482	0,142		2,76		
NebMd3	-23,005	15,805	-1,456	0,149	0,106	1,97	26,67	2,69
NebMd4	24,165	21,164	1,142	0,256		2,77		
NebMd5	-16,671	17,445	-0,956	0,342		2,84		
Constante	137,394	54,669	2,513	0,014		-		
NDPrecip1	-2,349	2,889	-0,813	0,419		1,58		
NDPrecip2	6,082	2,706	2,248	0,028		1,34		
NDPrecip3	-2,883	2,643	-1,091	0,279	0,102	1,34	0,21	1,15
NDPrecip4	5,498	3,406	1,614	0,111		1,54		
NDPrecip5	-3,220	2,528	-1,274	0,207		1,39		
Constante	124,724	47,745	2,612	0,010		-		
PrecipTt1	0,089	0,129	0,690	0,492		1,09		
PrecipTt2	0,363	0,131	2,777	0,007		1,21		
PrecipTt3	-0,118	0,133	-0,890	0,376	0,119	1,13	43,05	1,12
PrecipTt4	0,127	0,141	0,899	0,371		1,32		
PrecipTt5	-0,151	0,127	-1,186	0,239		1,18		
Constante	516,308	287,290	1,797	0,076		-		
TempMd1	10,262	13,344	0,769	0,444		3,22		
TempMd2	-49,358	13,788	-3,580	0,001		2,63		
TempMd3	39,293	12,563	3,128	0,002	0,279	2,75	18,25	0,62
TempMd4	-32,167	15,803	-2,036	0,045		3,92		
TempMd5	22,293	13,070	1,706	0,092		3,24		
Constante	433,372	231,330	1,873	0,065		-		
TempMx1	12,489	16,324	0,765	0,447		5,95		
TempMx2	-52,918	18,369	-2,881	0,005		4,53		
TempMx3	58,376	18,245	3,200	0,002	0,257	5,78	7,30	0,89
TempMx4	-53,452	21,701	-2,463	0,016		6,37		
TempMx5	27,350	17,559	1,558	0,123		6,04		
Constante	317,750	284,188	1,118	0,267		-		
TempMn1	31,770	15,007	2,117	0,037		3,61		
TempMn2	-37,308	23,607	-1,580	0,118		3,62		
TempMn3	7,990	24,100	0,332	0,741	0,061	2,42	8,56	0,43
TempMn4	-3,408	25,632	-0,133	0,895		3,63		
TempMn5	-3,967	20,101	-0,197	0,844		2,90		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE G - Regressão Linear para o bloco de custo de Depreciação de benfeitorias e instalações/ Depreciação de máquinas/ Depreciação de implementos – Depre3

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	67,427	26,754	2,520	0,014		-		
InsTt1	0,049	0,176	0,280	0,780		2,43		
InsTt 2	-0,415	0,154	-2,693	0,009		2,67		
InsTt 3	-0,003	0,162	-0,019	0,985	0,118	2,49	0,26	0,07
InsTt 4	0,257	0,261	0,987	0,327		3,49		
InsTt 5	0,356	0,245	1,455	0,150		3,45		
Constante	120,506	45,929	2,624	0,010		-		
NebMd1	4,263	8,089	0,527	0,599		2,35		
NebMd2	8,225	8,449	0,973	0,333		2,75		
NebMd3	-4,987	7,729	-0,645	0,520	0,029	1,96	5,89	1,08
NebMd4	-6,631	10,140	-0,654	0,515		2,69		
NebMd5	-0,878	8,574	-0,102	0,919		2,86		
Constante	112,228	26,908	4,171	0,000		-		
NDPrecip1	0,608	1,454	0,418	0,677		1,61		
NDPrecip2	2,659	1,354	1,963	0,054		1,40		
NDPrecip3	-0,609	1,303	-0,468	0,642	0,095	1,39	0,50	2,04
NDPrecip4	-1,994	1,697	-1,175	0,244		1,53		
NDPrecip5	-0,851	1,276	-0,667	0,507		1,40		
Constante	136,092	23,199	5,866	0,000		-		
PrecipTt1	0,007	0,061	0,118	0,906		1,09		
PrecipTt2	0,093	0,063	1,481	0,142		1,24		
PrecipTt3	-0,036	0,068	-0,529	0,598	0,071	1,21	15,91	0,28
PrecipTt4	-0,047	0,071	-0,669	0,505		1,46		
PrecipTt5	-0,121	0,063	-1,901	0,060		1,23		
Constante	316,849	137,241	2,309	0,024		-		
TempMd1	-3,578	6,421	-0,557	0,579		3,31		
TempMd2	-8,681	6,657	-1,304	0,196		2,64		
TempMd3	17,615	6,145	2,867	0,005	0,186	2,78	21,81	0,78
TempMd4	-22,231	7,517	-2,958	0,004		4,12		
TempMd5	10,934	6,476	1,688	0,095		3,52		
Constante	204,652	115,096	1,778	0,080		-		
TempMx1	-8,044	8,433	-0,954	0,343		6,44		
TempMx2	-8,027	9,159	-0,876	0,384		4,58		
TempMx3	29,518	9,457	3,121	0,003	0,168	6,32	10,65	2,26
TempMx4	-32,402	11,169	-2,901	0,005		6,87		
TempMx5	16,108	8,977	1,794	0,077		6,46		
Constante	228,418	134,557	1,698	0,093		-		
TempMn1	7,264	7,285	0,997	0,322		3,76		
TempMn2	-8,472	11,367	-0,745	0,458		3,73		
TempMn3	13,581	11,751	1,156	0,251	0,050	2,49	21,79	0,54
TempMn4	-19,838	12,413	-1,598	0,114		4,02		
TempMn5	2,472	10,077	0,245	0,807		3,27		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE H - Regressão Linear para o bloco de custo de Manutenção periódica de máquinas - ManutMáq

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	2,648	7,272	0,364	0,717		-		
InsTt1	0,027	0,045	0,594	0,554		2,26		
InsTt 2	-0,054	0,038	-1,418	0,160		2,31		
InsTt 3	-0,036	0,040	-0,905	0,368	0,123	2,28	24,78	0,17
InsTt 4	0,049	0,066	0,753	0,454		3,17		
InsTt 5	0,115	0,063	1,837	0,070		3,05		
Constante	49,048	9,556	5,133	0,000		-		
NebMd1	-0,494	1,691	-0,292	0,771		2,25		
NebMd2	1,089	1,710	0,637	0,526		2,60		
NebMd3	2,558	1,577	1,622	0,108	0,178	1,97	22,28	10,08
NebMd4	-4,682	2,046	-2,289	0,024		2,56		
NebMd5	-2,746	1,753	-1,566	0,121		2,76		
Constante	31,972	4,655	6,868	0,000		-		
NDPrecip1	-0,138	0,251	-0,550	0,584		1,58		
NDPrecip2	0,561	0,231	2,422	0,018		1,35		
NDPrecip3	-0,294	0,222	-1,328	0,189	0,203	1,38	2,10	0,67
NDPrecip4	-0,141	0,287	-0,491	0,625		1,51		
NDPrecip5	-0,562	0,217	-2,590	0,012		1,42		
Constante	20,583	5,359	3,841	0,000		-		
PrecipTt1	-0,009	0,014	-0,622	0,536		1,07		
PrecipTt2	0,014	0,015	0,980	0,330		1,17		
PrecipTt3	0,022	0,015	1,540	0,127	0,047	1,16	27,81	5,94
PrecipTt4	-0,018	0,016	-1,180	0,241		1,40		
PrecipTt5	-0,010	0,014	-0,743	0,459		1,19		
Constante	-1,249	34,587	-0,036	0,971		-		
TempMd1	-1,416	1,617	-0,875	0,384		3,34		
TempMd2	0,707	1,683	0,420	0,675		2,64		
TempMd3	0,794	1,546	0,514	0,609	0,021	2,77	2,06	1,17
TempMd4	0,537	1,893	0,284	0,778		4,05		
TempMd5	0,135	1,595	0,085	0,933		3,46		
Constante	39,202	28,941	1,355	0,180		-		
TempMx1	-1,426	2,072	-0,688	0,494		6,32		
TempMx2	-0,125	2,283	-0,055	0,956		4,54		
TempMx3	0,346	2,320	0,149	0,882	0,032	6,24	1,53	1,05
TempMx4	1,211	2,759	0,439	0,662		6,68		
TempMx5	-0,699	2,211	-0,316	0,753		6,35		
Constante	29,316	29,190	1,004	0,318		-		
TempMn1	1,470	1,597	0,920	0,360		3,72		
TempMn2	-1,741	2,529	-,689	0,493		3,76		
TempMn3	3,891	2,568	1,515	0,133	0,089	2,46	2,62	0,96
TempMn4	0,531	2,705	0,196	0,845		3,96		
TempMn5	-4,585	2,237	-2,050	0,043		3,24		

Sig. (t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%

RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.

APÊNDICE I - Regressão Linear para o bloco de custo Mão de obra permanente - MOPerm

Modelo	β	Erro	t	Sig. (t)	R ²	VIF	BPG (chi2(1))	RESET (F)
Constante	6,781	25,825	0,263	0,794		-		
InsTt1	0,058	0,168	0,343	0,732		2,38		
InsTt 2	-0,069	0,149	-0,465	0,643		2,60		
InsTt 3	0,056	0,152	0,367	0,714	0,034	2,34	34,33	2,03
InsTt 4	0,053	0,250	0,214	0,831		3,48		
InsTt 5	0,131	0,233	0,561	0,576		3,36		
Constante	122,706	36,793	3,335	0,001		-		
NebMd1	-8,951	6,500	-1,377	0,172		2,35		
NebMd2	5,069	6,764	0,749	0,455		2,76		
NebMd3	3,230	6,153	0,525	0,601	0,064	1,97	40,37	9,59
NebMd4	-7,180	8,239	-0,871	0,386		2,77		
NebMd5	-3,542	6,791	-0,522	0,603		2,84		
Constante	16,194	9,069	1,786	0,079		-		
NDPrecip1	-0,651	0,479	-1,359	0,179		1,58		
NDPrecip2	1,042	0,449	2,323	0,023		1,34		
NDPrecip3	-0,039	0,439	-0,089	0,930	0,203	1,34	0,00	0,86
NDPrecip4	1,847	0,565	3,270	0,002		1,54		
NDPrecip5	-0,754	0,419	-1,798	0,077		1,39		
Constante	41,204	18,524	2,224	0,028		-		
PrecipTt1	-0,116	0,050	-2,326	0,022		1,09		
PrecipTt2	0,106	0,051	2,098	0,038		1,21		
PrecipTt3	0,119	0,052	2,306	0,023	0,130	1,13	77,82	4,93
PrecipTt4	-0,023	0,055	-0,424	0,672		1,32		
PrecipTt5	-0,090	0,049	-1,828	0,071		1,18		
Constante	-70,742	113,413	-0,624	0,535		-		
TempMd1	-1,438	5,268	-0,273	0,786		3,22		
TempMd2	-0,567	5,443	-0,104	0,917		2,63		
TempMd3	10,811	4,959	2,180	0,032	0,077	2,75	29,69	2,74
TempMd4	-0,834	6,238	-0,134	0,894		3,92		
TempMd5	-4,148	5,160	-0,804	0,424		3,24		
Constante	116,847	88,952	1,314	0,193		-		
TempMx1	-3,420	6,277	-0,545	0,587		5,95		
TempMx2	-2,946	7,063	-0,417	0,678		4,53		
TempMx3	16,470	7,015	2,348	0,021	0,107	5,78	46,77	1,36
TempMx4	-3,749	8,344	-0,449	0,654		6,37		
TempMx5	-9,177	6,752	-1,359	0,178		6,04		
Constante	147,102	101,405	1,451	0,150		-		
TempMn1	7,956	5,355	1,486	0,141		3,61		
TempMn2	-9,062	8,423	-1,076	0,285		3,62		
TempMn3	30,290	8,599	3,522	0,001	0,202	2,42	43,55	2,57
TempMn4	-13,010	9,146	-1,423	0,158		3,63		
TempMn5	-21,064	7,173	-2,937	0,004		2,90		

Sig.(t) – Nível de significância de 5%

VIF – Teste de multicolinearidade (VIF < 10: não há multicolinearidade).

BPG – Teste Breusch-Pagan (H₀: variância constante). Nível de significância de 5%RESET – Teste Ramsey RESET (H₀: o modelo não tem variáveis omitidas). Nível de significância de 5%

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados da pesquisa.