

**MAIRA MAIER**

**PRODUTIVIDADE DE SEMENTE DE SOJA EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVOS NA REGIÃO DE PONTE SERRADA SC**

Dissertação apresentada ao centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Arruda de Souza

**LAGES, SC**

**2016**

Maier, Maira

Produtividade de semente de soja em diferentes sistemas de cultivos na região de Ponte Serrada SC / Maira Maier.-Lages, 2016.

206 p. : il. ; 21 cm

Bibliografia: p. 180-197

Orientador: Souza, Clovis Arruda de

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. *Glicine max*. 2. Doença de raiz. 3. Rendimento de sementes. 4. Nutrição de plantas e compactação d. I. Maier, Maira. II. Souza, Clovis Arruda de. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Produtividade de semente de soja em diferentes sistemas de cultivos na região de Ponte Serrada SC.

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

**MAIRA MAIER**

**PRODUTIVIDADE DE SEMENTE DE SOJA EM DIFERENTES  
SISTEMAS DE CULTIVOS NA REGIÃO DE PONTE SERRADA - SC**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**Banca Examinadora**

Orientador: 

---

Professor Dr. Clovis Arruda de Souza  
UDESC – Lages – SC

Membro: 

---

Professor Dr. Ricardo Trezzi Casa  
UDESC – Lages – SC

Membro externo: 

---

Professor Dr. João Alfredo Braidá  
UFFS - Chapecó – SC

**Lages SC, 13 de julho de 2016.**



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus

Aos meus pais Vivaldino Maier Sobrinho e Zélia Guerra Maier, meus irmãos Eleandro, Mavia e Edson, minhas cunhadas Elis e Keli.

Ao esposo Fabio que soube dosar estímulo, compreensão e amor.

A toda minha família, pelo apoio, incentivo e por vibrar a cada conquista.

Ao Professor Dr. Clovis Arruda de Souza a quem expressei minha gratidão pela orientação, confiança, amizade e credibilidade na condução do trabalho.

A Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, pela formação no curso de Graduação e pela oportunidade de cursar o Curso de Pós Graduação.

Ao corpo docente do PPG-PV, por oferecer seus conhecimentos, em especial aos professores: Dr. Ricardo Trezzi Casa, Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho, Dr. Leonardo Bianco de Carvalho e Dr. Luís Sangoi.

A FAPESC, pela concessão de bolsa de estudos.

Aos colegas do Laboratório de Plantas de Lavoura, Julhana, Mariana, Deivid, Francisco, Virgílio e Cristina pela amizade, parceria, e ajuda constante durante os dois anos de trabalho.

Aos bolsistas, Gustavo, Emanuel, Ana Julia e Morgana e aos voluntários, Flávia, Pamela, Vanderléia que me ajudaram nas atividades em laboratório.

Aos Laboratórios de Fitopatologia e Física do Solo pela disponibilidade em realizar as análises.

Ao professor Álvaro Mafra pelo constante ensinamento do penetrômetro e dos dados coletados e ao professor Jackson pelos ensinamentos sobre física do solo.



Aos agricultores Valdir Paglia, Ricardo Sette, João Pasquali, Paulo Pasquali, Fabio Bisatto e Cláudio Severgnini e suas respectivas famílias, o meu muito obrigado por cederam suas lavouras para que essa pesquisa fosse realizada.

As minhas amigas Gracieli, Jurema pela ilimitada energia transmitida, pelo carinho e respeito à minha carreira profissional.

Ao estagiário André Martins do CEDUP de Água Doce, por contribuir nas atividades de campo e laboratório.

Aos meus amigos queridos do programa de pós-graduação (cursos de mestrado e doutorado) que sempre estiveram comigo, torcendo, aconselhando, parceiros de profissão e de vida.

Muito OBRIGADA a todas as pessoas que ajudaram a tornar essa dissertação uma realidade!



## RESUMO

MAIER, Maier. **Produtividade de semente de soja em diferentes sistemas de cultivos na região de Ponte Serrada SC**. 2016. 206 p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

A soja é a cultura de maior destaque na atividade agrícola no Brasil, considerando os incrementos registrados na área cultivada, na produção, na produtividade e na rentabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de semente de soja, em lavouras de produção de semente, visando identificar as possíveis causas de origem fisiológica, morfológica, sanitária da planta ou associadas com as características físico-químicas do solo. O estudo de caso foi exploratório. As avaliações foram realizadas nas safras 2014/2015 e safras 2015/2016, na região de Ponte Serrada Santa Catarina, em lavouras conduzidas em sistema de plantio direto, assim descritos soja+aveia+soja+aveia (soja+aveia), soja+pousio+milho+pousio+soja (soja+milho), soja+trigo+soja+trigo (soja+trigo) e soja+pasto+soja+pasto (soja+pasto). Foram amostradas duas lavouras por sistema especificado. Em cada lavoura foram escolhidos dois pontos, um com presença de plantas saudáveis (sem reboleira) e outro com presença de plantas atípicas (com reboleira). Em cada ponto foram avaliados a resistência do solo a penetração e obtidas as respectivas coordenadas geográficas. Ambos os pontos foram divididos em cinco partes (repetições) onde foi amostrado o solo nas profundidades 5, 10, e 20 cm respectivamente, para avaliar suas características físicas e químicas. Em cada repetição de campo, foram coletadas separadamente 20



plantas para a quantificação de doenças radiculares. Os patógenos foram identificados pela sintomatologia visível na parte abaixo do nó cotiledonar destas plantas. A parte área das plantas colhidas em 5m lineares foi utilizada para estimativa de produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de correlação de Pearson para associar a relação entre doença, rendimento, fatores físicos e químicos do solo. Os resultados indicam: i)alta incidência de podridões radiculares, valores maiores que 50%, independente do sistema de cultivo de soja; mas com prevalência de macrofomia em todos os sistemas de cultivo ser soja+aveia, soja+milho, soja+trigo ou soja+pato. ii)Na patologia de sementes, a alta incidência de podridões radiculares não influenciou na qualidade sanitária das sementes de soja. iii)Para rendimento de sementes, o melhor sistema foi soja+milho, com 2105 e 2300 kg.ha<sup>-1</sup>, na primeira safra e segunda safra, respectivamente. iv) Análise física: na primeira safra a resistência a compactação ocorreu no sistema soja+milho, soja+pasto, soja+trigo, sem e com reboleira. Na segunda safra a resistência a compactação foi observada nos sistemas soja+pasto e soja+trigo, sem e com reboleira VI) Análise química: dependente do sistema avaliado e da profundidade em que o solo foi analisado. Alta produtividade de sementes está altamente correlacionada à baixa incidência de podridões radiculares, solo descompactado, elevação do pH do solo para 6,5 e aumento da teor de fósforo para 30 mg dm<sup>3</sup>.

**Palavras-chave:** *Glycine max*. Doenças de raiz. Rendimento de sementes. Nutrição de plantas. Compactação.



## ABSTRACT

MAIER, Maira. **Productivity of soybeans in different crop systems in the region of Ponte Serrada, Santa Catarina State**. 2016. 206 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production). Universidade do Estado de Santa Catarina. Post-graduate Program in Plant Production, Lages.Brazil

Soybeans play an important role on the Brazilian agricultural activity as can be observed in increases on the production area, production, productivity and profitability. The main goals of this work were to evaluate the productivity of soybeans in order to identify the possible causes of physiological origin, morphological, plant health associated with soil physicochemical characteristics. The study was carried out during 2014/2015 and 2015/2016 vintages, in the region of Ponte Serrada, Santa Catarina state (Southern Brazil), in four crop systems described as: (1) no-till system, soybeans + oats + soybeans + oats, hereinafter designed as (soybeans + oats), (2): fallow land + maize + Soybeans + fallow land + soybeans, hereinafter designed as (soybeans + maize), (3): soybeans +wheat +soybeans + wheat, designed as (soybeans + wheat), and (4):soybeans + pasture + soybeans + pasture, designed as (soybeans + pasture). Were sampled two plantations per crop system. In each, two random points were sampled, a point with the presence of healthy plants and another with the presence of atypical plants. At each point we evaluated soil penetration resistance and their geographical coordinates recorded. Soil samples were collected at three depths (5, 10, and 20cm) in order to evaluate physicochemical characteristics. Five repetitions were performed. In each repetition, 20 plants were sampled for quantification of root diseases. The pathogens were



identified by observing the visible symptoms below the cotyledonal node of those plants. The aerial part of the collected plants was used to estimate the productivity. Data were submitted to Pearson's correlation analysis in order to evaluate the association between disease, yield, and physicochemical characteristics. The results showed: i) higher incidence of root rot, values above 50%, regardless of soybean crop system; and a prevalence of charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* fungus in all cropping systems. II) Higher incidence of root rot did not influence the sanitary quality of soybean seeds. III) Higher seed yield was observed for soybeans +maize crop system with 2105 and 2300 kg ha<sup>-1</sup>, in the first and second crop harvest or vintage, respectively. IV) Soil physical analyses for the first vintage showed soil resistance to compression in all systems except the system 1. Results from the second vintage showed that trend only for systems 3 and 4. VI) Chemical properties varied according to cropping system and soil depth. Higher productivity of soybean seeds is highly correlated to the low incidence of root rot, unpacked soil, increases in soil pH to 6.5 and increased levels of phosphorus to 30 mg dm<sup>3</sup>.

**Keywords:** Glycine max. Root diseases. Seed yield. Plant Nutrition. Soil compression resistance



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Precipitação pluvial, temperaturas, máxima, média e mínima durante o ciclo de cultivo da soja na safra 2014/2015 (A) e na safra 2015/2016 (B) na região de Ponte Serrada - SC. ....	61
Figura 2 – Aspecto na lavoura de soja cultivada no sistema soja+aveia evidenciando a presença de reboleira, identificada pela estaca. Safra 2014/2015, na região de Ponte Serrada - SC. ....	63
Figura 3 – Foto ilustrativa do processo de medida de cinco metros lineares para amostragem de plantas de soja.....	65
Figura 4 - Identificação das plantas de soja (seta vermelha, planta doente e seta verde, planta sadia). ....	65
Figura 5 – Plantas de soja amostradas e identificadas para fins de análise dos caracteres morfo-agronômico e componentes do rendimento. ....	66
Figura 6 – Foto ilustrativa dos anéis volumétricos contendo as amostras de solos coletadas. ....	67
Figura 7 – Foto ilustrativa do processo de introdução da haste do penetrômetro, no solo, em lavoura de soja na região de Ponte Serrada - SC. ....	69
Figura 8 - Coleta do solo com o batedor e anel volumétrico.....	70
Figura 9 – Foto ilustrativa da identificação do sistema de cultivo soja+aveia, na repetição T1R4. ....	70
Figura 10 - Foto ilustrativa da identificação do sistema de cultivo soja+pasto, na reboleira e na repetição 3. ....	71
Figura 11 - Anéis volumétricos preparados para análises físicas do solo. ....	72
Figura 12 - Amostras de solo moído para análise química. ....	74
Figura 13 - Aparelho contador de semente.....	77
Figura 14 - Correlação entre a produtividade em relação à incidência de podridões radiculares, de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C – médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada –SC. ....	119
Figura 15 - Correlação entre a produtividade em relação à resistência a penetração do solo (RP), de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C – médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada – SC. ....	122



Figura 16 - Correlação entre a produtividade em relação à resistência a penetração do solo (RP), de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C, médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada- SC. ....	147
Figura 17 - Resistência à penetração, entre os sistemas de cultivos de soja, na safra 2014/2015 (A-B), e na safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada- SC. ....	151
Figura 18 - Umidade na capacidade de campo para solo argiloso (UCC Arg), entre os sistemas de cultivos de soja, na safra 2014/2015 (A-B), e na safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada- SC. ....	152
Figura 19 - Macroporosidade do solo (MACRO), entre os sistemas de cultivos de soja, na safra 2014/2015 (A-B), e na safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada- SC. ....	153
Figura 20 – Teores de Argila no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.....	164
Figura 21 - Correlação entre a produtividade em relação a o pH do solo, de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C, médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada- SC.....	165
Figura 22 - Correlação entre a produtividade em relação à resistência o teor de fósforo (P) no solo, de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C, médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada – SC.....	166
Figura 23 – Teores de matéria orgânica (MO) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada-SC.....	167
Figura 24 – pH do solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	168
Figura 25 – Acidez potencial (H+Al) do solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	169
Figura 26 – pH do solo, avaliado por SMP, em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	170
Figura 27 – Alumínio (Al) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	171



Figura 28 – Percentagem de alumínio (Al%) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	172
Figura 29 – Capacidade de troca de cátions (CTC) solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	173
Figura 30 – Saturação por bases (Bases%) do solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	174
Figura 31 – Fósforo (P) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	175
Figura 32 – Potássio (K) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.....	176
Figura 33 – Teores de magnésio (Mg) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.....	177
Figura 34 - Relação entre cálcio e magnésio (Ca/Mg) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada - SC.....	178
Figura 35 - Relação entre cálcio e potássio (Ca/K) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.....	179
Figura 36 - Relação entre magnésio e potássio (Mg/K) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada - SC.....	180



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Correlação de Pearson na safra 2014/ 2015, das variáveis estudadas em função de quatro sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.....	84
Tabela 2 - Correlação de Pearson na safra 2014/2015, das variáveis estudadas em função de cada um dos quatro sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.....	97
Tabela 3 - Correlação de Pearson na safra 2015/2016, das variáveis estudadas em função dos sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC. ....	99
Tabela 4 - Correlação de Pearson na safra 2015/ 2016 , das variáveis estudadas em função de cada um dos quatro sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.....	115
Tabela 5 - Incidência de podridões radiculares, em plantas de soja em função de diferentes sistemas de cultivos, em duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada - SC.....	123
Tabela 6 - Prevalência de doenças radiculares em plantas de soja em função dos diferentes sistemas de cultivos nas safras 2014/2015 e 2015/2016 na região de Ponte Serrada SC.....	124
Tabela 7 – Relação entre agente causador x sintoma na safra 2015/2016 na região de Ponte Serrada SC.....	127
Tabela 8 - Caracteres morfo-agronômicos e componentes de rendimento em função de diferentes sistemas de cultivo, por duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada SC. ....	132
Tabela 9 - Número de ramos por planta (NRP) em função do sistema de cultivo e reboleira, nas safras 2014/2015 e 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.....	133
Tabela 10 - Número de nós por planta (NNP) de soja em função do sistema de cultivo e reboleira para a safra 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.....	135
Tabela 11 - Número de vagens por planta (NVP) de soja em função do sistema de cultivo e reboleira para a safra 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.....	137
Tabela 12 - Número de sementes por planta (NSP) de soja em função do sistema de cultivo e reboleira, na safra 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.....	138



Tabela 13 - Rendimento de sementes de soja em função dos diferentes sistemas de cultivos, em duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada- SC. ....	143
Tabela 14 - Rendimento de sementes de soja em função dos diferentes sistemas de cultivos, reboleira e plantas doentes, em duas safras, na região de Ponte Serrada- SC. ....	144



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>31</b>
1.1	HIPÓTESES DA PESQUISA .....	35
1.2	OBJETIVO GERAL .....	36
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>37</b>
2.1	ATUALIDADES SOCIOECONÔMICAS E PRODUTIVAS DA SOJA NO MUNDO E NO BRASIL .....	37
2.2	DOENÇAS DE RAIZ DA PLANTA DE SOJA.....	40
2.3	ASPECTOS FÍSICOS DO SOLO .....	46
2.4	ASPECTOS QUÍMICOS DO SOLO .....	52
2.5	ARQUITETURA DE PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO .....	56
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>58</b>
3.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO E DOS SISTEMAS DE MANEJO.....	58
<b>3.1.1</b>	<b>Dados climatológicos .....</b>	<b>59</b>
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	62
3.3	CARACTERES AVALIADOS .....	63
<b>3.3.1</b>	<b>Análise de doenças do sistema radicular.....</b>	<b>63</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Caracteres físicos do solo.....</b>	<b>66</b>
<b>3.3.2.1</b>	<b>Resistência do solo à penetração .....</b>	<b>68</b>
<b>3.3.2.2</b>	<b>Análises físicas.....</b>	<b>71</b>
<b>3.3.2.3</b>	<b>Análises químicas .....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.2.4</b>	<b>Análise dos caracteres morfo-agronômicos e componentes do rendimento.....</b>	<b>74</b>
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	77
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>80</b>



4.1. ESTUDOS DE CORRELAÇÃO .....	80
4.1.1 Correlação geral para safra 2014/2015.....	80
4.1.1.1 Sistema soja+aveia na safra 2014/2015 .....	84
4.1.1.2 Sistema soja+milho, na safra 2014/2015.....	87
4.1.1.3 Sistema soja+trigo, na safra 2014/2015. ....	91
4.1.1.4 Sistema soja+pasto, na safra 2014/2015.....	93
4.1.2.1 Sistema soja+aveia na safra 2015/2016.....	102
4.1.2.2 Sistema soja+milho, na safra 2015/ 2016.....	105
4.1.2.3 Sistema soja+trigo, na safra 2015/2016. ....	108
4.1.2.4 Sistema soja+pasto, na safra 2015/2016.....	111
4.4 INCIDÊNCIA E PREVALÊNCIA DE PODRIDÕES REDICULARES .....	123
4.5 PATOLOGIA DE SEMENTES .....	125
4.6 CARACTERES MORFO-AGRONÔMICOS E COMPONENTES DO RENDIMENTO .....	128
4.7 ANÁLISE FÍSICA DO SOLO .....	145
4.8 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO .....	155
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>181</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>183</b>





## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O maior desafio mundial é produzir alimento para suprir as necessidades da população humana que vem crescendo. Em decorrência dos fatores naturais e unidade de áreas serem limitantes procura-se suprir produção com a demanda.

A soja ocupa lugar de destaca no cenário do agronegócio brasileiro, sendo cultivada em quase todas as todas as regiões do planeta. Essa cultura é bastante estudada devido às suas propriedades nutricionais (CUNHA, 2015).

Resultante da expansão da cultura da soja, segundo Reis (2004), ocorre simultaneamente o aumento da intensidade de doenças, desequilíbrio nutricional no solo e nas plantas, precipitação desuniforme, além da indisponibilidades no mercado de cultivares tolerantes ao complexo das doenças radiculares, tem influenciado a intensidade das mesmas.

Dentre as doenças da soja merecem destaque as envolvidas como podridões radiculares causadas por *Fusarium solani* e *Macrofomina phaseolina*. Pesquisas foram conduzidas visando estas doenças, focado para cultivares, entretanto no Brasil são poucos os trabalhos de pesquisa publicados visando o controle destas doenças com práticas culturais.

As podridões radiculares ocorrem com frequência causando dano, em lavouras onde apresenta fatores em desequilíbrio. Em solos supressivos com disponibilidade de água e temperatura ideal contribuem para suprir às necessidades das plantas. As doenças não ocorrem ou quando presentes estão em baixa intensidade e não causam danos (CHANDRANI; BAKER, 1979).

A rotação de cultura influencia positivamente na recuperação e melhorias dos recursos naturais, viabiliza

a produtividade, além de preservar e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo e auxilia no controle de pragas, doenças e plantas daninha, além de repor e proteger o solo dos agentes climáticos, viabiliza a semeadura (EMBRAPA, 2011).

O sistema plantio direto implantado na maioria das lavouras cultivadas sem a rotação de cultura não tem alcançado os resultados satisfatórios de produtividades. Sabe-se que no sistema plantio direto ocorre maior acúmulo de restos culturais, ocorrendo maior incidência de doenças, quando comparado com o sistema convencional que acaba movimentando o solo, incorporando os restos culturais no solo e consequentemente eliminando esses parasitas necrotróficos, sendo assim, outra possibilidade de controle das podridões radiculares é a supressividade dos solos, ou seja, realizar o cultivo em diferentes sistemas de manejo, inserindo espécies vegetais de inverno e de verão em forma de rotação de cultura num sistema de plantio direto, promovendo a alternância do alimento aos fungos com o objetivo de promover redução dos danos (CHANDRANI; BAKER, 1979).

No sistema contínuo de soja+trigo+soja+trigo, tende a provocar degradação física, química e biológica do solo e diminuição da produtividade, além deste sistema o sistema de monocultura que vem predominando nos últimos anos no Brasil em decorrência do preço atrativo da soja, tem surgido problemas, sendo necessário a introdução, de outras espécies, de preferência gramíneas, como milho, pastagens e outras a fim de minimizar os problemas (EMBRAPA, 2011).

A pesquisa, assistência técnica e agricultores estão preocupados com a ocorrência e danos causados pelas podridões radiculares na cultura da soja, pois não

se conhece o montante de danos que estas doenças causam na cultura, além disso, possuem poucas alternativas de cultivares tolerante e de estratégias de controle (CHETI; BAKER, 1980).

São relatadas poucas informações a respeito do efeito de sistemas de cultivos, de práticas culturais à rotação, ou a monocultura e tratamentos de sementes sobre as espécies de fungos que causam as podridões de raiz. Estas doenças merecem atenção dos pesquisadores em relação ao mecanismo de sobrevivência dos fitopatógenos, pois através desta informação poderia manejar cada doença alvo por meio de práticas culturais.

Para obter melhor precisão na amostragem, entre as melhores metodologias, citam-se a de se avaliar comparas o número de plantas sadias em relação às doentes, obtidas de uma mesma lavoura dentro de uma mesma safra agrícola, portanto dentro de um mesmo sistema de cultivo (EMBRAPA, 2011).

Em relação ao solo, os diferentes sistemas de manejo provocam alterações na estrutura do solo (TAVARES FILHO; TESSIER, 2010). As lavouras que sofreram impacto ambiental possuem atributos físicos que podem ser usados como indicadores da qualidade do solo. Exemplo disso é a densidade do solo como um indicador de compactação observado através da diminuição da porosidade e de alterações da estrutura do solo.

O sistema de preparo do solo tem efeito estrutural no perfil do solo, nos índices de agregação e na resistência do solo à penetração (CUNHA, 2011). O uso intensivo do solo promove compactação subsuperficial indicada pela redução da relação macro/microporos, acompanhada da maior densidade do solo (BILIBIO et al. 2010).

Segundo Betioli et al. (2012) a adição de matéria orgânica ao solo em diferentes sistemas de manejo pode trazer benefício químico e associada a melhoria na qualidade física. Segundo Cunha (2011) a matéria orgânica pode elevar o volume de poros, reduzir a densidade do solo, aumentar a infiltração e aeração deste, o que é favorável para desenvolvimento das raízes das plantas.

Em decorrência do plantio direto mobilizar pouco o solo e manter os resíduos vegetais sobre este; torna o plantio direto uma alternativa para preservar capacidade produtiva de uma lavoura, por preservar as propriedades físicas, químicas, aumentar matéria orgânica e reduzir erosão do solo (COSTA, 2013).

A fauna do solo também é influenciada positivamente ou negativamente pelas práticas de manejo, ocorrendo impactos diretos (ação mecânica, aração, gradagem e efeito dos agroquímicos), indiretos (modifica estrutura do habitat e os recursos alimentares). Devido o uso intensivo do solo (monocultura) no cenário atual, proporciona um habitat específico para determinadas comunidades da macrobiótica, reduzindo o número e diversidade de espécies nas lavouras (WARDLE, 1995).

A compactação do solo ocorre com frequência nas propriedades agrícolas, que utilizam máquinas, implementos e pisoteio intenso com animais dificultando desenvolvimento de raízes. Em função disso, a compactação do solo tem conduzido à perda gradativa da produtividade agrícola e levado o solo à degradação (SILVA et al., 2000).

Para determinar a resistência à penetração é utilizado, por exemplo, o aparelho chamado de penetrômetro. Este aparelho é de fácil uso e é rápido para se obter o diagnóstico sobre a situação da

compactação do um determinado solo (BENGHOUGH, 1990). O manejo ao qual o solo é submetido influencia diretamente a resistência mecânica à penetração (DEXTER, 1992). O monitoramento da situação do solo de lavouras com este aparelho pode diagnosticar, precocemente o grau de compactação e a partir dos resultados obtidos se sugerir práticas de manejo para diminuir ou evitar a compactação do solo.

O manejo para obter altas produtividades deve iniciar com a escolha de sementes de boa qualidade, cultivares adaptadas para cada região, semear em época recomendada, qualidade de semeadura, seguindo sempre a recomendação técnica de calagem e de adubação, fazer manejo de plantas daninhas, de pragas e de doenças.

Em relação à produtividade a mesma resulta da interação do potencial genético e das condições ambientais, durante o período de cultivo. Antes da colheita costuma-se estimar a produtividade para se planejar a comercialização e gerar expectativas de lucro.

## 1.1 HIPÓTESES DA PESQUISA

Há variabilidade de produtividade de semente de soja nas lavouras, na região de Ponte Serrada, Santa Catarina;

As doenças de raiz contribuem para esta variabilidade de produtividade de semente de soja dentro de uma mesma lavoura;

Existem doenças que predominam em áreas onde o perfil do solo se mantém mais úmido;

Existe compactação diferencial do solo e esta provoca esta variabilidade de produtividade de semente de soja;

Ocorre compactação geral da lavoura em decorrência das práticas de manejo do solo ser ineficiente;

Existe variação no perfil do solo em seus atributos químicos e esta provoca variabilidade de produtividade de semente de soja;

As doenças do sistema radicular predominam em solos compactados contribuindo para aumentar o gradiente de variabilidade da produtividade de sementes.

Fatores físicos e químicos ocorrem simultaneamente e estão associados com a compactação do solo.

Há uma forte associação entre os caracteres morfo-agronômicos que se evidenciam como contrastantes onde há variabilidade de produtividade de semente de soja.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Identificar quais os fatores que influenciam na variabilidade de produtividade das sementes de soja, na região de Ponte Serrada, SC.

Objetivos específicos:

i. avaliar se fatores sanitários influenciam a variabilidade da produtividade de semente da soja.

ii. avaliar se fatores físicos do solo influenciam a variabilidade da produtividade de semente da soja.

iii. avaliar se fatores químicos do solo influenciam a variabilidade da produtividade de semente da soja.

iv. avaliar a relação entre os caracteres morfo-agronômicos que contribuem para evidenciar a variabilidade da produtividade de semente de soja.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O plantio direto é um sistema conservacionista que envolve técnicas de preservação ambiental, fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente, através da rotação de culturas. A monocultura consiste no uso contínuo de uma mesma cultura em uma mesma área, numa mesma estação de crescimento. A rotação de cultura consiste em alterar espécies vegetais no decorrer do tempo, numa mesma área agrícola, sempre considerando além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo. No sistema de cultivo em que se emprega a sequência soja+trigo há o estabelecimento de duas ou mais espécies, na mesma lavoura, em um período inferior a 12 meses. Incidência é um método quantitativo de medição de doença, obtido através da contagem de plantas doentes ou órgão através do número e/ou porcentagem (frequência), sem levar em consideração a quantidade de doença em cada planta ou órgão individualmente. A prevalência é identificar quais as doenças presentes na planta ou no órgão avaliado.

### **2.1 ATUALIDADES SOCIOECONÔMICAS E PRODUTIVAS DA SOJA NO MUNDO E NO BRASIL**

A soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo, possui grande importância na alimentação humana. Além da importância na nutrição da população mundial, o grão é utilizado de diversas outras formas como, por exemplo, na produção de óleo, ração animal e biocombustíveis. Devido a esses aspectos a soja tornou-se muito importante na economia mundial, sendo o produto agrícola mais exportado pelo Brasil (OLIVEIRA, 2005).

Os dados de soja em nível de Brasil indicam uma área total cultivada de 31,9 milhões de hectares, uma produção de 96 milhões de toneladas, com produtividade média de grãos de  $3,011 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Para toda esta área de cultivo, na safra 2013, os dados da FAO indicam que tinham 1,6 milhões de toneladas de sementes (FAO-SATAT, 2016).

A área destinada ao cultivo de soja no Brasil vem aumentando anualmente, passando de 28 milhões de hectares em 2013 com perspectiva para chegar a 34,4 milhões de hectares em 2023 (CONAB, 2013). Além do aumento na área cultivada, os avanços científicos e a disponibilidade de tecnologias no setor, tais como, evolução no processo de mecanização do cultivo, a criação de cultivares altamente produtivas o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, vem ajudando a alavancar a produção (FREITAS, 2011).

O clima tem sido favorável para a realização das colheitas na safra 2015/16 com baixa umidade o que contribuiu para obter um produto de qualidade, embora o início da semeadura com atraso devido ao excesso de chuva. A região do Centro-Oeste, considerada a maior produtora de soja terá aumento de produtividade mesmo com baixa produtividade nas lavouras de ciclo precoce em Goiás e Distrito Federal, pois foram afetadas pelo clima durante todo o ciclo da cultura. Para a região do Mato Grosso, mesmo com o atraso da semeadura esta superou 2,8% da safra anterior (CONAB, 2016).

Além do aumento na área cultivada, os avanços científicos e a disponibilidade de tecnologias no setor, a mecanização e a criação de cultivares altamente

produtivas e o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e de calagem, ao manejo de pragas, plantas daninhas e de doença, e finalmente, a redução de perdas no processo de colheita, tem ajudado a alavancar a produção (CONAB, 2016).

O cultivo da soja no Brasil é uma das atividades econômicas mais importantes no meio rural, pois as vendas dos grãos geram divisas e lucros para todo o setor produtivo. A soja foi responsável pelo ressurgimento da agricultura comercial no país, levando o progresso e o desenvolvimento ao interior, fazendo surgir cidades, expandido as fronteiras agrícolas e gerando riquezas, para regiões até então despovoadas e desvalorizadas (SCHWEITZER; HARPER, 1985).

Nos anos 80, a soja expandiu nos estados de Goiás e Mato Grosso, hoje a expansão continua em uma nova fronteira agrícola chamada de Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), apesar das condições edafoclimáticas serem ideais para o cultivo, o desafio principal é a logística para transporte dos grãos e impasse na questão ambiental. Com a expansão das áreas cultivadas, também aumentam os problemas fitossanitários, exigindo cada vez mais atenção da pesquisa, da assistência técnica e dos agricultores, para garantir a produtividade planejada (EMBRAPA, 2010).

A cultura da soja está sujeita a mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus. Com a expansão da soja para novas áreas e, como consequência, a monocultura ocorre esse número de doenças está aumentando. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra (MENTEN, 2013).

Todas as partes da planta são suscetíveis a um grande número de patógenos que reduzem a quantidade e a qualidade dos grãos produzidos (HARTMAN; SINCLAIR; RUPE, 1999), principalmente aquelas causadas por fungos, as quais podem comprometer o potencial de produtividade, dentre essas doenças se destaca as podridões radiculares e da haste.

Os fungos agentes causais destas doenças sobrevivem principalmente nos restos culturais de soja que permanecem na superfície do solo em sistema de plantio direto que predomina nas lavouras catarinenses (COSTAMILAN, 1999).

## 2.2 DOENÇAS DE RAIZ DA PLANTA DE SOJA

Podridão de carvão, agente causal *Macrophomina phaseolina*, esta doença, causa prejuízo em condição de clima seco e em lavoura onde solo apresenta compactado, desenvolvendo raiz superficial. Rizoctoniose agente causal *Rhizoctonia solani*, causa morte em reboleira. Podridão vermelha da raiz ou síndrome da morte súbita, agente causal *Fusarium solani*, apresenta na raiz reboleira avermelhada logo abaixo do nível do solo. Fitófora agente causal *Phytophthora sojae*, causa morte de plantas em qualquer fase de desenvolvimento, sua manifestação está relacionada com o excesso de umidade do solo.

*Macrophomina phaseolina* é capaz de infectar centenas de espécies vegetais, tais como, milho, sorgo, amendoim, algodão e girassol, entre outras espécies botânicas (FIGUEIREDO et al., 1969; GHAFAR; ZENTMYER, 1968; MENDES et al., 1971; WYLLIE, 1988), disseminação pode ocorrer por microescleródios levados pelo vento, água, é hospedeiros as leguminosas,

exigido ambiente próximo de 30 °C com período de déficit hídrico. As principais medidas de controle, é rotação de cultura empregada para promover a interferência na biologia e da sobrevivência do patógeno, através de manejo do solo, resultando em ambiente inadequado para o desenvolvimento do fungo e/ou favorecendo organismos antagonistas (KENDIG et al., 2000).

*Rizoctonia solani*, o sintoma inicia-se por podridão castanha e aquosa da haste, próximo ao nível do solo e estende-se para baixo e para cima ,disseminação, ocorre pela água, vento, solo contaminado e implemento agrícola, possui ampla gama de hospedeiro (Alho, Cebola, Amendoim, Beterraba, Repolho, Nabo, Pimentão, Café, Cenoura, Soja, Algodão, Girassol, Alfaca, Tomate, Tabaco, Arroz, Feijão, Beringela, Batata, Jiló, Sorgo, Milho, Cevada, Aveia, Ervilha, Gergelim, Melão, Melancia, Maçã, Uva, Maracujá, Abacaxi, Pastagens), exigindo ambiente com temperatura entre 9° e 27°C e alta umidade relativa .O fungo produz uma toxina que inibe o crescimento da planta. Umidade do solo favorece o desenvolvimento da doença. Quanto a infecção o fungo produz uma toxina que inibe o crescimento da planta e em condições favoráveis desenvolvem-se sob a forma de hifas, esporângios, zoósporos, oósporos e escleródios. Em condições adversas sobrevive através de estruturas de resistência como oósporo e escleródio. A infecção acontece quando as hifas penetram nos tecidos vegetais diretamente ou através de ferimentos. A partir daí ocorre a colonização nos tecidos e a reprodução do patógeno., principais medidas de controle, tratamento de sementes, rotação de cultura com gramínea, incorporação de restos vegetais, eliminar a compactação do solo, utilizar sementes sadias, rotação de culturas, evitar locais úmidos. E preferencialmente realizar plantio em época quente para rápida emergência e desenvolvimento da planta.

*Fusarium solani*, o sintoma de infecção na raiz inicia com uma reboleira avermelhada, mais visível na raiz principal, geralmente localizada um a dois centímetros abaixo do nível

do solo, as raízes secundária degradam rapidamente, ficando apenas a raiz principal. Predomina em ambiente úmido e baixa temperatura, fonte de inóculo é solo compactado e encharcado, dissemina através de materiais vegetais acompanhado de solo. Para controle é indicado usar variedades tolerantes e evitar a compactação do solo e a predisposição das plantas ao estresse hídrico e ao encharcamento.

*Phytophthora sojae*, os sintomas podem ser encontrados em plantas de soja em qualquer fase de desenvolvimento, as mais jovens são as mais suscetíveis, durante a pré-emergência ocorre apodrecimento de semente ou flacidez da raiz, em plantas adultas ocorre apodrecimento da raiz, clorose de folhas e murcha de plantas, as fontes de inóculo é plantas jovem e adultas e a disseminação através do vento, solo e estruturas de resistência (oósporo), ocorre em ambiente úmido com temperatura ideal de 25 °C e 28°C. Para controle, recomenda usar variedades resistentes a raça 1 e melhorar as condições de drenagem do solo. Em plantas adultas os danos não justificam a adoção de medidas de controle.

As doenças limitam a produtividade na cultura da soja, sendo essas, na maioria das vezes, de difícil controle, pois suas ocorrências variam de ano para ano e de região para região dependendo do clima, temperatura e umidade relativa do ar (EMBRAPA, 2011).

A maior parte dos patógenos da cultura da soja é transmitida através das sementes acompanhadas de patógenos, oriundas de lavouras infestadas/infectadas, ocorrendo assim introdução de espécies desses patógenos em áreas isentas, consequentemente aumentando a incidência e severidade de doenças (EMBRAPA, 2011). A alternativa do uso de cultivares com tolerância genética é uma das opções para controle das doenças. É necessário conhecer as exigências

específicas (temperatura ideal, substrato, umidade relativa do ar, etc...) de cada doença para integralizar práticas culturais, como: rotação/soja+trigo de culturas, tratamento químico de sementes, tolerância varietal, calagem e adubação equilibrada, população de plantas adequada e melhor época de semeadura, controle de plantas daninhas hospedeiras e o tratamento químico da parte aérea das plantas (EMBRAPA, 2011).

O fungo *R. solani* pode causar morte e tombamento de plantas em reboleira. Para controlar é necessário realizar o tratamento de sementes, manejo adequado do solo e rotação de cultura (COSTAMILAN; SOARES; BERTAGNOLLI, 2010).

O tombamento e podridão radicular causado por *Pythium* spp, é comum ocorrer em regiões onde a temperatura do solo costuma ser baixa na época de semeadura. Não tem causado danos significativos a soja, mas quando mal controlada pode vir a causar prejuízos. O manejo do solo com o uso alternado de espécies é importante para evitar o aparecimento das doenças (COSTAMILAN; SOARES; BERTAGNOLLI, 2010).

A podridão radicular de *Phytophthora sojae* é uma das doenças radiculares que causam prejuízos econômicos, pois ocorre redução do crescimento, apodrece as sementes, morte de plântulas, além de morte de plantas adultas em qualquer fase de desenvolvimento, ocorrendo em extensas áreas de cultivo, sendo necessário realizar ressemeaduras, pois caso contrário o estande de plantas ficará abaixo do ideal e conseqüentemente haverá redução da produção. Esta podridão radicular causado prejuízos nos seguintes países: França, Itália, Rússia, Ucrânia, China, Irã, Japão, República da Coreia, Paquistão, Argentina, Brasil, Canadá, Estados Unidos da América (EUA) e Austrália.

Nos EUA, a doença foi observada em soja pela primeira vez em 1948, no Estado de Indiana, em 1951, em Ohio, em 1955. Na Argentina, a primeira observação foi feita em (1970). No Brasil, a doença foi identificada no Estado do Rio Grande do Sul, na safra 1994/1995, porém os prejuízos ocorreram na safra 2005/2006, quando se observou, nas lavouras nos Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, o tombamento de plantas em pós-emergência, em locais onde o solo estava compactado e com acúmulo de água, causando falhas de estande inicial, diante disso foi necessário ressemear as lavouras. Até a safra 2007/2008, foram observadas nos estados de Santa Catarina, do Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (COSTAMILAN; SOARES; BERTAGNOLLI, 2010).

Segundo Pacheco (1998), ocorreu, em Santa Catarina, no Paraná e no Mato Grosso do Sul as podridões radiculares de *Phytophthora*. As lavouras identificadas em Santa Catarina com podridão radicular de *Phytophthora* foram nos municípios de Chapecó e Abelardo Luz (EMBRAPA, 2007). Porém, no Brasil, ainda não foram quantificadas as extensões das perdas provocadas por esta doença.

O ideal é realizar o controle integrado que consiste no uso de cultivares tolerantes, melhoria nas condições físicas do solo, através da drenagem e a descompactação do solo, rotação de culturas pode ser usada para evitar aumento do nível de inóculo deste fungo (SCHMITTHENNER, 1999). Quando são adotadas medidas para drenar ou descompactar o solo que se apresentem úmidos e compactados, se evitam períodos longos de umidade no solo, isto associado ao uso de variedades com tolerância parcial poderá escapar da doença de *P. sojae* e as plantas permanecerem sadias durante todo o ciclo de cultivo da soja (DORRANCE, 2001).

A podridão vermelha da raiz (*Fusarium solani*), é uma doença importante por que pode causar perdas de até 70% da produção de soja (FREITAS, 2004). Esta doença foi relatada, pela primeira vez, em 1972, nos EUA, no estado de Arkansas, sendo seu agente causal (etiológico) o fungo *Fusarium solani* (WEIDEMANN, 1986) ou como *Fusarium solani* f.sp. *glycines* (ROY, 1997). No Brasil, esta doença foi observada por pesquisadores da EMBRAPA na safra 1981/1982, em São Gotardo-MG. Já foram encontradas em lavouras de soja para produção de semente em Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (NAKAJIMA, 1996).

Para esta doença não possui opção de controle químico, sendo necessário usar cultivares tolerantes, pois o método de rotação de culturas também não tem sido eficaz (YORINORI, 2000). No Brasil após estudo de dez anos, apontam como causadores da podridão vermelha da raiz as espécies: *F. virguliforme*, *F. tucumaniae* e *F. cuneirostrum*. As espécies que ocorrem supostamente no Brasil são *F. verguliforme* e *F. cuneirostrum* (AOKI et al., 2005).

No Brasil são limitados os estudos sobre identidade e diversidade genética da população de *Fusarium solani* associada a soja. Em estudo com 26 isolados de *Fusarium* obtidos de soja, oriundos apenas do Brasil foi identificada a presença de *Fusarium tucumaniae*, então foi novamente sugerida estudar a diversidade da população com base em estudos morfológicos, filogenéticos e de patogenidades e também por técnicas de biologia molecular, como RFLP (polimorfismo no comprimento de fragmentos obtidos por corte da fita dupla de DNA). Além de ter sido evidenciada a presença de *Fusarium solani* forma B (FSB) (ARRUDA, 2005). A nomenclatura utilizada para nomear o

patógeno é *Fusarium solani* f.sp. *glycines*. Existe a possibilidade de encontrar espécies de fusarium e populações novas destes patógenos no Brasil (LIMA, 2009).

A podridão de raízes de soja causada por *Macrophomina* é de fácil identificação, pois os tecidos que revestem a raiz principal e o colo da planta são facilmente removidos, e observa-se linha, círculos ou reboleiras negras. Além dos sintomas nas raízes, se observa que na parte aérea das plantas, que os folíolos apresentam-se subdesenvolvidos e vão amarelecendo, murcham e secam, mas ficam presos no pecíolo.

O agente causal dessa doença é o fungo *Macrophomina phaseolina*. Trata-se de um fungo que tem sido constatado em grande número de plantas hospedeiras; daí sua ampla dispersão geográfica (EMBRAPA, 2011). A infecção e colonização dos tecidos podem ocorrer na fase de planta jovem, embora os sintomas sejam mais visíveis na fase reprodutiva. Plantas crescidas em condições de estresse e temperaturas elevadas são mais predispostas a desenvolver a doença (EMBRAPA, 2011).

O manejo desta doença envolve medidas preventivas, como: a rotação com gramíneas, a utilização de cultivares menos suscetíveis, o planejamento da semeadura (de modo a minimizar a exposição das plantas a períodos de seca), e manter a umidade do solo (evitar estresse hídrico) e evitar adensamento de plantas no cultivo da soja (EMBRAPA, 2009).

## 2.3 ASPECTOS FÍSICOS DO SOLO

Os indicadores de aspectos físicos do solo têm relações fundamentais com os processos hidrológicos,

tais como taxa de infiltração, escoamento superficial, drenagem e erosão. Este tem função no armazenamento e suprimento de água, de oxigênio e nutrientes presentes no solo às plantas. Para se identificar um solo de boa qualidade devem-se observar os indicadores físicos da qualidade que são: textura, estrutura, resistência à penetração, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível, percolação ou transmissão da água e sistema de cultivo (EMBRAPA, 1997).

Para identificação da textura é necessário realizar uma caracterização desta em intervalos regulares a cada 2 a 5 anos de cultivo, por que a alteração da textura pode ocorrer se houver erosão acelerada que remove a argila e ficam frações grosseiras. A determinação deve ser feita pelo método da pipeta (GEE; BAUDER, 1986; EMBRAPA, 2006), com remoção prévia de agentes cimentantes como a matéria orgânica e compostos carbonáticos.

Para avaliar a estrutura do solo envolvem a agregação e a distribuição dos agregados. As técnicas de medida consistem em peneirar o solo úmido ou seco (EMBRAPA, 2006) e os resultados expressos em percentagem de agregados estáveis em água, com diâmetro maior que 0,5 mm ou 1,0 mm, utilizando o aparelho de Yooder. A funcionalidade da estrutura do solo pode também ser avaliada pela porosidade total, macro e micro porosidade e distribuição do tamanho de poros (avaliação pela curva de retenção de umidade do solo). A distribuição do tamanho dos poros é importante na caracterização da estrutura. Os poros do solo possuem cavidades com diferentes tamanhos e formas decorrentes do arranjo das partículas do solo (MARQUES, 2000). É nos poros que ficam disponibilizados o ar, a água e nutrientes a serem

absorvidos via raízes das plantas. Segundo Tognon (1991), a porosidade interfere na aeração, condução e retenção de água, resistência à penetração e à ramificação das raízes no solo.

O solo ideal é aquele que possui volume e dimensões de poros adequados para que ocorram movimentação e retenção de água e ar de modo a atender as necessidades da cultura (HILLEL, 1980). Segundo Klein (1998) é mais importante a distribuição dos poros do que a porosidade total. Em decorrência a distribuição surgiu a classificação padrão de tamanho distinto dos poros, considerando tamanho e espaço poroso (MARQUES, 2000). Embora não ocorra de forma clara a classificação entre poros grandes e pequenos, acabam separando em duas classes: micro e macroporos. Os microporos, também denominados poros capilares, representam os poros responsáveis pela retenção da água no solo, enquanto os macroporos representam os poros responsáveis pela drenagem e aeração do solo (BRADY, 1979). Segundo Kiehl (1979) classifica-se como macro e microporos, os poros com diâmetro maior e menor, respectivamente, que 0,06 mm, enquanto Richards (1965) utiliza diâmetro igual a 0,05 mm como limite de separação entre macro e microporos. Existem os mesoporos, considerados poros intermediários (de 0,02 a 0,05 mm), que podem ser quantificados pela técnica de micromorfologia, utilizada para monitorar diversas práticas agrícolas. Com o auxílio das técnicas de processamento e análise digital de imagem, a micromorfologia é capaz de fornecer resultados quantitativos de macroporosidade e composição, além de possibilitar a visualização das alterações estruturais causadas pelo uso do solo (CLEMENTE, 2015). Luxmoore (1981) sugeriu uma classificação onde os microporos apresentam diâmetro

menor que 0,01 mm; os mesoporos apresentam diâmetro entre 0,01 e 1,0 mm; e os macroporos, diâmetro maior que 1,0 mm. Já Klein e Libardi (2002), classificam como macroporos, os poros com diâmetro maior que 0,05 mm (que perdem a água em tensões menores que 6 kPa), microporos, aqueles com diâmetro entre 0,05 e 0,0002 mm (que são esvaziados a tensões entre 6 e 1500 kPa) e criptoporos, poros com diâmetro menor que 0,0002 mm (que perdem a água apenas para tensões maiores que 1500 kPa). A distribuição de poros do solo também pode ser avaliada considerando-se uma distribuição bimodal dos mesmos, na qual os poros do solo são classificados em poros inter-agregados e poros intra-agregados (OTHMER et al., 1991). Os poros inter-agregados incluem os macro e mesoporos, caracterizando-se pelo fato de serem rapidamente esvaziados fazendo com que a condução de água pelo solo decresça também rapidamente. Os poros inter-agregados apresentam como função básica a aeração das raízes das plantas e para a condução da água de drenagem lenta do solo (OTHMER et al., 1991).

A resistência à penetração é, comumente, avaliada utilizando um penetrômetro, sendo expressa em  $\text{kg.cm}^{-2}$  ou kPa; esta avaliação requer o conhecimento do teor de umidade do solo. Pode também ser avaliada indiretamente pela densidade do solo ( $\text{g.cm}^{-3}$ ), pela condutividade hidráulica ( $\text{cm.h}^{-1}$ ) e pela profundidade de raízes. Por exemplo, valores elevados de densidade do solo, baixos de condutividade hidráulica e raízes pouco profundas são indicativos de alta resistência à penetração do solo, também chamados de solos pesados ou adensados. Para melhorar os parâmetros físicos acima é necessário realizar um manejo adequado que inclui incremento da matéria orgânica do solo aliadas a práticas de manejo e conservação do solo e da

água. A compactação do solo pode ser em diferentes camadas, como a compactação chamada de “pé de grade”, esta depende do tipo de cultivo que determina a formação de camadas compactadas, classificadas segundo índices de compactação (EMBRAPA, 2006).

Os Índices de compactação são divididos em escalas:

0 - ambiente ótimo ou não limitante ao enraizamento (resistência à penetração menor que 1,0 mPa;

0,5 – ambientes bom com pouca limitação ao enraizamento (resistência à penetração entre 1,0 a 2,0 mPa);

1 – ambiente restritivo ao enraizamento e não adequado ao crescimento de plantas. (resistência à penetração maior 2,0 mPa). (HARTGE, 1986; BRADFORD, 1986; KARLEN et al., 1990; SINGH et al., 1992; BLAKE; CAMARGO, 2007).

O efeito obtido dos tráfegos de máquinas, além de ser influenciado pelo conteúdo de água no solo também exercem força para unir as partículas do solo, é extremamente dependente da força aplicada pelo pneu (DEBIASI, 2008). A compactação por tráfico de máquinas pode se estender além da profundidade capaz de ser atingida por hastes sulcadoras de semeadura (CONTE, 2010). A ação de compactação exercida pelos animais, está relacionada com o número de animais por área, ou seja, a intensidade de pastejo desses animais, quanto mais animais maior é a pressão aplicada (FLORES, 2007), na resistência mecânica do solo a penetração (CONTE, 2007) e também na estrutura do solo com alteração no diâmetro médio de agregados (SOUZA, 2006). Outro efeito da intensidade de pastejo é no residual da pastagem, quando não consumida, fica sobre o solo, influenciando nas trocas de água com a

atmosfera (CONTE 2009). Com menos cobertura ocorre redução no conteúdo da água, contribuindo nas alterações dos atributos físicos do solo (SILVA, 2003). Diferentes intensidades de pastejo promovem diferentes massas de raízes sob a pastagem (CONTE, 2007), com isso, aumenta o efeito sobre a estruturação e agregação do solo.

No campo, os sintomas da compactação podem ser observados tanto na planta como no próprio solo. Nas plantas observam-se os seguintes sintomas: estatura reduzida e desenvolvimento radicular bastante aquém das plantas normais. Os sintomas notados no solo são os seguintes: 1) formação de crosta superficial, 2) fendas nas marcas das rodas do trator, 3) zonas compactadas de subsuperfície, 4) empoçamento de água, 5) erosão excessiva pela água e 6) presença de restos de resíduos não decompostos meses após a incorporação (CAMARGO, 1997). A observação destes sintomas é uma maneira rápida e fácil de identificar a compactação (EMBRAPA, 2006).

A profundidade efetiva de enraizamento é um indicador importante da produtividade do solo, podendo ser facilmente estimada a partir de torrões indeformados e na contagem de raízes nas arestas quebradas naturalmente, sendo os dados expressos em densidade de comprimento de raízes (EMBRAPA, 2006).

A capacidade de água disponível (reserva de água no solo), é definida pela diferença entre capacidade de campo (CC, expressa em  $\text{dm}^3.\text{dm}^{-3}$ ) e ponto de murcha permanente (PMP também em  $\text{dm}^3.\text{dm}^{-3}$ ). A avaliação da Capacidade de Campo é feita por meio de sucção (tensão) de 0,03 a 0,05 Mpa em solos argilosos e de 0,006 a 0,01 Mpa em solos arenosos. A avaliação do ponto de murcha permanente é feita por meio de sucção (tensão) de 0,5 a 1,5 Mpa.

A percolação (transmissão) da água pode ser avaliada em laboratório pela medida de condutividade hidráulica saturada ( $K_s$ ) ou insaturada ( $K_\theta$ ), em amostras indeformadas. A determinação pode ser feita também em condições de campo, usando o método do trado (EMBRAPA, 2006). Pode ser também avaliada pela taxa de infiltração de água no campo (anéis). A velocidade de infiltração é um importante indicador que integra diversas características físicas do solo e representa uma medida de sua capacidade de receber água na interface solo/ar e transmiti-la através do perfil, a taxa de equilíbrio é atingida após três horas. Normalmente, utiliza-se o infiltrômetro de anéis concêntricos para essas determinações e, ainda, os simuladores de chuva. (VIEIRA, 1977).

## 2.4 ASPECTOS QUÍMICOS DO SOLO

O sistema de produção de soja no Brasil, tem sido realizado sob o sistema plantio direto sem cobertura ideal do solo. Como resultado, ocorre degradação de sua estrutura, com formação de camadas compactadas, encrostamento superficial e perdas por erosão. O SPD pode ser a melhor opção para diminuir a maioria desses problemas, aliado com o equilíbrio nutricional e o uso contínuo das tecnologias que o compõem proporciona efeitos significativos na conservação e na melhoria do solo, da água, no aproveitamento dos recursos e insumos como os fertilizantes, proporcionando redução de custos, estabilidade de produção.

Os indicadores químicos de qualidade de solo são agrupados em quatro classes: (EMBRAPA, 2006).

a) aqueles que indicam os processos do solo ou de comportamento. Ex: pH, (índice de concentração de  $H^+$  no solo usado para determinar se um solo é ácido (pH

menor que 7), neutro (pH igual a 7) ou básico (pH maior que 7), controla a solubilidade de nutrientes no solo, exercendo grande influência sobre a absorção dos mesmos pela planta onde os solos ideais para cultivo devem apresentar pH entre 6,0 e 6,5, podendo ser estendida de 5,5 a 6,8. Carbono Orgânico (não é um nutriente para a planta, porém baixos valores podem afetar a produtividade em razão de seu efeito na estrutura, na disponibilidade de água para as plantas, e no seu poder de tamponamento frente a presença de compostos muitas vezes tóxicos (como a piretrina, são fontes importantes de pesticidas (tal como as plantas os utilizam); outros, como a digitalina, têm encontrado uso como medicamento (alguns de seus efeitos farmacológicos são benéficos em pequenas doses).

Os compostos vegetais secundários podem ser divididos em três grandes classes de estrutura química: compostos nitrogenados em última instância derivados de aminoácidos, (terpenóides e fenólicos). Entre as substâncias baseadas em nitrogênio estão a lignina, um polímero altamente condensado que resiste à digestão; alcalóides, tais como a morfina (derivada da papoula - *Papaver*), a atropina e a nicotina (de diversos membros da família dos tomates); aminoácidos não-protéicos, como a L-canavanina; e glicosídeos cianogênicos, os quais produzem cianeto (HCN). Os terpenóides incluem óleos essenciais, látex e resinas vegetais; entre os fenólicos, muitos fenóis simples têm propriedades antimicrobianas).

Nas plantas, existe Carbono orgânico total e carbono orgânico ativo ou carbono da biomassa, sendo que este representa de 10 a 20% do teor de carbono orgânico total.

b) aqueles que indicam a capacidade do solo de resistir à troca de cátions. Ex.: Tipo de argila (1:1 ou 2:1),

CTC (quantidade total de cátions retidos na superfície das argilas ou colóides minerais e orgânicos existentes no solo, expressa em e.mg.100g<sup>-1</sup> ou cmolc.Kg<sup>-1</sup>;  $CTC = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + H^{+} + Al^{3+} + Na^{+} + NH_4^{+}$ , CTA, Óxidos de Ferro e Óxidos de Alumínio;

c) aqueles que indicam as necessidades nutricionais das plantas. Ex: N (disponível para as plantas nas formas nítrica (NO<sub>3</sub>) e amoniacal (NH<sub>3</sub>), praticamente todas as plantas exigem teores elevados de N para produzirem, as deficiências são notadas nas folhas que tornam amareladas e com uma coloração mais pálida, maior capacidade de mineralização do N favorece aumento de produtividade). P, K, Ca, Mg favorecem o aumento da produtividade, e são ditos como macro elementos e elementos traços B, Cu, Cl, Co, Fe, Mn, Mo e Zn (micronutrientes) (EMBRAPA, 2006);

d) aqueles que indicam contaminação ou poluição. Ex: Metais pesados, nitrato, fosfato, agrotóxicos (EMBRAPA, 2006).

A CTC representa a capacidade de troca iônica dos solos representa, portanto, a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes. Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>, pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> este será um solo pobre. Um valor baixo de CTC indica que o solo tem pequena capacidade para reter cátions em forma trocável; nesse caso, não se devem fazer as adubações e as calagens em grandes quantidades de uma só vez, mas sim de forma parcelada para que se evitem maiores

perdas por lixiviação. A CTC pode ser expressa como “CTC total” quando considerar todos os cátions permutáveis do solo ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ). No entanto, o  $\text{H}^+$  só é retirado da superfície de adsorção por reação direta com hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) originando água ( $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ). Quando a CTC é expressa sem considerar o íon  $\text{H}^+$  ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) a denominação é “CTC efetiva”. Um solo pode apresentar alto valor de CTC total (por exemplo,  $100 \text{ mmolc dm}^{-3}$ ), mas uma parcela significativa das cargas negativas do solo (por exemplo, 60%) está adsorvendo íons  $\text{H}^+$ , e a CTC efetiva será de apenas  $40 \text{ mmolc dm}^{-3}$ . A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, argila ou húmus representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  ( $\text{SB} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+$ ). Denomina-se saturação por bases (V%) a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions:  $v(\%) = \frac{\text{SB}}{\text{CTC total}} \times 100$ . SB/CTC na fórmula utiliza-se o valor da “CTC total”. A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos. Os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos (férteis) =  $V\% \geq 50\%$ ; solos distróficos (pouco férteis) =  $V\% < 50\%$ . Alguns solos distróficos podem ser muito pobres em  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  e apresentar teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50% e nesse caso são classificados como solos álicos (muito pobres):  $\text{Al trocável} \geq 3 \text{ mmolc dm}^{-3}$  e  $m\% \geq 50\%$ . Um índice V% baixo significa que há pequenas quantidades de cátions, como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ , saturando as cargas negativas dos colóides e que a maioria delas está sendo neutralizada por  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ . O solo nesse caso provavelmente será ácido, podendo até conter alumínio

em nível tóxico às plantas. Essa situação pode ser comum para grandes áreas tropicais, como ocorre para os solos arenosos e lixiviados do Planalto Central brasileiro. A maioria das culturas apresenta boa produtividade quando no solo é obtido valor V% entre 50 e 80% e valor de pH entre 6,0 e 6,5 (EMBRAPA, 2010).

## 2.5 ARQUITETURA DE PLANTA E COMPONENTES DO RENDIMENTO

Os componentes primários do rendimento da soja são: número de plantas por área, número de vagens por planta, número de semente por vagens e peso de sementes. Dentre estes citados, o número de planta por área tem se o maior controle. Quando busca aumento de rendimento, o número de vagens por planta é o mais importante. A quantidade de vagens é determinada pelo número de flores que foi fixada durante o período reprodutivo. O abortamento das flores em condição normal varia de 40 % a 80 %, ocorrendo também a abscisão de vagens recém-formadas, ou seja, cinco dias após a antese quando são determinados a formação das vagens. O número de sementes por vagens possui menor variação, em decorrência do melhoramento das plantas em relação ao rendimento, em média forma duas sementes por vagens, podendo formar 1, 2, 3 sementes por vagens. O peso das sementes está relacionado com o tamanho, normalmente, porém é influenciado pelas condições ambientais em que a lavoura está inserida e o manejo realizado (COSTA, 2010).

Além dos componentes primários a soja apresenta vários componentes secundários, que envolve características morfológicas e anatômicas, como distribuição de vasos condutores, número de nós,

ramificações, características fisiológicas, como taxa fotossintética e respiração do crescimento. Os componentes secundários acabam tendo efeitos sobre os primários, exemplos, ocorrência de estresse durante a formação das vagens, pode ocorrer abortamento ou redução do tamanho das sementes (COSTA, 2010).

A quantidade de nutriente extraída em função da matéria orgânica seca total produzida. A matéria seca acumulada está relacionada com a quantidade de nutrientes que foi adequada durante o ciclo de desenvolvimento, precipitação e temperaturas. Além das condições químicas, as condições físicas do solo devem ser favoráveis. Para altos rendimentos todas as condições devem ser favoráveis em todos os estádios de desenvolvimento. Caso ocorram condições desfavoráveis nos estádios iniciais, limitam o tamanho da folha e conseqüentemente o aparato fotossintético, caso ocorra nos estádios reprodutivos ocorre abortamento de vagens ou redução no tamanho das sementes (COSTA, 2010).

A semente é considerada o insumo mais importante, tem dupla função: é o insumo utilizado para a multiplicação de plantas e a estrutura colhida para a comercialização. As denominações de grãos e semente se destinam apenas a identificação das formas de utilização. Os atributos de qualidades das sementes não são os mesmos para grãos, de modo que o manejo deve ser dirigido para a finalidade do produto, ou seja, para semente (pureza varietal e germinação). A semente é responsável para conduzir a campo as características genéticas determinantes para o desempenho do cultivar e ao mesmo tempo contribuir para o estabelecimento do estande desejado (FILHO, 2005).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO E DOS SISTEMAS DE MANEJO

A pesquisa foi conduzida em condições de campo, em lavouras comerciais de cultivo de sementes soja, na região de Ponte Serrada, SC, nas safras 2014/2015 e safras 2015/2016. Este município está situado na região de Ponte Serrada, Santa Catarina. Apresentando as seguintes coordenadas geodésicas: latitude 26°51'23" Sul longitude 52°1'52" oeste e altitude de 1017 metros.

As lavouras vêm sendo conduzidas em sistema de plantio direto, mas com predominância do monocultivo de soja, então escolheram-se quatro sistemas distintos de cultivos de soja, a saber:

i) soja+aveia (26° 874' 73" Sul longitude 052° 014' 88" oeste e altitude 995 metro),

ii) soja+milho (26° 863' 12" Sul longitude 052° 047' 19" oeste e altitude 1071 metro),

iii) soja+trigo (26° 823' 31" Sul longitude 052° 010' 00" oeste e altitude 846 metro),

iv) soja+pasto (26° 933' 68" Sul longitude 052° 049' 39" oeste e altitude 1057 metro).

Estes sistemas de condução e cultivo serviram de base para iniciar a pesquisa. Em cada sistema de cultivo foram escolhidas duas lavouras para a alocação das parcelas experimentais. Em cada lavoura foram demarcados dois pontos, sendo que cada ponto foi escolhido com base em: (i) plantas com desenvolvimento normal e (ii) de plantas com desenvolvimento atípico, ou seja, plantas com desenvolvimento abaixo do considerado normal para o padrão geral da lavoura em questão.

Na primeira safra, a semeadura para o sistema soja+aveia 20/09 e colheita 28/02. Para o sistema soja+milho semeadura 23/09 e colheita 02/03, sistema soja+trigo semeadura 23/10 e colheita 20/03, sistema soja+pasto semeadura 25/09 e colheita 22/03. Para a segunda safra a semeadura, sistema soja+aveia 02/10 e colheita 18/03, sistema soja+milho 05/10 e colheita 23/03, sistema soja+trigo semeadura 01/10 e colheita 18/03, sistema soja+pasto semeadura 06/10 e colheita 20/03. A colheita foi realizada em estágio R8.

### **3.1.1 Dados climatológicos**

A cultura da soja necessita em seu ciclo, para obter o máximo de rendimento, 450 a 800 mm de água, dependendo potencial produtivo pretendido, do manejo, do clima e da duração do ciclo (EMBRAPA, 2007).

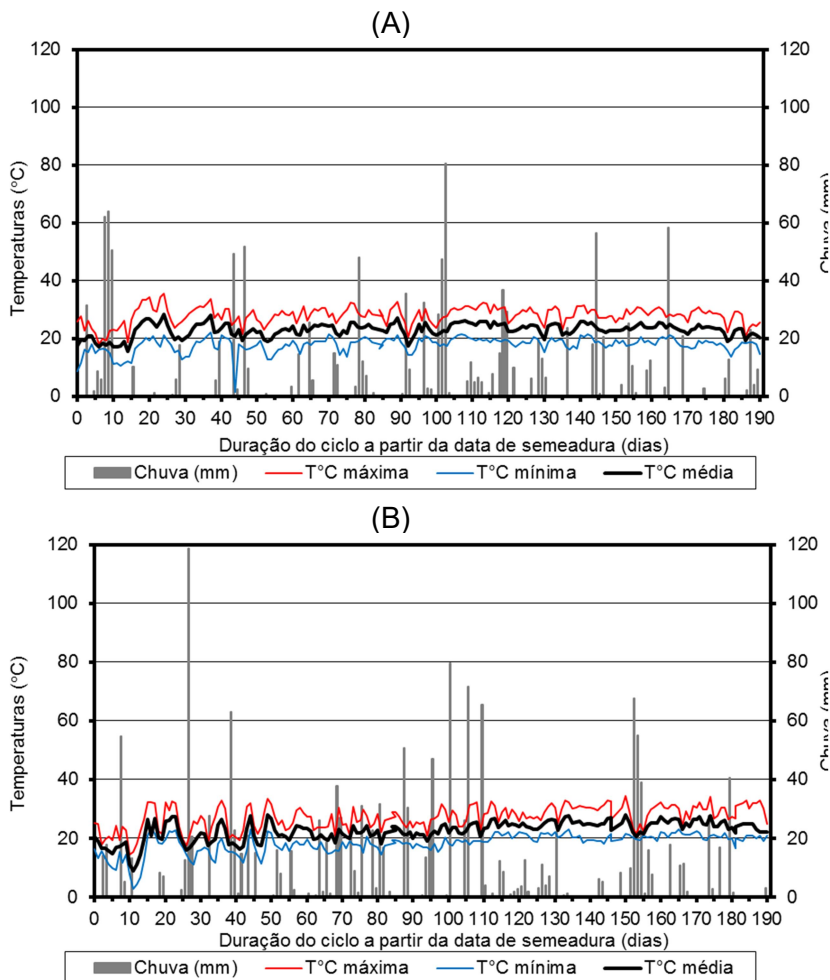
Temperaturas do ar entre 20 e 30 °C é melhor para soja se adaptar, mas para o crescimento e desenvolvimento ideal é 30°C (EMBRAPA, 2007).

A pesquisa foi conduzida durante duas safras de verão 2014/2015 e 2015/2016. Durante o ciclo da soja se observaram a precipitação pluvial de 1593 mm (Figura A) e 1596 mm (Figura B), considerada bem acima dos 800 mm requisitado pela cultura da soja, o que pode favorecer a ocorrência de doenças e diminuição dos períodos de luminosidade (radiação solar incidente) para a fotossíntese. A semeadura foi realizada em final de setembro e posteriores picos de precipitação vieram a ocorrer, aos 10 dias (primeira safra) e aos 30 dias após a semeadura na segunda safra, resultando em desuniformidade no estande de plantas. No florescimento ocorreu pico de chuvas e um período de escassez, o que levou as plantas a estresses hídrico,

posterior durante o enchimento dos grãos retorna a precipitação com chuvas torrenciais. Também se observaram oscilações na temperatura máxima acima dos valores ideais para a cultura da soja.

Para a safra 2015/2016, a precipitação total de 1593 mm, porém com melhor distribuição em relação à safra 2014/2015, mas ocorreu um período de dez dias em janeiro de ausência de chuva na cultura, onde as plantas estavam no estágio de florescimento e algumas em enchimento de sementes.

Figura 1 - Precipitação pluvial, temperaturas, máxima, média e mínima durante o ciclo de cultivo da soja na safra 2014/2015 (A) e na safra 2015/2016 (B) na região de Ponte Serrada - SC.



Fonte: produção da própria autora

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O estudo de caso foi realizado de forma exploratória, considerando um arranjo 4x2x2, sendo quatro sistemas de cultivo, dentro de cada sistema se identificou local com e sem reboleira e, dentro da reboleira amostrou-se separadamente plantas com e sem sintomas de podridões radiculares, assim descritos:

Os sistemas de cultivos consistiram de: (i-soja+aveia), (ii-soja+milho), (iii-soja+trigo) e (iv-soja+pasto).

Dentro destas lavouras foram alocadas as reboleiras, identificadas pela demarcação de dois pontos dentro de cada sistema de cultivo descrito acima, sendo que cada ponto foi escolhido com base em: (i) sem reboleira apresentando plantas com desenvolvimento normal e (ii) com reboleira apresentando plantas com desenvolvimento atípico, ou seja, plantas com desenvolvimento abaixo do considerado normal para o padrão geral da lavoura em questão( Figura 2).

Além disso, em cada sistema de cultivos e em cada reboleira, foi realizada a amostragem e separação de plantas em: (i) plantas saudáveis e (ii) plantas doentes.

Figura 2 – Aspecto na lavoura de soja cultivada no sistema soja+aveia evidenciando a presença de reboleira, identificada pela estaca. Safra 2014/2015, na região de Ponte Serrada - SC.



Fonte: produção da própria autora

### 3.3 CARACTERES AVALIADOS

#### 3.3.1 Análise de doenças do sistema radicular

A quantificação das doenças através da incidência das podridões radiculares foi realizada em plantas de soja que estavam no início do estágio R8 (maturidade de colheita, desfolha completa e todas as vagens de coloração amarelo-palha). Inicialmente se separou as plantas que não apresentavam com sintomas visíveis de podridões radiculares e plantas com sintomas visíveis de podridões radiculares. Esta avaliação foi feita em todas as plantas coletadas em 5 metros lineares. Para esta avaliação foram adotadas 5 repetições para cada tratamento. As plantas foram arrancadas e com o auxílio

de um (canivete) raspou-se abaixo do nó cotiledonar na região do hipocótilo para a visualização dos sintomas. Foi considerada infectada a planta que apresentava descoloração dos tecidos internos na região do hipocótilo.

Análise de patologia de sementes : A identificação dos patógenos foi realizada no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV//UDESC, em Lages. Das mesmas plantas amostradas para quantificação de doenças radiculares foram utilizadas suas sementes para teste de sanidade de sementes. Foi homogeneizado o volume de semente coletado a fim de obter amostra representativa dos respectivos tratamentos. A Análise foi baseada na metodologia HALL (1991) e de BARNETT; HUNTER (1998) onde foi preparado o meio de cultura utilizado, Batata-Dextrose-Ágar (BDA) vertido em caixa gerbox. (13 x 13 x 4 cm) e plaqueadas 25 sementes por caixa. Antes de plaquear as sementes foram desinfestada com hipoclorito de sódio a 1% por três minutos. Para cada grupo de plantas sadias e doentes foi utilizado 400 sementes conforme recomendada pelas Regras de Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Após o plaqueamento, as sementes foram colocadas no interior de câmara de crescimento tipo BOD com fotoperíodo de 12h em temperatura constante 25°C (marca EletroLab). O fotoperíodo foi proporcionado por lâmpadas fluorescentes tubulares de 20 W. Após decorridos cinco dias começaram os acompanhamentos para identificação dos fungos que se desenvolveram, porém a identificação de cada espécie presente foi realizada aos sete dias, sob microscópio óptico, com base nas características da colônias e nas estruturas dos fungos,

comparando-as com as características descritivas documentadas na literatura (HALL; BARNETT, 1998).

Os resultados foram expressos em (%) de sementes infectadas conforme a espécie do fungo caracterizada.

Figura 3 – Foto ilustrativa do processo de medida de cinco metros lineares para amostragem de plantas de soja.



Fonte: produção da própria autora

Figura 4 - Identificação das plantas de soja (seta vermelha, planta doente e seta verde, planta sadia).



Fonte: produção da própria autora

Figura 5 – Plantas de soja amostradas e identificadas para fins de análise dos caracteres morfo-agronômico e componentes do rendimento.



Fonte: produção da própria autora

### 3.3.2 Caracteres físicos do solo

Em cada ponto foram realizadas as seguintes avaliações e coleta de dados: coletado amostras de solo nas profundidades de 5, 10 e 20 cm, para determinação da Ds (densidade do solo), PT (porosidade total), Micro (microporos), Macro (macroporos), Biop (bioporos), APD (água prontamente disponível). As amostras indeformadas foram utilizadas para avaliar parâmetros físicos e químicos, submetidas à pesagem, saturação por água por dois dias, encaminhada a mesa de tensão (10, 60 e 100 metros de coluna de água, posterior submetidas à panela de pressão a 1 bar. As amostras foram secadas em estufa a 80 °C por 48h. Após secas as mesmas foram juntadas em suas respectivas profundidade e sistema de cultivo correspondente, para análise química. Para cada procedimento de determinação dos fatores físicos realizou-se peso de amostras.

Figura 6 – Foto ilustrativa dos anéis volumétricos contendo as amostras de solos coletadas.



Fonte: produção da própria autora

### 3.3.2.1 Resistência do solo à penetração

A resistência a penetração foi avaliada pelo uso do penetrômetro (marca: FALKER, modelo: penetrolong com armazenamento eletrônico dos dados, constituído por ponta cônica com ângulo de penetração), para a avaliação do penetrômetro adotaram-se os seguintes critérios:

a) demarcado cada ponto com sua respectiva coordenada geográfica;

b) cada ponto fracionado em cinco repetições

c) em cada repetição foi realizada a leitura a cada 1 cm de profundidade até a profundidade de 40 cm.

d) umidade gravimétrica: foi amostrado o solo no momento da avaliação da resistência a penetração, através da coleta deste, com auxílio de anéis volumétricos nas profundidades de 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10 -0,20m.

e) com as leituras foi realizada a análise de correlação de Pearson a fim de associar a relação da resistência à penetração para cada sistema de cultivo.

Figura 7 – Foto ilustrativa do processo de introdução da haste do penetrômetro, no solo, em lavoura de soja na região de Ponte Serrada - SC.



Fonte: produção da própria autora

Figura 8 - Coleta do solo com o batedor e anel volumétrico.



Fonte: produção da própria autora

Figura 9 – Foto ilustrativa da identificação do sistema de cultivo soja+aveia, na repetição T1R4.



Fonte: produção da própria autora

Figura 10 - Foto ilustrativa da identificação do sistema de cultivo soja+pasto, na reboleira e na repetição 3.



Fonte: produção da própria autora

### 3.3.2.2 Análises físicas

As avaliações de solo para cada sistema de cultivo foi realizada da seguinte forma:

- a) demarcado quatro pontos,
- b) em cada ponto fracionado em cinco repetições.
- c) em cada repetição foi realizada a amostragem de solo na entrelinha de semeadura (profundidade de 5, 10 e 20 cm) com auxílio de anel volumétrico de  $100 \text{ cm}^{-3}$
- d) limpo superficialmente a área a ser amostrada, colocado o anel no trado e introduzido o trado no solo até a profundidade desejada, retirado o trado e o anel volumétrico sem deformar as amostras e

acondicionado em sacos plásticos para preservar a integridade da amostra até chegar ao laboratório;

As amostragens de solo foram realizadas quando as plantas já estavam em estágio R7. As avaliações dos aspectos físicos do solo para cada sistema de cultivo, foram: densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ ), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e porosidade total (PT). Estas análises foram determinadas através da metodologia da mesa de tensão (EMBRAPA, 1997). Estas análises foram efetuadas no Laboratório de Física do Solo da UDESC/CAV.

Figura 11 - Anéis volumétricos preparados para análises físicas do solo.



Fonte: produção da própria autora

### 3.3.2.3 Análises químicas

Com base nas mesmas amostragens já especificadas para as análises físicas, submeteram-se as mesmas amostras a uma estufa a  $80^{\circ}\text{C}$  por 48h. Para se obter a situação média da fertilidade do solo na

camada de 0-20 cm, as amostras individuais do solo coletadas a 5, 10 e em 20 cm foram misturadas e homogeneizadas entre si e enviadas para as análises químicas do solo.

As análises químicas do solo foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas e Físicas do Solo da Universidade do Oeste de SC (UNOESC), campus Campos Novos-SC. Foi realizada a caracterização química, onde se avaliou pH (em  $\text{CaCl}_2$ ), matéria orgânica (MO) ( $\text{g Kg}^{-1}$ ), fósforo (P) ( $\text{mg dm}^{-3}$ ), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), hidrogênio (H) + alumínio (Al), saturação por bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC<sub>7,0</sub>) ( $\text{cmolc dm}^{-3}$ ). Potássio e P foram obtidos através da solução extratora Melich 1; Ca, Mg e Al pela solução extratora KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$ . A acidez ativa (pH) foi determinada através de solução com  $\text{CaCl}_2$  e a acidez potencial (H+Al) foi obtida pelo método pH em tampão SMP. Os valores de CTC a pH 7, Soma de Bases (SB) e Saturação por Bases foram obtidos conforme as reações ocorridas (TEDESCO,1995).

Figura 12 - Amostras de solo moído para análise química.



Fonte: produção da própria autora

#### 3.3.2.4 Análise dos caracteres morfo-agronômicos e componentes do rendimento

a) altura de planta: avaliada pela medida compreendida desde o nó cotiledonar até o ápice da haste principal, em cm, com auxílio de uma trena graduada em mm avaliado em 10 plantas.

b) diâmetro da haste principal da planta: avaliada pela medida do respectivo diâmetro do entrenó situado entre o nó cotiledonar e o nó das folhas simples, da haste principal, em mm, com auxílio de um paquímetro digital, avaliado em 10 plantas.

c) número de ramificações por planta, obtido pela contagem direta do número de ramos inseridos na haste principal de cada planta (NRP), considerando apenas ramos produtivos com pelo menos 1 vagem, contendo pelo menos 1 semente de cada planta amostrada, avaliado em 10 plantas.

d) número de plantas: por contagem o número de plantas total em 5m lineares, contado o número de plantas totais, sadia e doentes. Por meio da coleta de 10 plantas por sub-subparcelas, plantas estas amostradas no estágio fenológico R8, nas quais foram avaliadas:

e) número de nós na haste principal (NNH) foi obtido pela contagem de todos os nós da haste principal da planta;

f) número de vagens por planta (NVP) foram contadas todas as vagens de cada planta;

g) Número de sementes por planta (NSP), após abertura de todas as vagens, foi realizada a contagem de todas as sementes presentes nas mesmas, esta contagem foi procedida no aparelho Sanick modelo ESC 2011 (contador de grãos);

h) massa de mil sementes (MMS), para cada sistema de cultivo foi contadas 1000 sementes no aparelho contador (Sanick modelo ESC 2011). Após esta contagem a massa foi obtida por pesassem em balança digital como precisão de três casas.

i) Rendimento de semente (RS) foi obtido pela colheita manual de todas as plantas presentes em 5 metros lineares. Separando-as em sadia e doentes para podridão de raiz. Em seguida, foram contadas e pesadas todas as sementes por planta e o rendimento de sementes foi estimado em  $\text{kg ha}^{-1}$  e em  $\text{sc.ha}^{-1}$  corrigido na umidade padrão de 13%.

Peso corrigido = Kg por parcela x  $(100 - \text{UR} / 100 - 13)$ . Esta umidade real foi obtida pelo uso da estufa a 80

$^{\circ}\text{C}$  por 48h em amostra de sementes de 100g de sementes livres de impurezas

Para calcular o rendimento de sementes se utilizou a seguinte equação: Plantas por hectare: x vagens por planta x semente por vagem x massa de mil sementes (g) / 1.000.000/1.000 =  $\text{Kg ha}^{-1}$ .

Figura 13 - Aparelho contador de semente.



Fonte: produção da própria autora

j) Volume de raiz (VR), foram colhidas plantas em estágio R8, das quais se separou a raiz da parte aérea com corte no nó cotiledonar em todas. As raízes foram imersas por dois dias em balde com água para hidratar, posteriormente foram lavadas e submetidas em proveta contendo, exatos 700 ml de água, depois inseridas as raízes a diferença no nível de água observado (deslocamento) foi considerado o volume de raiz em  $\text{cm}^3$

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Primeiramente, os dados foram tabulados e organizados quantos aos distintos caracteres morfo-agronômicos da soja, de solo (análises físicas e químicas) e de podridões radiculares e de patologia de

sementes. após isto os mesmos foram submetidos análise de correlação de Pearson a pelo menos 5% pelo teste t.

Posteriormente os dados foram obtidos nos experimentos de campo relacionados a doenças (podridões radiculares) foram submetidos à transformação para homogeneização da variância. Optou-se por utilizar uma transformação padrão, sendo essa expressão como  $(x+0.5)^{0.5}$ , utilizada para incidência e prevalência, não obtendo a homogeneização da variância desejada, para prevalência se submeteu os dados a outro modelo de transformação conforme fórmula  $[(x/100)+0.5]^{0.5}$ . Com os dados transformados procedeu se a análise de variância e quando constatada diferença significativa entre tratamentos, as médias foram comparadas utilizando o teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro ( $P<0,05$ ). Para realização da análise estatística foi utilizado o software SAS System, versão 9.

Para análise de patologia de sementes os dados exigiram transformação através da função exponencial para se obter homogeneidades das variâncias, ou seja, distribuição normal ou normalidade, após os dados foram submetidos a análise de variância e quando constatada diferença , as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os dados provenientes das características morfométricas e dos componentes do rendimento foram submetidos à ANOVA e quando constatada diferença de tratamentos, as médias foram contratadas pelo teste de Tukey a 5% probabilidade de erro. Posterior os dados das características morfométricas foram submetidos a correlação de Pearson em função da % de incidência de doenças.

O teste de Duncan foi utilizado para analisar os dados de doenças a fim de testar todas as possíveis comparações entre as médias e identificar as pequenas diferenças como significativas, para este teste o nível de significância conjunto para um grande grupo de comparações é elevado. Quando são utilizados para esta finalidade, estes testes podem apontar como significativos contrastes, quando na verdade estes contrastes são não-significativos. Neste caso o erro tipo I tende a ocorrer mais frequentemente do que o estabelecido pelo nível de significância do teste.

O teste de Tukey é um dos testes de comparação de médias mais utilizadas, por ser bastante rigoroso e fácil aplicação, não permite comparar grupos de tratamentos entre si, é utilizado para testar toda e qualquer diferença entre duas médias de tratamento, aplicado quando o teste “F” para tratamentos da ANOVA (análise de variância) for significativo. O teste de Tukey tem como base a DMS diferença mínima significativa (MARGOTTO, 1995).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ESTUDOS DE CORRELAÇÃO

Foram observadas, de uma maneira geral, estreita correlação, seja positiva ou negativa, entre as variáveis estudadas. Os resultados da correlação serão detalhados e apresentados da seguinte maneira: **Primeiro**, são apresentados os resultados da correlação geral em cada safra de cultivo envolvendo os quatro sistemas de cultivo de soja e reboleira. **Segundo**, são apresentados os resultados da correlação específica para cada um dos sistemas de cultivos, em cada safra da soja. **Terceiro**, com base na produtividade de sementes foram escolhidos os parâmetros: a) produtividade de sementes correlacionadas com a incidência de podridões radiculares; b) produtividade de sementes correlacionadas com a compactação do solo (RP); c) produtividade de sementes correlacionado com o pH do solo. d) c) produtividade de sementes correlacionado com o teor de fósforo (P) do solo. Todas estas apresentadas de forma geral e específica por sistema de cultivo de soja.

#### 4.1.1 Correlação geral para safra 2014/2015.

Na tabela 1, se observa presença de correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, MMS, RS, UCC, pH, Ca, Mg, Ca\_ Mg e K em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de NRP, INCID, MAC, FUS, em relação a AP. Correlação positiva a 5% de significância de NSP, em relação a AP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NVP, NSP, RS, MICRO,

K em relação à DHP. Existe correlação negativa a 1% de significância de MAC, FUS, DS 20, em relação à DHP. Foi observada correlação negativa a 5% de significância de INCID em relação à DHP. Foi observada correlação positiva a 5% de significância de Ca\_Mg, P em relação a DHP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO e P em relação à NRP. Foi observada correlação negativa a 1% de significância de FUS, RP, DS 20, em relação à NRP.

Foi observada correlação negativa a 5% de significância de MMS e PH, em relação à NRP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, PH, Ca, Ca\_Mg, K, em relação a NNP. Foi observada correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS em relação à NNP. Foi observada correlação negativa a 5% de DS20 em relação à NNP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, PH, MO, CA, Mg, Ca\_Mg, K, em relação a VR. Foi observada correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação à VR. Foi observada correlação negativa a 5% de APD em relação à VR. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NSP, RS, MICRO, P, K, em relação à NVP. Foi observada correlação negativa a 1% de significância de FUS, DS 20 em relação à NVP. Foi observada correlação positiva a 5% de UCC em relação à NVP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, MICRO, P, K, em relação à NSP. Foi observada correlação negativa a 1% de significância de INCID, MACRO, FUS, DS 20 em relação à NSP. Foi observada correlação positiva a 5% de P em relação à NSP. Foi observada correlação positiva a 1%

de significância de RS, UCC, PH, Ca, Mg, Ca\_ Mg, K em relação a MMS.

Foi observada correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, em relação à MMS. Foi observada correlação negativa a 5% de RP em relação à MMS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_ Mg, K em relação a RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP em relação a RS.

Foi observada correlação positiva a 5% de MO em relação a RS. Correlação positiva a 1% de significância de MAC, FUS, RP, DS20 em relação à INCID. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, K em relação a INCID. Correlação negativa a 5% de Ca\_ Mg, P em relação a INCID. Correlação positiva a 1% de significância de FUS, RP, DS20 em relação a MAC. Correlação negativa a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, Mg, K em relação a MAC. Correlação positiva a 1% de significância de RP, DS20 em relação à FUS. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, K em relação a FUS. Correlação positiva a 1% de significância de DS em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, P em relação à RP. Correlação negativa a 1% de significância de MICRO, APD, P, em relação a DS20. Correlação positiva a 5% de significância de PH em relação à DS 20. Correlação positiva a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, P, K em relação a UCC. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_ Mg em relação a UCC.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MACRO, MO, P, K em relação a MICRO.

Correlação positiva a 5% de significância de P, K em relação a MICRO. Correlação positiva a 1% de significância de APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a MACRO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de PH, MO, Ca, Mg, P em relação a APD. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a PH. Correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, P, K em relação a MO. Correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a Ca. Correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, P,K em relação a Mg. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação à Ca\_Mg. Correlação positiva a 1% de significância de K em relação ao P.

**Tabela 1 - Correlação de Pearson na safra 2014/ 2015, das variáveis estudadas em função de quatro sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.**

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS20	UCC	MICRO	MACRO	APD	PH	MO	Ca	Mg	Ca_Mg	P	K
Media	89,5	7,7	3,3	3,3	78,1	49,0	103,7	156,6	1832,5	64,4	66,8	22,0	1700,9	1,2	0,5	0,6	0,1	0,0	5,2	4,1	8,3	3,4	2,4	10,7	142,3
DP	13,1	0,9	1,3	1,6	16,4	12,3	22,0	31,4	518,5	15,7	20,5	14,2	565,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,7	1,0	4,2	1,3	0,7	7,8	85,2
N	80	80	160	160	160	160	160	160	160	80	80	80	80	80	80	80	80	80	48	48	48	48	48	48	48
AP	1,00																								
DHP	0,19 ns	1,00																							
NRP	-0,27 *	0,31 *	1,00																						
NNP	0,74 *	0,71 *	-0,06 ns	1,00																					
VR	0,68 *	0,54 *	0,20 *	0,71 *	1,00																				
NVP	-0,03 ns	0,84 *	0,65 *	0,47 *	0,50 *	1,00																			
NSP	0,24 **	0,89 *	0,45 *	0,89 *	0,67 *	0,88 *	1,00																		
MMS	0,86 *	0,13 ns	-0,15 *	0,65 *	0,56 *	-0,08 ns	0,22 *	1,00																	
RS	0,81 *	0,37 *	0,12 ns	0,71 *	0,70 *	0,23 *	0,49 *	0,90 *	1,00																
INCID	-0,64 *	-0,25 *	-0,10 ns	-0,49 *	-0,64 *	-0,04 ns	-0,29 *	-0,59 *	-0,68 *	1,00															
MAC	-0,63 *	-0,42 *	-0,10 ns	-0,64 *	-0,71 *	-0,20 ns	-0,45 *	-0,48 *	-0,80 *	0,82 *	1,00														
FUS	-0,51 *	-0,64 *	-0,33 *	-0,71 *	-0,78 *	-0,52 *	-0,66 *	-0,50 *	-0,67 *	0,58 *	0,62 *	1,00													
RP	-0,15 ns	0,10 ns	0,52 *	0,08 ns	-0,20 ns	0,00 ns	-0,03 ns	-0,23 **	-0,31 *	0,56 *	0,41 *	0,28 *	1,00												
DS20	0,04 ns	-0,65 *	-0,79 *	-0,26 **	-0,40 *	-0,74 *	-0,87 *	0,13 ns	-0,13 ns	0,31 *	0,45 *	0,52 *	0,47 *	1,00											
UCC	0,24 *	0,72 ns	0,41 *	0,51 *	0,67 *	0,66 **	0,76 *	0,25 *	0,51 *	-0,34 *	-0,43 *	-0,69 *	-0,25 *	-0,52 **	1,00										
MICRO	0,16 ns	0,69 *	0,55 *	0,47 *	0,59 *	0,89 *	0,74 *	0,24 **	0,53 *	-0,38 *	-0,44 *	-0,68 *	-0,34 *	-0,60 *	0,90 *	1,00									
MACRO	0,13 ns	0,02 ns	0,27 *	0,06 ns	0,26 *	0,05 ns	0,09 ns	0,24 **	0,32 *	-0,40 *	-0,34 *	-0,28 *	-0,45 *	-0,15 ns	0,23 *	0,29 *	1,00								
APD	0,10 ns	-0,03 ns	0,47 *	0,03 ns	0,23 **	0,08 ns	0,02 ns	0,22 **	0,28 *	-0,45 *	-0,32 *	-0,32 *	-0,57 *	-0,38 *	0,04 *	0,19 ns	0,69 *	1,00							
PH	0,71 *	-0,10 ns	-0,29 *	0,48 *	0,41 *	-0,18 ns	-0,11 ns	0,82 *	0,83 *	-0,47 *	-0,15 ns	-0,39 *	-0,12 ns	0,32 *	0,10 *	0,11 ns	0,42 *	0,42 *	1,00						
MO	0,15 ns	0,09 ns	0,46 *	0,04 ns	0,34 *	0,09 ns	0,12 ns	0,15 ns	0,28 *	-0,62 *	-0,37 *	-0,35 *	-0,66 *	-0,59 *	0,36 ns	0,41 *	0,72 *	0,62 *	0,25 ns	1,00					
Ca	0,69 *	0,12 ns	-0,22 ns	0,55 *	0,53 *	0,00 ns	0,08 ns	0,73 *	0,79 *	-0,58 *	-0,28 *	-0,53 *	-0,07 ns	0,14 ns	0,25 *	0,23 ns	0,51 *	0,46 *	0,92 ns	0,41 *	1,00				
Mg	0,74 *	0,17 ns	-0,19 ns	0,63 *	0,66 *	0,01 ns	0,14 ns	0,72 *	0,83 *	-0,67 *	-0,47 *	-0,62 *	-0,15 ns	0,00 ns	0,29 *	0,28 **	0,50 *	0,49 *	0,82 *	0,47 *	0,87 *	1,00			
Ca_Mg	0,45 *	0,28 *	-0,12 ns	0,49 *	0,38 *	0,23 ns	0,26 ns	0,48 *	0,58 *	-0,31 *	0,00 ns	-0,46 *	0,11 ns	0,09 ns	0,34 **	0,32 **	0,49 *	0,24 ns	0,72 *	0,25 ns	0,82 *	0,85 *	1,00		
P	0,15 ns	0,29 *	0,43 *	0,18 ns	0,19 ns	0,39 *	0,28 *	0,17 ns	0,25 ns	-0,30 *	-0,08 ns	-0,39 *	-0,33 **	-0,41 *	0,35 *	0,47 *	0,54 *	0,51 *	0,44 *	0,53 *	0,53 *	0,52 *	0,48 *	1,00	
K	0,62 *	0,46 *	-0,08 ns	0,66 *	0,61 *	0,35 *	0,52 *	0,48 *	0,60 *	-0,61 *	-0,45 *	-0,63 *	-0,01 ns	-0,11 ns	0,57 *	0,47 *	0,42 *	0,65 ns	0,58 *	0,40 *	0,88 *	0,88 *	0,59 *	0,51 *	1,00

Altura de planta (AP), diâmetro da haste (DHP), número de ramos por planta (NRP), número de nó por planta (NNP), volume de raiz (VR), número de vagens por planta (NVP), número de semente por planta (NSP), massa de mil sementes (MMS), rendimento de semente (RS), incidência de doença (INCID), macrofomia (MAC), fusário (FUS), resistência a penetração (RP), densidade do solo a 20 cm de profundidade (DS 20), umidade na capacidade de campo solo argiloso (UCC), microporo (MICRO), macroporo (MACRO), água prontamente disponível (APD), potencial de hidrogênio (PH), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), relação cálcio- magnésio (Ca\_Mg), fósforo (P) e potássio (K).

ns: não significativo; \*: estatisticamente significativo pelo teste t ( $P < 0,01$ )

\*\*: estatisticamente significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

FONTE: produção da própria autora

#### 4.1.1.1 Sistema soja+aveia na safra 2014/2015

Na tabela 2A, se observa presença de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a AP. Foi observada correlação positiva a 5% de significância de P, em relação a AP. A correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP,

VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à DHP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, MS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Mg, Ca\_Mg, K em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à NRP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, em relação à NRP. A correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, K em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à NNP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Mg, Ca\_Mg, P, em relação a NNP. Correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS20 em relação à VR. Correlação positiva a 5% de significância de K em relação à VR. A correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à NVP. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação a NVP. Correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à NSP. Correlação positiva a 1% de significância de RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a MMS.

Foi observada Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à MMS. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação à MMS. Correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD em relação a RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a RS. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a RS. Correlação positiva a 1% de significância de MACRO, FUS, RP, DS 20 em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, K em relação a INCID. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação a INCID. Correlação positiva a 1% de significância de FUS, RP, DS 20 em relação à MACR. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, em relação à MACR. Correlação positiva a 5% de significância de MO, Ca\_ Mg, K em relação a INCID. Correlação positiva a 1% de significância de RP, DS 20 em relação à FUS. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a FUS. Correlação positiva a 1% de significância de DS 20 em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, Ca\_Mg, em relação a RP. Correlação positiva a 5% de significância de MO, P, K em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, Ca\_Mg, P, K em relação a DS 20. Correlação negativa a 5% de significância de MO em relação a DS 20. Correlação positiva a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, PH em relação a UCC. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Mg em relação a UCC. Correlação positiva a 1% de significância de MACRO, APD, PH, Ca\_ Mg, K em

relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Mg em relação a MICRO. Correlação positiva a 1% de significância de APD, PH, MO, Ca, K em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a MACRO. Correlação positiva a 1% de significância de PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg em relação a APD. Correlação positiva a 5% de significância de K em relação à APD. Correlação positiva a 1% de significância de MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a PH. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação a PH. Correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a MO. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação a MO. Correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, K em relação a Ca. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação a Ca. Correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, K em relação a Mg. Correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação a Ca\_Mg. Correlação positiva a 5% de significância de K em relação à Ca\_Mg.

#### 4.1.1.2 Sistema soja+milho, na safra 2014/2015.

Na tabela 2B, se observa a ocorrência de correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, K em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS 20 em relação a AP. Correlação positiva a 5% de significância de MO, P, em relação a AP. A correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, K em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a DHP.

Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Ca\_Mg, em relação a DHP. A correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, P,K em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a NRP. Correlação positiva a 5% de significância de MO, em relação à NRP. A correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS,RS,UCC, MICRO,MACRO, em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à NNP. A correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, MICRO, MACRO, CA\_Mg em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS 20 em relação à VR. Correlação positiva a 5% de significância de MO, em relação à VR. A correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, MICRO, MACRO, Ca, Mg, em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a NVP. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Ca, Mg, K, em relação ao NVP. A correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a NSP. Correlação positiva a 5% de significância de K em relação à NSP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RS, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, P,K em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à MMS. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Ca\_Mg em relação a MMS. A correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg em relação a RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP,

Ds 20,P em relação a RS. A correlação positiva a 1% de significância de RS, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, P e K em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a MMS. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Ca\_Mg em relação a MMS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MAC, FUS, RP, DS 20 em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MACRO, MICRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca \_Mg, P e K em relação a INCID. Foi observada correlação positiva a 1% de significância FUS, RP, DS 20 em relação a MACRO. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MACRO, MICRO, APD ,PH, em relação a MACRO Correlação negativa a 5% de significância de MO em relação a MACRO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância DS 20 em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MACRO, MICRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca \_Mg em relação a RP. Correlação negativa a 5% de significância de P, K em relação à RP. A correlação positiva a 1% de significância MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca \_Mg em relação a DS 20. Correlação negativa a 5% de significância de P,K em relação a DS20. Foi observada correlação positiva a 1% de significância MACRO, MO em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de Ca \_Mg em relação a MICRO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância PH, MO, Ca, Mg, Ca \_Mg, K em relação a MACRO. Correlação negativa a 1% de significância de P em relação a MACRO. A correlação positiva a 1% de significância PH,K em relação a APD. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Mg, P em relação a APD. Correlação positiva a 1% de significância MO, Ca, Mg, P,K em relação a PH. Correlação positiva a 1% de significância Ca, Mg, Ca

\_Mg, P,K em relação a MO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância Mg, P, K em relação ao Ca. Foi observada correlação positiva a 1% de significância Ca, Mg, P e K em relação a Mg. Foi observada correlação positiva a 1% de significância K em relação a Ca\_ Mg. Correlação positiva a 1% de significância P em relação ao K.

#### 4.1.1.3 Sistema soja+trigo, na safra 2014/2015.

Na tabela 2C, se observa a ocorrência de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, UCC, MICRO, APD, APD, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, Ds 20 em relação a AP. Correlação positiva a 5% de significância de PH, em relação a AP. Correlação negativa 5% de significância de RP, em relação a AP. A correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à DHP. A correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação à NRP. Correlação positiva a 5% de significância de MO, P, em relação à NRP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a NNP. A correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a VR. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação

ao NVP. A correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P e K em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a NSP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P,K em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a MMS. Correlação positiva a 5% de significância de MACRO, MO em relação à MMS. A correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P,K em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, Ds 20 em relação a MMS. Correlação positiva a 5% de significância de MACRO, MO em relação à MMS. A correlação positiva a 1% de significância de MACRO, FUS, RP, DS 20 em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, MG, Ca\_ Mg, P, K em relação a INCID. A correlação positiva a 1% de significância de, FUS, RP, DS 20 em relação a MACR. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P,K em relação a MAC. Correlação positiva a 1% de significância de RP, DS 20 em relação a FUS. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P,K em relação a FUS. Correlação negativa a 5% de significância de MACRO, MO em relação à FUS. Correlação positiva a 1% de significância de, DS 20 em relação à RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, em relação à RP. Correlação negativa a 5% de significância de PH, K em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC,

MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P, K em relação a DS20. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de, K, MICRO, MACRO, PH em relação a UCC. Correlação negativa a 1% de significância de APD, em relação a UCC. A correlação positiva a 1% de significância de PH, Ca, Ca\_ Mg, P, K em relação a MICRO. Correlação negativa a 5% de significância de APD em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de MACRO, Mg em relação a MICRO. A correlação positiva a 1% de significância de APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P, K em relação a MACRO. A correlação positiva a 1% de significância de PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P, K em relação a APD. A correlação positiva a 1% de significância de MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P, K em relação a PH

A correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, Ca\_ Mg, P e K em relação a MO. A correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_ Mg, P, K em relação a Ca. A correlação positiva a 1% de significância de Ca\_ Mg, P, K em relação a Mg. A correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação a Ca\_ Mg. Foi observada também correlação positiva a 1% de significância de P em relação a K.

#### 4.1.1.4 Sistema soja+pasto, na safra 2014/2015.

Na tabela 2D, se observa a ocorrência de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MO, Ca, Ca\_ Mg, P em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a AP. Correlação positiva a 5% de significância de Mg, em relação a AP. Foi observada correlação positiva a 1%

de significância de NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, Ca, Mg, P em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a DHP. Correlação positiva a 5% de significância de PH, em relação a DHP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância entre NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, Ca, Mg, P em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a NRP. Correlação positiva a 5% de significância de MO em relação a NRP. A correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Mg, P em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação à NNP. A correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, PH, Ca, Mg, P em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a VR. Correlação positiva a 5% de significância de APD, Ca\_ Mg em relação a VR. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, P em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a NSP. Correlação positiva a 5% de significância de Mg ,P em relação a NSP. A correlação positiva a 1% de significância de RS, UCC, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, P em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a MMS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, P em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, DS 20 em relação a RS. Correlação positiva a 5% de significância de MO Ca\_ Mg, K em

relação a RS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MACRO, FUS, RP, DS 20 em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, MO, Ca, Mg, K em relação a INCID. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação à INCID. A correlação positiva a 1% de significância de FUS, RP, DS 20 em relação a MAC. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, PH, MO, Ca, Ca\_Mg e P em relação a MAC. Correlação positiva a 5% de significância de APD, Mg, K em relação a MAC. A correlação positiva a 1% de significância de RP, DS 20 em relação a FUS. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, MO, Ca, Ca\_Mg, P em relação a FUS. Correlação positiva a 5% de significância de APD, PH, K em relação a FUS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de DS 20 em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, MO, Ca, Ca\_Mg, P e K em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Mg e P em relação a DS 20. Correlação positiva a 5% de significância de Ca em relação a Ds20. Correlação positiva a 1% de significância de MICRO, MACRO, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg e P. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MACRO, PH, Ca, Mg, K em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de MO, Ca\_Mg, P em relação a MICRO. A correlação positiva a 1% de significância de MO, Ca\_Mg, K em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de PH em relação à APD. A correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, P em relação a PH. A correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, Mg, P em relação a MO. A correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, Mg, P, K em relação a Ca.

A correlação positiva a 1% de significância de P em relação a Mg. Correlação positiva a 5% de significância de K, Ca\_Mg, em relação a Mg. A correlação positiva a 1% de significância de K em relação a Ca\_Mg. Correlação positiva a 5% de significância de P, em relação a Ca\_Mg.

**Tabela 2 - Correlação de Pearson na safra 2014/2015, das variáveis estudadas em função de cada um dos quatro sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.**

### A) Correlação sistema soja+aveia

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MACR	FUS	RP	DS20	UCC	MICRO	MACRO	APD	PH	MO	Ca	Mg	Ca:Mg	P	K
Média	89,3	6,6	3,5	16,5	69,7	36,3	80,5	169	1929	60,0	71,5	28,5	1116	1,2	0,5	0,5	0,2	0,1	5,6	4,8	9,2	3,6	2,3	11,2	99,7
Desvio	4,2	0,6	0,9	0,9	14,7	6,8	15,5	13,2	375	17,3	19,5	19,5	325	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0	0,7	1,1	5,4	1,3	1,0	7,6	60,0
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1,00																								
DHP	0,92 *	1,00																							
NRP	0,64 *	0,79 *	1,00																						
NNP	0,91 *	0,89 *	0,69 *	1,00																					
VR	0,89 *	0,64 *	0,50 *	0,66 *	1,00																				
NVP	0,77 *	0,87 *	0,94 *	0,77 *	0,61 *	1,00																			
NSP	0,79 *	0,87 *	0,93 *	0,78 *	0,59 *	0,96 *	1,00																		
MMS	0,77 *	0,76 *	0,64 *	0,85 *	0,77 *	0,71 *	0,76 *	1,00																	
RS	0,80 *	0,86 *	0,87 *	0,84 *	0,66 *	0,92 *	0,95 *	0,87 *	1,00																
INCID	-0,90 *	-0,92 *	-0,80 *	-0,89 *	-0,73 *	-0,84 *	-0,90 *	-0,88 *	-0,89 *	1,00															
MACR	-0,76 *	-0,84 *	-0,79 *	-0,85 *	-0,66 *	-0,81 *	-0,86 *	-0,78 *	-0,84 *	0,85 *	1,00														
FUS	-0,66 *	-0,77 *	-0,85 *	-0,82 *	-0,76 *	-0,80 *	-0,78 *	-0,93 *	-0,83 *	0,75 *	0,64 *	1,00													
RP	-0,46 *	-0,64 *	-0,89 *	-0,64 *	-0,76 *	-0,76 *	-0,78 *	-0,84 *	-0,76 *	0,72 *	0,70 *	0,83 *	1,00												
DS20	-0,81 *	-0,86 *	-0,78 *	-0,83 *	-0,86 *	-0,84 *	-0,78 *	-0,77 *	-0,76 *	0,69 *	0,86 *	0,63 *	1,00												
UCC	0,70 *	0,81 *	0,88 *	0,83 *	0,84 *	0,83 *	0,83 *	0,94 *	0,85 *	-0,84 *	-0,75 *	-0,93 *	-0,92 *	-0,80 *	1,00										
MICRO	0,77 *	0,81 *	0,82 *	0,90 *	0,61 *	0,83 *	0,87 *	0,94 *	0,94 *	-0,88 *	-0,85 *	-0,79 *	-0,77 *	-0,65 *	0,85 *	1,00									
MACRO	0,44 *	0,59 *	0,66 *	0,54 *	0,68 *	0,64 *	0,65 *	0,47 *	0,51 *	-0,56 *	-0,76 *	-0,47 *	-0,62 *	-0,61 *	0,58 *	0,47 *	1,00								
APD	0,66 *	0,76 *	0,69 *	0,68 *	0,89 *	0,72 *	0,67 *	0,59 *	0,55 *	-0,69 *	-0,71 *	-0,67 *	-0,65 *	-0,86 *	0,72 *	0,49 *	0,79 *	1,00							
PH	0,64 *	0,69 *	0,77 *	0,86 *	0,80 *	0,74 *	0,71 *	0,87 *	0,85 **	-0,77 *	-0,79 ns	-0,62 *	-0,61 ns	-0,77 ns	0,87 *	0,91 *	0,79 *	0,78 *	1,00						
MO	0,90 *	0,99 *	0,59 *	0,83 *	0,84 *	0,84 *	0,73 *	0,57 *	0,69 **	-0,84 *	-0,75 **	-0,58 *	-0,10 **	-0,84 **	0,54 *	0,55 *	0,97 *	0,96 *	0,71 *	1,00					
Ca	0,75 *	0,90 *	0,73 **	0,88 **	0,85 *	0,82 *	0,73 *	0,74 *	0,78 ns	-0,80 *	-0,81 ns	-0,74 *	-0,39 ns	-0,80 ns	0,75 **	0,75 **	0,93 *	0,88 *	0,88 *	0,91 *	1,00				
Mg	0,77 *	0,92 *	0,70 *	0,82 **	0,76 *	0,84 *	0,76 *	0,67 *	0,75 **	-0,70 *	-0,66 ns	-0,73 *	-0,21 ns	-0,88 ns	0,61 **	0,61 **	0,91 **	0,90 *	0,76 *	0,90 *	0,89 *	1,00			
Ca:Mg	0,78 *	0,86 *	0,66 *	0,90 **	0,82 *	0,77 *	0,68 *	0,72 *	0,75 ns	-0,80 *	-0,86 **	-0,70 *	-0,34 *	-0,80 *	0,72 *	0,75 *	0,93 ns	0,86 *	0,86 *	0,90 *	0,99 *	0,85 *	1,00		
P	0,81 *	0,79 ns	0,59 ns	0,82 **	0,84 ns	0,67 *	0,63 ns	0,70 **	0,69 ns	-0,95 **	-0,85 *	-0,59 ns	-0,36 **	-0,71 *	0,69 ns	0,72 ns	0,90 ns	0,87 ns	0,79 **	0,86 **	0,84 **	0,69 ns	0,86 *	1,00	
K	0,56 *	0,80 *	0,88 *	0,71 *	0,91 **	0,83 *	0,81 *	0,80 *	0,80 ns	-0,79 *	-0,68 **	-0,78 *	-0,62 **	-0,66 *	0,87 *	0,78 *	0,82 *	0,74 **	0,79 *	0,79 *	0,88 *	0,77 *	0,83 *	0,80 **	1,00

### B) Correlação sistema soja+milho

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MACR	FUS	RP	DS20	UCC	MICRO	MACRO	APD	PH	MO	Ca	Mg	Ca:Mg	P	K
Média	101,1	8,1	2,3	18,9	86,0	46,7	107,6	171,3	2005,4	50,4	41,0	14,5	1716,0	1,1	0,6	0,6	0,1	0,0	5,2	4,2	8,9	4,1	2,2	8,2	181,7
DP	6,8	0,6	0,9	1,0	17,7	7,6	15,5	16,9	390,7	16,3	10,2	6,0	519,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,1	2,6	0,8	0,3	5,2	100,1
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0,84 ns	1																							
NRP	0,95 *	0,99 *	1,00																						
NNP	0,79 *	0,83 *	0,77 *	1,00																					
VR	0,74 *	0,64 *	0,64 *	0,77 *	1,00																				
NVP	0,37 *	0,90 *	0,88 *	0,75 *	0,60 *	1,00																			
NSP	0,85 *	0,90 *	0,84 *	0,81 *	0,68 *	0,92 *	1,00																		
MMS	0,93 *	0,82 *	0,81 *	0,84 *	0,81 *	0,83 *	0,88 *	1,00																	
RS	0,79 *	0,84 *	0,83 *	0,80 *	0,82 *	0,84 *	0,89 *	0,89 *	1,00																
INCID	-0,80 *	-0,94 *	-0,80 *	-0,83 *	-0,84 *	-0,94 *	-0,91 *	-0,95 *	-0,91 *	1,00															
MACR	-0,76 *	-0,88 *	-0,73 *	-0,89 *	-0,63 *	-0,81 *	-0,79 *	-0,83 *	-0,68 *	0,82 *	1,00														
FUS	-0,84 *	-0,72 *	-0,76 *	-0,71 *	-0,75 *	-0,78 *	-0,75 *	-0,82 *	-0,67 *	0,76 *	0,61 *	1,00													
RP	-0,75 *	-0,83 *	-0,85 *	-0,89 *	-0,62 *	-0,84 *	-0,88 *	-0,84 *	-0,69 *	0,75 *	0,85 *	0,63 *	1,00												
DS20	-0,78 *	-0,86 *	-0,79 *	-0,92 *	-0,64 *	-0,85 *	-0,85 *	-0,87 *	-0,68 *	0,80 *	0,90 *	0,66 *	0,95 *	1,00											
UCC	0,81 *	0,93 ns	0,94 *	0,87 *	0,81 *	0,94 *	0,97 **	0,90 *	0,87 *	-0,91 *	-0,82 *	-0,71 *	-0,88 *	-0,84 ns	1,00										
MICRO	0,84 ns	0,91 *	0,95 ns	0,87 *	0,78 *	0,92 *	0,97 *	0,90 *	0,85 *	-0,89 *	-0,82 *	-0,71 *	-0,90 *	-0,85 *	0,99 ns	1,00									
MACR	0,78 *	0,87 *	0,79 *	0,72 *	0,78 *	0,83 *	0,79 *	0,85 *	0,88 *	-0,92 *	-0,72 *	-0,68 *	-0,56 *	-0,60 *	0,80 *	0,76 *	1,00								
APD	0,71 *	0,80 ns	0,74 *	0,72 ns	0,87 ns	0,90 ns	0,79 ns	0,81 ns	0,89 ns	-0,85 ns	-0,66 *	-0,61 ns	-0,61 ns	-0,65 ns	0,77 *	0,73 ns	0,79 ns	1,00							
PH	0,78 *	0,80 *	0,79 *	0,69 ns	0,92 ns	0,88 *	0,80 *	0,87 *	0,58 *	-0,89 *	-0,51 *	-0,84 *	-0,52 *	-0,54 ns	0,76 *	0,72 ns	0,63 *	0,87 *	1,00						
MO	0,75 **	0,91 *	0,83 *	0,81 ns	0,86 ns	0,94 *	0,88 *	0,92 *	0,64 *	-0,87 *	-0,63 **	-0,76 *	-0,64 *	-0,65 *	0,83 ns	0,80 *	0,60 *	0,84 ns	0,97 *	1,00					
Ca	0,70 *	0,75 **	0,65 *	0,64 ns	0,92 ns	0,80 *	0,72 *	0,77 *	0,49 *	-0,86 *	-0,48 *	-0,80 *	-0,42 *	-0,51 ns	0,67 ns	0,62 ns	0,62 *	0,86 *	0,95 *	0,91 *	1,00				
Mg	0,69 *	0,72 *	0,67 *	0,59 ns	0,95 ns	0,78 *	0,70 *	0,77 *	0,58 *	-0,85 *	-0,39 *	-0,79 *	-0,31 *	-0,38 ns	0,63 *	0,57 ns	0,72 *	0,92 *	0,95 *	0,89 *	0,98 *	1,00			
Ca:Mg	0,70 ns	0,74 *	0,66 ns	0,65 ns	0,85 *	0,80 **	0,73 *	0,80 *	0,38 *	-0,82 *	-0,56 *	-0,84 *	-0,51 *	-0,59 **	0,75 ns	0,70 **	0,55 *	0,75 ns	0,93 ns	0,90 *	0,96 ns	0,92 *	1,00		
P	0,56 **	0,56 ns	0,33 *	0,65 ns	0,39 ns	0,61 **	0,50 ns	0,58 *	-0,11 *	-0,63 *	-0,72 *	-0,50 **	-0,66 *	-0,84 ns	0,55 **	0,55 ns	-0,01 *	0,35 **	0,61 *	0,64 *	0,64 *	0,51 *	0,72 ns	1,00	
K	0,96 *	0,74 ns	0,88 *	0,70 ns	0,58 ns	0,88 **	0,83 **	0,91 *	0,53 *	-0,89 *	-0,60 *	-0,72 *	-0,64 **	-0,58 ns	0,82 *	0,83 ns	0,53 *	0,65 *	0,79 *	0,83 *	0,70 *	0,68 *	0,71 **	0,61 *	1,00

## C)Correlação sistema soja+trigo

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS20	UCC	MICRO	MACRO	APD	PH	MO	Ca	Mg	Ca_Mg	P	K
Média	94,7	8,15	2,66	19	82,3	22,3	114	172	2059	72,5	79	21	2205	1,28	0,56	0,57	0,08	0,02	5,74	3,19	10,9	3,7	3,12	10,9	186
Desvio	8,79	0,61	1,06	1,08	15	6,48	14,3	26,9	511	5,11	11,7	11,7	369	0,11	0,09	0,09	0,04	0,01	0,55	0,63	2,98	1,4	0,65	9,92	69,4
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0,42 *	1																							
NRP	0,7 *	0,58 *	1																						
NNP	0,64 *	0,67 *	0,56 *	1																					
VR	0,64 *	0,69 *	0,54 *	0,61 *	1																				
NVP	0,72 *	0,83 *	0,84 *	0,71 *	0,77 *	1																			
NSP	0,7 *	0,79 *	0,74 *	0,71 *	0,74 *	0,91 *	1																		
MMS	0,74 *	0,71 *	0,68 *	0,66 *	0,68 *	0,83 *	0,83 *	1																	
RS	0,67 *	0,82 *	0,74 *	0,75 *	0,87 *	0,88 *	0,86 *	0,91 *	1																
INCID	-0,7 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-1 *	1															
MAC	-0,7 *	-0,7 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	0,91 *	1														
FUS	-0,7 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	0,94 *	0,86 *	1													
RP	-0,8 **	-0,7 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,9 *	-0,9 *	-1 *	-0,9 *	-0,9 *	0,88 *	0,85 *	0,91 *	1												
DS20	-0,6 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,6 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,8 *	0,83 *	0,74 *	0,8 *	0,88 *	1											
UCC	0,36 *	0,91 *	0,46 *	0,61 *	0,62 *	0,8 *	0,8 *	0,73 *	0,87 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,8 *	1										
MICRO	0,35 *	0,88 *	0,42 *	0,61 *	0,81 *	0,76 *	0,77 *	0,73 *	0,86 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	0,99 *	1									
MACRO	0,52 **	0,89 *	0,76 *	0,66 *	0,73 *	0,87 *	0,75 *	0,69 **	0,84 **	-0,9 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	0,71 *	0,68 **	1								
APD	0,62 *	-0 *	0,68 *	0,3 *	0,27 *	0,33 *	0,31 *	0,37 *	0,33 *	-0,4 *	-0,5 *	-0,4 *	-0,3 *	-0,2 *	-0,1 *	-0,2 *	0,33 *	1							
PH	0,78 **	0,56 *	0,85 *	0,47 *	0,36 *	0,63 *	0,6 *	0,63 *	0,75 *	-0,7 *	-0,9 *	-0,7 *	-0,7 *	-0,2 *	0,34 *	0,33 *	0,88 *	0,68 *	1						
MO	0,65 *	0,57 *	0,58 **	0,34 *	0,62 *	0,76 *	0,89 *	0,94 **	0,84 *	-0,8 *	-0,6 *	-0,7 **	-0,9 ns	-0,7 *	0,85 ns	0,87 ns	0,72 *	0,16 *	0,69 *	1					
Ca	0,78 *	0,63 *	0,89 *	0,4 *	0,36 *	0,69 *	0,67 *	0,73 *	0,81 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 ns	-0,2 *	0,4 ns	0,4 *	0,83 *	0,6 *	0,96 *	0,73 *	1				
Mg	0,74 *	0,62 *	0,92 *	0,55 *	0,69 *	0,66 *	0,67 *	0,67 *	0,97 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,8 ns	-0,3 *	0,41 ns	0,4 **	0,85 *	0,64 *	0,94 *	0,73 *	0,91 *	1			
Ca_Mg	0,54 *	0,65 *	0,48 *	0,52 *	0,75 *	0,63 *	0,7 *	0,64 *	0,84 *	-0,9 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,7 ns	-0,6 *	0,6 ns	0,61 *	0,67 *	0,32 *	0,5 *	0,73 *	0,47 *	0,72 *	1		
P	0,62 *	0,48 *	0,89 **	0,32 *	0,23 *	0,54 *	0,53 *	0,63 *	0,73 *	-0,7 *	-0,7 *	-0,6 **	-0,6 ns	-0,1 *	0,37 ns	0,4 *	0,75 *	0,59 *	0,81 *	0,76 *	0,87 *	0,76 *	0,46 *	1	
K	0,71 **	0,52 *	0,9 *	0,46 *	0,31 *	0,59 *	0,57 *	0,75 *	0,81 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,7 **	-0,2 *	0,37 *	0,39 *	0,88 *	0,7 *	0,94 *	0,77 *	0,89 *	0,87 *	0,93 *	1	

## D)Correlação sistema soja+pasto

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS20	UCC	MICRO	MACRO	APD	PH	MO	Ca	Mg	Ca_Mg	P	K
Média	72,8	8,15	4,67	16,8	74,4	60,5	113	115	1336	74,9	75,5	24	1703	0,98	0,57	0,6	0,08	0,04	3,38	4,21	4,22	2,2	1,96	12,6	102
Desvio	10,3	0,6	0,97	1,25	13,3	12,3	22,9	20,7	442	5,12	13,2	13,1	271	0,16	0,07	0,07	0,03	0,02	0,38	0,5	1,88	1,03	0,32	7,46	71,4
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0,8 *	1																							
NRP	0,81 *	0,89 *	1																						
NNP	0,81 *	0,87 *	0,91 *	1																					
VR	0,72 *	0,88 *	0,77 *	0,76 *	1																				
NVP	0,82 *	0,87 *	0,92 *	0,94 *	0,79 *	1																			
NSP	0,79 *	0,83 *	0,81 *	0,85 *	0,85 *	0,87 *	1																		
MMS	0,81 *	0,79 *	0,86 *	0,91 *	0,7 *	0,88 *	0,8 *	1																	
RS	0,82 *	0,86 *	0,87 *	0,88 *	0,83 *	0,92 *	0,93 *	0,9 *	1																
INCID	-0,8 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,9 *	-1 *	-0,8 *	-0,9 *	1															
MAC	-0,8 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,9 *	-1 *	-0,8 *	-0,9 *	0,93 *	1														
FUS	-0,7 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,8 *	0,81 *	0,66 *	1													
RP	-0,9 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	0,9 *	0,76 *	0,84 *	1												
DS20	-0,8 *	-0,9 *	-1 *	-0,9 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,9 *	0,81 *	0,83 *	0,83 *	0,67 *	1											
UCC	0,7 *	0,48 *	0,46 *	0,43 *	0,67 *	0,55 *	0,69 *	0,43 *	0,59 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,5 *	-0,8 *	-0,4 *	1										
MICRO	0,76 *	0,77 *	0,74 *	0,74 *	0,88 *	0,82 *	0,91 *	0,72 *	0,88 *	-0,9 *	-0,9 *	-0,7 *	-0,9 *	-0,7 *	0,86 *	1									
MACRO	0,77 *	0,71 *	0,75 *	0,69 *	0,81 *	0,82 *	0,85 *	0,64 *	0,97 *	-0,9 *	-1 *	-0,6 *	-0,8 *	-0,7 *	0,74 *	0,87 *	1								
APD	0,35 ns	0,68 *	0,74 *	0,77 *	0,46 *	0,61 *	0,53 *	0,76 *	0,64 *	-0,4 ns	-0,5 *	-0,5 *	-0,2 ns	-0,8 *	-0,1 ns	0,32 ns	0,37 ns	1							
PH	0,33 ns	0,61 *	0,54 ns	0,68 *	0,81 *	0,59 *	0,49 ns	0,83 *	0,73 *	-0,6 ns	-0,4 ns	-0,6 *	-0,5 ns	-0,5 ns	0,35 *	0,69 *	0,05 ns	0,63 *	1						
MO	0,73 *	0,49 ns	0,62 *	0,41 *	0,27 ns	0,52 ns	0,78 *	0,19 *	0,59 **	-0,8 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,6 *	0,74 ns	0,58 *	0,88 *	-0,5 ns	0,19 ns	1					
Ca	0,71 *	0,81 *	0,79 *	0,85 ns	0,76 *	0,82 *	0,73 *	0,85 *	0,89 *	-0,8 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,8 *	-0,7 *	0,53 *	0,74 *	0,38 ns	0,38 ns	0,85 *	0,54 ns	1				
Mg	0,62 **	0,78 *	0,74 *	0,8 *	0,8 *	0,79 *	0,62 *	0,88 *	0,87 *	-0,7 *	-0,6 *	-0,7 *	-0,7 *	-0,7 *	0,44 *	0,7 *	0,27 ns	0,48 ns	0,91 *	0,43 ns	0,98 *	1			
Ca_Mg	0,8 *	0,55 ns	0,71 *	0,47 ns	0,38 ns	0,61 *	0,76 *	0,34 ns	0,62 *	-0,8 *	-0,9 *	-0,7 *	-0,8 *	-0,6 **	0,67 *	0,57 *	0,78 *	-0,3 ns	0,41 ns	0,91 *	0,72 *	0,84 **	1		
P	0,74 *	0,83 *	0,74 *	0,87 *	0,7 *	0,86 *	0,57 *	0,91 *	0,87 *	-0,6 *	-0,6 *	-0,7 *	-0,7 *	-0,8 *	0,34 *	0,96 *	0,23 ns	0,48 ns	0,8 *	0,44 ns	0,94 *	0,95 *	0,61 **	1	
K	0,77 *	0,41 ns	0,54 ns	0,49 ns	0,39 ns	0,49 ns	0,81 *	0,31 ns	0,58 **	-0,8 *	-0,8 *	-0,6 *	-0,8 *	-0,5 ns	0,85 ns	0,69 *	0,9 *	-0,4 ns	0,39 ns	0,89 *	0,67 *	0,59 **	0,91 *	0,55 ns	1

Altura de planta (AP), diâmetro da haste (DHP), número de ramos por planta (NRP), número de nó por planta (NNP), b volume de raiz (VR), numero de vagens por planta (NVP), numero de semente por planta (NSP), massa de mil sementes (MMS), rendimento de semente (RS), incidência de doença (INCID), macrofomina (MAC), fusário (FUS), resistência a penetração (RP), densidade do solo a 20 cm de profundidade (DS 20), umidade na capacidade de campo solo argiloso (UCC), microporo (MICRO), macroporo (MACRO), água prontamente disponível (APD), potencial de hidrogênio (PH), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), relação cálcio- magnésio (Ca\_Mg), fósforo (P), potássio (K).

ns: não significativo; \*: estatisticamente significativo pelo teste t (P<0,01)

\*\* : estatisticamente significativo pelo teste t (P<0,05)

FONTE: produção da própria autora

#### 4.1.2 Correlação geral para safra 2015/2016

Na tabela 3, observa-se correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, NSP, MMS, RS, MACRO, MO e Mg em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a AP e correlação positiva a 5% de significância de APD, PH, em relação a AP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NSP, MMS, RS, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg em relação DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MACR, FUS, RP, em relação à DHP. Correlação positiva a 5% de significância de MICRO, em relação à DHP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NSP, MMS, RS, MACRO, APD, PH, MO, Mg em relação NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MACR, FUS, RP, em relação à NRP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Mg, K em relação NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação à NNP. Correlação positiva a 5% de significância de P, em relação à NNP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Mg e K em relação VR. Correlação negativa a 1% de significância de NVP, INCID, MACR, FUS, RP, em relação à VR. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, P, em relação à VR.

Observou-se correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, Ca\_Mg, P em relação NVP. Correlação negativa a 1% de significância de NSP, INCID, MACR, DS em

relação a NVP. Correlação positiva a 5% de significância de K em relação a NVP.

Correlação negativa a 5% de significância de NSP, RS em relação à NVP. A correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, UCC, MACRO, APD, PH, MO, Mg, em relação NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MACR, FUS, RP em relação à NSP. Correlação positiva a 5% de significância de K em relação à NSP. Correlação negativa a 5% de significância de NSP, RS em relação à NSP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RS, MACRO, APD, PH, MO, Mg, K em relação MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MACR, FUS, RP em relação à NSP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca em relação a MMS. Correlação negativa a 5% de significância de NSP, RS em relação a MMS. Observou-se correlação positiva a 1% de significância de MACRO, APD, PH, MO, Mg, em relação RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID,MACR,FUS,RP em relação a RS. Foi observada correlação positiva a 5% de significância de APD em relação a RS.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MACR, FUS, RP, DS, MACRO, em relação à INCID. Correlação negativa a 1% de significância de MO, Mg, Ca\_Mg, K em relação a INCID. Correlação positiva a 5% de significância de Ca em relação a INCID. Correlação negativa a 5% de significância de APD,PH em relação a INCID. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de FUS, RP, DS, em relação a MAC. Correlação negativa a 1% de significância de MICRO, MACRO, MO, Mg, Ca, P,K,APD,PH em relação a MAC. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RP, DS, em relação à FUS. Correlação negativa a 1% de

significância de MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, P,K em relação a FUS Correlação negativa a 5% de significância de UCC,MICRO em relação a FUS.

Foi observada correlação negativa a 1% de significância de MACRO, PH, MO, Mg, em relação a RP . Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, P em relação à DS Correlação negativa a 5% de significância de K em relação à DS.

Observa-se correlação positiva a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, Ca\_Mg, P,K em relação a UCC. Correlação positiva a 5% de significância de MO em relação à UCC. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MACRO, APD, Ca\_Mg, P, em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de MO em relação a MICRO.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de APD, PH, MO, P, em relação a MACRO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de PH, Ca, Mg, CA\_Mg, P,K em relação a APD. A correlação positiva a 1% de significância de MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a PH. Observa-se correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a MO.

Correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a Ca. Observa-se correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, P,K em relação aoMg. A correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação à Ca\_Mg. Correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação à Ca\_Mg. Observa-se correlação positiva a 1% de significância de K em relação a P.

**Tabela 3 - Correlação de Pearson na safra 2015/2016, das variáveis estudadas em função dos sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.**

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS	UCC	Micro	Macro	APD	pH	MO	Ca	Mg	Ca_Mg	P	K
Média	77,2	7,1	2,8	15,0	42,8	48,0	111,0	163,0	1924,3	52,8	70,5	8,9	2229,6	1,4	0,2	0,3	0,1	0,0	5,4	5,4	8,7	3,3	2,5	14,0	152,2
Desv	5,4	1,1	0,9	1,2	1,6	1,1	12,3	42,9	21,5	871,0	17,4	18,6	13,4	1613,1	0,3	0,2	0,2	0,0	0,8	0,9	4,7	1,3	0,8	12,4	83,1
N	80	160	160	160	160	160	160	160	160	80	80	80	80	80	80	80	80	80	48	48	48	48	48	48	48
AP	1																								
DHP	0,86 *	1,00																							
NRP	0,85 *	0,89 *	1,00																						
NNP	0,73 *	0,78 *	0,75 *	1,00																					
VR	0,77 *	0,87 *	0,86 *	0,84 *	1,00																				
NVP	0,15 ns	0,05 ns	-0,07 ns	0,21 *	-0,20 *	1,00																			
NSP	0,78 *	0,88 *	0,86 *	0,84 *	0,98 *	-0,17 **	1,00																		
MMS	0,66 *	0,82 *	0,80 *	0,71 *	0,77 *	-0,20 *	0,76 *	1,00																	
RS	0,77 *	0,85 *	0,85 *	0,66 *	0,92 *	-0,13 **	0,93 *	0,83 *	1,00																
INCID	-0,55 *	-0,64 *	-0,52 *	-0,71 *	-0,49 *	-0,47 *	-0,52 *	-0,53 *	-0,54 *	1,00															
MAC	-0,68 *	-0,76 *	-0,65 *	-0,69 *	-0,60 *	-0,30 *	-0,61 *	-0,66 *	-0,65 *	0,77 *	1,00														
FUS	-0,51 *	-0,55 *	-0,54 *	-0,51 *	-0,53 *	-0,04 ns	-0,54 *	-0,60 *	-0,59 *	0,61 *	0,58 *	1,00													
RP	-0,83 *	-0,86 *	-0,89 *	-0,77 *	-0,83 *	0,16 ns	-0,81 *	-0,78 *	-0,84 *	0,49 *	0,60 *	0,56 *	1,00												
DS	-0,30 *	-0,11 ns	-0,09 ns	-0,33 *	0,03 ns	0,75 *	-0,02 ns	0,02 ns	-0,07 ns	0,50 *	0,40 *	0,28 *	0,04 ns	1,00											
UCC	0,21 ns	0,04 ns	0,00 ns	0,27 *	-0,11 *	0,88 *	-0,06 ns	-0,08 ns	-0,01 ns	-0,41 ns	-0,30 *	-0,23 **	0,00 ns	-0,95 *	1,00										
Micro	0,20 ns	0,02 **	-0,01 ns	0,27 *	-0,12 ns	0,70 *	-0,08 ns	-0,10 ns	-0,03 ns	-0,40 ns	-0,30 *	-0,22 **	0,01 ns	-0,95 *	1,00 *	1,00									
Macro	0,59 *	0,48 *	0,47 *	0,54 *	0,42 *	0,50 *	0,45 *	0,36 *	0,51 *	-0,68 *	-0,56 *	-0,49 *	-0,40 *	-0,62 *	0,51 *	0,51 *	1,00								
APD	0,29 **	0,31 *	0,28 *	0,33 *	0,24 *	0,36 *	0,29 *	0,24 *	0,33 *	-0,52 *	-0,52 *	-0,38 *	-0,19 ns	-0,61 *	0,53 *	0,53 *	0,45 *	1,00							
pH	0,30 **	0,40 *	0,39 *	0,46 *	0,47 *	0,02 ns	0,47 *	0,42 *	0,50 *	-0,59 **	-0,50 *	-0,55 *	-0,37 *	-0,05 ns	0,02 ns	0,02 ns	0,38 *	0,41 *	1,00						
MO	0,62 *	0,53 *	0,52 *	0,51 *	0,55 *	0,00 ns	0,52 *	0,58 *	0,55 *	-0,64 *	-0,67 *	-0,69 *	-0,55 *	-0,37 *	0,33 **	0,32 **	0,57 *	0,37 ns	0,61 *	1,00					
Ca	0,19 ns	0,18 *	0,15 ns	0,30 *	0,25 **	0,19 ns	0,22 ns	0,25 **	0,27 ns	-0,55 ns	-0,43 *	-0,43 *	-0,16 ns	-0,25 ns	0,23 ns	0,23 ns	0,25 ns	0,54 *	0,91 *	0,61 *	1,00				
Mg	0,35 *	0,44 *	0,43 *	0,52 *	0,47 *	0,04 ns	0,46 *	0,44 *	0,52 *	-0,64 *	-0,59 *	-0,58 *	-0,42 *	-0,10 ns	0,08 ns	0,09 ns	0,38 ns	0,46 *	0,94 *	0,66 *	0,87 *	1,00			
Ca_Mg	-0,14 ns	-0,17 ns	-0,23 ns	-0,02 ns	-0,12 ns	0,41 *	-0,16 ns	-0,04 ns	-0,11 ns	-0,35 *	-0,16 ns	-0,19 ns	0,21 ns	-0,46 ns	0,45 *	0,45 *	0,06 ns	0,59 *	0,59 *	0,44 *	0,83 *	0,52 *	1,00		
P	0,31 **	0,17 ns	0,19 ns	0,33 **	0,13 ns	0,48 *	0,17 ns	0,14 ns	0,25 ns	-0,53 *	-0,38 *	-0,38 *	-0,12 ns	-0,54 *	0,45 *	0,48 *	0,45 *	0,48 *	0,54 *	0,50 *	0,55 *	0,64 *	0,41 *	1,00	
K	0,26 ns	0,40 *	0,17 ns	0,49 *	0,21 ns	0,27 **	0,23 ns	0,46 *	0,27 ns	-0,86 *	-0,87 *	-0,47 *	-0,19 ns	-0,28 **	0,23 *	0,24 ns	0,21 ns	0,55 *	0,71 *	0,63 *	0,74 *	0,76 *	0,58 *	0,69 *	1,00

Altura de planta (AP), diâmetro da haste (DHP), número de ramos por planta (NRP), número de nó por planta (NNP), volume de raiz (VR), número de vagens por planta (NVP), número de semente por planta (NSP), massa de mil sementes (MMS), rendimento de semente (RS), incidência de doença (INCID), macrofomina (MACRO), fusário (FUS), resistência a penetração (RP), densidade do solo a 20 cm de profundidade (DS 20), umidade na capacidade de campo solo argiloso (UCC), microporo (MICRO), macroporo (MACRO), água prontamente disponível (APD), potencial de hidrogênio (PH), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), relação cálcio-magnésio (Ca\_Mg), fósforo (P), potássio (K).

ns: não significativo; \*: estatisticamente significativo pelo teste t ( $P < 0,01$ )

\*\* : estatisticamente significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

FONTE: produção da própria autora

#### 4.1.2.1 Sistema soja+aveia na safra 2015/2016.

Na tabela 4A, se observa presença de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a AP. A correlação positiva a 1% de significância

de NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, MACRO, PH, MO, Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP em relação a DHP. Correlação positiva a 5% de significância de APD, Ca em relação à DHP. A correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, MACRO, PH, P, em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP em relação a NRP. Correlação positiva a 5% de significância de UCC, MICRO, MO, Mg, K em relação a NRP. A correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, MACRO, PH, MO, Mg, Ca\_Mg, P, K, em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP em relação à NNP. Correlação negativa a 5% de significância de DS em relação à NNP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca em relação à NNP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P,K, em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RS, DS em relação a VR. Correlação positiva a 5% de significância de APD em relação a VR. A correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P,K, em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RS, DS em relação a NVP. Correlação positiva a 5% de significância de APD em relação a NVP.

A correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS,RS, em relação a NSP. Correlação positiva a 5% de significância de MO, Ca, K em relação à NSP. Correlação negativa a 5% de significância de DS, em relação a NSP. A correlação

positiva a 1% de significância de RS, MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS, em relação à MMS. Correlação positiva a 5% de significância de UCC, MICRO, APD em relação a MMS. A correlação positiva a 1% de significância de MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P em relação a RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS, em relação a RS. Correlação positiva a 5% de significância de UCC, MICRO, em relação a RS. A correlação positiva a 1% de significância de MAC, FUS em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a INCID. Correlação positiva a 5% de significância de RP, em relação a INCID.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RP, DS em relação a MACR. Correlação negativa a 1% de significância de MACRO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a MACR. Correlação positiva a 5% de significância de FUS, em relação a MACR. Correlação positiva a 5% de significância de APD, PH, MO em relação à MACR.

Correlação positiva a 1% de significância de RP em relação a FUS. Correlação negativa a 1% de significância de MACRO, PH, P em relação a FUS. Correlação positiva a 5% de significância de DS, em relação à FUS. Correlação negativa a 5% de significância de MO, K, Mg em relação a FUS. Correlação positiva a 1% de significância de DS em relação a FUS. Correlação negativa a 1% de significância de MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a FUS. Correlação negativa a 5% de significância de UCC, MICRO, APD em relação a FUS.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de DS em relação à RP. Correlação negativa a 1% de significância de MACRO, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a RP. Correlação negativa a 5% de significância de UCC, MICRO, APD em relação à RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a DS. Correlação positiva a 1% de significância de MICRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a UCC.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de APD, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de P, PH em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de APD, P em relação a MACRO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a APD. Correlação positiva a 1% de significância de MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a PH. Correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a MO. Correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a Ca. Correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, P, K em relação a Mg. Correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação a Ca\_Mg. Correlação positiva a 1% de significância de K em relação a P.

#### 4.1.2.2 Sistema soja+milho, na safra 2015/ 2016.

Na tabela 4B, se observa presença de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a

AP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Ca\_Mg, K em relação a AP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RP, NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a DHP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Ca\_Mg, K em relação a DHP. A correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, RP, DS em relação à NRP. Correlação positiva a 5% de significância de MMS, Mg, Ca\_Mg em relação a NRP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, RP, DS em relação a NNP. Correlação positiva a 5% de significância de MAC, Ca\_Mg, K em relação a NNP. Correlação negativa a 5% de significância de MACR em relação a NNP. A correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K Ca em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, FUS, RP, DS em relação a VR. Correlação positiva a 5% de significância de PH em relação à VR. Correlação negativa a 5% de significância de MACR em relação à VR. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg, K Ca em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a NVP. Correlação positiva a 5% de significância de MO em relação à NVP. A correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg,

P, K Ca em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de FUS, RP, DS em relação a NSP. Correlação negativa a 5% de significância de INCID e MAC em relação ao NSP. A correlação positiva a 1% de significância de RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, K Ca em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, FUS, RP, DS em relação à MMS. Correlação positiva a 5% de significância de Mg, P em relação a MMS. A correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, K em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a MMS. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Mg, P em relação a MMS. A correlação positiva a 1% de significância de MACRO, FUS, RP, DS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K Ca em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de RP, DS em relação a INCID. Correlação positiva a 5% de significância de PH em relação à INCID.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de FUS, RP, DS, P, K em relação a MAC. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO em relação a MAC. A correlação positiva a 1% de significância de DS em relação à FUS. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO em relação à FUS. Correlação positiva a 5% de significância de RP em relação a FUS. Correlação negativa a 5% de significância de K em relação à FUS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de DS em relação à RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, Mg em relação a RP. Correlação negativa a 5% de significância de PH em relação à RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca,

Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a DS. Correlação negativa a 5% de significância de PH em relação à DS. A correlação positiva a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, P, K em relação a UCC. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Mg, Ca\_Mg em relação a UCC. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MACRO, APD, MO, Ca, P, K em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Mg, Ca\_Mg em relação a MICRO. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de APD, PH, MO, Ca, Mg, P, K em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_Mg em relação a MACRO. A correlação positiva a 1% de significância de P e K em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de MO em relação a APD. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, K em relação a PH. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_Mg em relação a PH. A correlação positiva a 1% de significância de Ca, Ca\_Mg, K em relação a MO. Correlação positiva a 5% de significância de Mg, P em relação a MO.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, K em relação a Ca. Correlação positiva a 5% de significância de P em relação a Ca. A correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação a Mg. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de P em relação a Ca\_Mg. A correlação positiva a 1% de significância de K em relação ao P.

#### 4.1.2.3 Sistema soja+trigo, na safra 2015/2016.

Na tabela 4C, se observa presença de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR,

NVP, NSP, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID,MAC,RP,DS em relação a AP. Correlação positiva a 5% de significância de MMS em relação a AP. A correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NVP, MMS, NSP, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Ca\_Mg, K em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação à DHP. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a DHP. A correlação positiva a 1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP,DS em relação a NRP. A correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Ca\_Mg, K em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, FUS,MAC, ,RP,DS em relação a NNP. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a NNP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Ca\_Mg, K em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, FUS, MAC, RP e DS em relação a VR. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a VR. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID,FUS,MAC, ,RP,DS em relação a NVP. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a NVP.

Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD,

PH, MO, Ca, Ca\_Mg, P,K em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID,FUS,MAC, ,RP,DS em relação a NSP. Correlação positiva a 5% de significância de Mg em relação a NSP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de RS, MACRO, APD, em relação à MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, RP, DS em relação a MMS. Correlação positiva a 5% de significância de MACRO em relação à MMS. Correlação negativa a 5% de significância de FUS em relação à MMS. A correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, P em relação a RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a RS. Correlação positiva a 5% de significância de PH, Mg em relação a RS. foi observada a existência de correlação positiva a 1% de significância de MAC, FUS, RP, em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a INCID. Correlação positiva a 5% de significância de DS em relação à INCID. A correlação positiva a 1% de significância de RP, DS, em relação à MAC. Correlação negativa a 1% de significância de MAC, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a MAC. A correlação positiva a 1% de significância de RP, DS, em relação a FUS. Correlação negativa a 1% de significância de MAC, PH, P em relação ao FUS. Correlação negativa a 5% de significância de MO, Mg, K em relação a FUS. A correlação positiva a 1% de significância de DS, em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de MAC, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_ Mg, P e K em relação a RP. Correlação negativa a 5% de significância de UCC, MICRO, APD em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a DS. Correlação positiva a

1% de significância de MICRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a UCC. Correlação positiva a 1% de significância de APD, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, K em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de PH em relação a MICRO. Correlação positiva a 1% de significância de P, K em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de APD em relação a MACRO. Correlação positiva a 1% de significância de PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a APD. Correlação positiva a 1% de significância de MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a PH. Correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a MO. Correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a Ca. Correlação positiva a 1% de significância de Ca\_Mg, P, K em relação a Mg. Correlação positiva a 1% de significância de P e K em relação a Ca\_Mg. Correlação positiva a 1% de significância de K em relação a P.

#### 4.1.2.4 Sistema soja+pasto, na safra 2015/2016.

Na tabela 4A, se observa presença de correlação positiva a 1% de significância de DHP, NRP, NNP, VR, MMS, NVP, NSP, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca\_Mg e P, em relação a AP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a AP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, K em relação a AP. Correlação positiva a 1% de significância de NRP, NNP, VR, NVP, MMS, NSP, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, em relação a DHP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a DHP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, K em relação a DHP. Foi observada correlação positiva a

1% de significância de NNP, VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação à NRP. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, em relação a NRP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de VR, NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, P,K em relação a NNP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação à NNP. Foi observada correlação positiva a 5% de significância de Ca\_Mg, em relação a NNP. A correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, PH, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg, P e K em relação a VR. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a VR. Correlação positiva a 5% de significância de MO, em relação à VR. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de NVP, NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, PH, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg, P,K em relação a NRP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a NRP. Correlação positiva a 5% de significância de MO, em relação à NRP. Correlação positiva a 1% de significância de NSP, MMS, RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, em relação a NVP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação à NVP. Correlação positiva a 5% de significância de P, K em relação a NVP. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de MMS, RS, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, P, K, em relação a NSP. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a NSP. Correlação positiva a 5% de significância de UCC, MICRO, Ca\_Mg em relação a NSP. A correlação positiva a 1% de

significância de RS, UCC, MICRO, MACRO, APD, MO, Ca, em relação a MMS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a MMS. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Ca\_Mg, P em relação a MMS. A correlação positiva a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a RS. Correlação negativa a 1% de significância de INCID, MAC, FUS, RP, DS em relação a RS. Correlação positiva a 1% de significância de MAC, FUS, RP, DS em relação a INCID. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a INCID. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de FUS, RP, DS em relação a MAC. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, MO, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a MAC. Correlação positiva a 1% de significância de RP, DS em relação a FUS. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, MACRO, APD, PH, Ca, Mg, Ca\_Mg, P, K em relação a FUS. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de DS em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, APD, em relação a RP. Correlação negativa a 5% de significância de MACRO, MO em relação a RP. Correlação negativa a 1% de significância de UCC, MICRO, APD, MO em relação a DS. A correlação positiva a 1% de significância de MICRO, MACRO, APD, MO em relação a UCC. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_Mg em relação a UCC. A correlação positiva a 1% de significância de MACRO, APD, MO em relação a MICRO. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_Mg em relação a MICRO. Correlação positiva a 1% de significância de MO em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de

APD em relação a MACRO. Correlação positiva a 5% de significância de Ca, Mg, Ca\_ Mg, P e K em relação a APD. A correlação positiva a 1% de significância de Ca, Mg, P e K em relação a PH. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_ Mg em relação a PH. Correlação positiva a 5% de significância de Ca\_ Mg, P,K em relação a MO. A correlação positiva a 1% de significância de Mg, Ca\_ Mg, P,K em relação a Ca. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de Ca\_ Mg, P,K em relação a Mg. A correlação positiva a 1% de significância de P,K em relação a Ca\_ Mg. Foi observada correlação positiva a 1% de significância de K em relação a P.

**Tabela 4 - Correlação de Pearson na safra 2015/ 2016, das variáveis estudadas em função de cada um dos quatro sistemas de cultivos, na região de Ponte Serrada- SC.**

### a) Sistema soja+aveia

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS	UCC	Micro	Macro	APD	pH	MO	Ca	Mg	Ca:Mg	P	K
Média	79.5	7.61	3.28	15.3	60	36.3	154	175	2548	54.7	70.5	2.5	974	1.58	0.12	0.13	0.08	0.03	5.76	5.83	10	3.93	2.39	11.4	122
Desvio	3.65	0.83	0.4	0.72	14.6	6.84	39.8	13	642	19	16.4	4.44	565	0.16	0.16	0.14	0.04	0.02	0.76	0.54	5.11	1.02	0.82	9.26	65.7
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0.84 *	1																							
NRP	0.91 *	0.85 *	1																						
NNP	0.81 *	0.8 *	0.81 *	1																					
VR	0.88 *	0.95 *	0.85 *	0.77 *	1																				
NVP	0.8 *	0.8 *	0.76 *	0.67 *	0.79 *	1																			
NSP	0.83 *	0.96 *	0.86 *	0.82 *	0.96 *	0.81 *	1																		
MMS	0.5 *	0.7 *	0.74 *	0.7 *	0.67 *	0.56 *	0.72 *	1																	
RS	0.59 *	0.82 *	0.72 *	0.63 *	0.74 *	0.82 *	0.83 *	0.74 *	1																
INCID	-0.8 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.8 *	-1 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.6 *	-0.7 *	1															
MAC	-0.8 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.5 *	-0.6 *	0.74 *	1															
FUS	-0.4 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.5 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.7 *	0.46 *	0.42 **	1														
RP	-0.7 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.7 *	-0.5 *	-0.7 *	0.7 **	0.62 *	0.77 *	1												
DS	-0.8 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.9 **	-0.8 *	-0.8 *	-0.9 **	-0.6 *	0.75 ns	0.82 *	0.52 **	0.83 *	1												
UCC	0.57 *	0.62 ns	0.52 **	0.71 ns	0.52 ns	0.54 ns	0.64 ns	0.39 **	0.58 **	-0.5 ns	-0.7 ns	-0.3 ns	-0.3 **	-0.9 *	1										
Micro	0.59 *	0.66 ns	0.57 **	0.73 ns	0.56 ns	0.63 ns	0.67 ns	0.42 **	0.63 **	-0.6 *	-0.8 ns	-0.3 ns	-0.4 **	-0.9 *	0.98 *	1									
Macro	0.6 *	0.76 *	0.65 *	0.71 *	0.69 *	0.87 *	0.7 *	0.49 *	0.83 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.5 *	-0.6 *	-0.7 ns	0.56 ns	0.84 ns	1								
APD	0.79 *	0.9 **	0.76 *	0.87 ns	0.83 **	0.85 *	0.53 **	0.74 *	-0.9 *	-0.9 **	-0.4 ns	-0.6 **	-0.9 *	0.83 *	0.86 *	0.85 **	1								
pH	0.69 *	0.76 *	0.77 *	0.73 *	0.69 *	0.79 *	0.81 **	0.55 *	0.61 *	-0.6 *	-0.6 **	-0.7 *	-0.7 *	-1 *	0.66 *	0.85 **	0.84 ns	0.86 *	1						
MO	0.76 *	0.8 *	0.8 **	0.76 *	0.8 *	0.78 *	0.74 *	0.45 *	0.23 *	-0.7 *	-0.9 *	-0.6 *	-0.8 *	-0.8 *	0.89 *	0.95 *	0.98 ns	0.81 *	0.83 *	1					
Ca	0.68 *	0.74 **	0.85 ns	0.75 **	0.71 *	0.83 *	0.8 ns	0.53 *	0.54 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.7 *	-1 *	0.67 *	0.85 *	0.84 ns	0.89 *	0.97 *	0.81 *	1				
Mg	0.77 *	0.59 *	0.87 **	0.66 *	0.61 *	0.91 *	0.65 ns	0.49 *	0.56 *	-0.5 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.9 *	-0.9 *	0.61 *	0.87 *	0.86 ns	0.57 *	0.87 *	0.82 *	0.91 *	1			
Ca:Mg	0.8 *	0.82 *	0.82 ns	0.79 *	0.78 *	0.76 *	0.84 ns	0.54 *	0.43 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.8 ns	-0.7 *	-1 *	0.75 *	0.84 *	0.73 ns	0.77 *	0.97 *	0.84 *	0.98 *	0.83 *	1		
P	0.52 *	0.43 *	0.67 *	0.48 *	0.43 *	0.8 *	0.67 *	0.44 *	0.8 *	-0.5 *	-0.2 ns	-0.6 *	-0.6 *	-0.8 *	0.24 *	0.64 **	0.94 **	0.32 *	0.79 *	0.46 *	0.92 *	0.83 *	0.7 *	1	
K	0.68 *	0.8 *	0.81 **	0.72 *	0.81 *	0.82 *	0.9 **	0.5 *	0.53 *	-0.8 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.9 *	0.62 *	0.83 *	0.78 ns	0.68 *	0.82 *	0.71 *	0.84 *	0.8 *	0.81 *	0.84 *	1

### b) Sistema soja+milho

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS	UCC	Micro	Macro	APD	pH	MO	Ca	Mg	Ca:Mg	P	K
Média	81.4	8.14	3.4	15.9	50.7	46.7	132	164	2263	46.1	56.5	7.5	874	1.51	0.16	0.17	0.07	0.03	5.31	5.73	7.24	3.39	2.07	14.4	194
Desvio	1.47	0.51	0.73	0.6	8.59	7.58	24.3	11.3	443	12.6	20.6	10.7	323	0.26	0.21	0.21	0.03	0.04	0.63	0.83	3.67	1.34	0.39	11.1	71.6
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0.79 *	1																							
NRP	0.73 *	0.88 *	1																						
NNP	0.73 *	0.86 *	0.76 *	1																					
VR	0.86 *	0.93 *	0.92 *	0.83 *	1																				
NVP	0.89 *	0.84 *	0.86 *	0.77 *	0.91 *	1																			
NSP	0.76 *	0.93 *	0.93 *	0.78 *	0.95 *	0.85 *	1																		
MMS	0.92 *	0.77 *	0.59 *	0.8 *	0.71 *	0.52 *	0.67 *	1																	
RS	0.91 *	0.88 *	0.83 *	0.86 *	0.89 *	0.8 *	0.87 *	0.85 *	1																
INCID	-0.8 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	-1 *	-0.9 *	1															
MAC	-0.8 *	-0.7 *	-0.6 *	-0.7 **	-0.7 **	-0.9 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.8 *	0.71 *	1														
FUS	-0.7 *	-0.8 *	-0.9 ns	-0.7 ns	-0.9 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.8 *	0.83 *	0.48 *	1													
RP	-0.9 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.9 *	-1 *	-0.8 *	-1 *	-0.9 *	0.91 *	0.86 *	0.71 **	1												
DS	-0.7 *	-0.4 *	-0.6 *	-0.4 *	-0.5 *	-0.6 *	-0.5 *	-0.6 *	-0.6 *	0.45 *	0.55 *	0.46 *	0.61 *	1											
UCC	0.59 *	0.28 *	0.48 *	0.31 *	0.38 *	0.38 *	0.31 *	0.45 *	0.44 *	-0.3 *	-0.4 *	-0.4 *	-0.5 *	-1 *	1										
Micro	0.61 *	0.28 *	0.49 *	0.35 *	0.39 *	0.4 *	0.32 *	0.47 *	0.46 *	-0.3 *	-0.4 *	-0.4 *	-0.5 *	-1 *	1	1									
Macro	0.67 *	0.84 *	0.82 *	0.59 *	0.84 *	0.84 *	0.86 *	0.73 *	0.81 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.6 *	-0.7 *	-0.4 *	0.21 *	0.21 *	1								
APD	0.62 *	0.43 *	0.53 *	0.31 *	0.46 *	0.48 *	0.55 *	0.5 *	0.64 *	-0.4 *	-0.4 *	-0.4 *	-0.5 *	-0.8 *	0.59 *	0.59 *	0.45 *	1							
pH	0.75 ns	0.74 *	0.68 *	0.66 *	0.76 **	0.84 *	0.62 *	0.95 ns	0.78 **	-1 **	-0.6 ns	-0.7 ns	-0.8 *	-0.8 *	0.79 *	0.56 **	0.5 *	0.82 ns	1						
MO	0.83 *	0.81 *	0.62 ns	0.86 ns	0.74 *	0.96 **	0.62 *	0.9 *	0.84 *	-0.8 *	-0.7 **	-0.6 *	-0.9 *	-0.8 *	0.84 *	0.73 *	0.53 *	0.72 **	0.84 ns	1					
Ca	0.83 **	0.63 *	0.49 *	0.65 *	0.65 *	0.84 *	0.41 *	0.94 ns	0.73 *	-0.9 *	-0.7 ns	-0.5 ns	-0.9 *	-0.9 *	0.9 *	0.71 *	0.28 *	0.69 ns	0.94 *	0.86 **	1				
Mg	0.82 ns	0.73 *	0.61 *	0.73 *	0.74 *	0.89 *	0.54 *	0.99 ns	0.81 *	-0.9 *	-0.7 ns	-0.5 ns	-0.9 *	-0.8 *	0.89 **	0.7 **	0.41 *	0.79 ns	0.97 *	0.89 **	0.96 *	1			
Ca:Mg	0.87 **	0.59 **	0.39 *	0.68 **	0.59 *	0.87 *	0.33 *	0.85 ns	0.73 *	-0.7 ns	-0.7 ns	-0.4 ns	-0.9 ns	-1 *	0.97 **	0.81 **	0.23 **	0.68 ns	0.77 *	0.87 *	0.87 *	0.86 ns	1		
P	0.74 ns	0.79 *	0.69 ns	0.71 ns	0.82 ns	0.91 ns	0.69 *	0.89 *	0.81 *	-0.9 *	-0.5 *	-0.7 ns	-0.9 ns	-0.9 *	0.8 *	0.55 *	0.62 *	0.85 *	0.91 *	0.9 *	0.85 **	0.9 *	0.85 *	1	
K	0.77 **	0.74 *	0.61 ns	0.72 **	0.75 *	0.88 *	0.56 *	0.94 *	0.78 *	-0.9 *	-0.7 *	-0.6 **	-0.9 ns	-0.8 *	0.85 *	0.68 *	0.44 *	0.76 *	0.96 *	0.87 *	0.98 *	0.96 *	0.85 ns	0.9 *	1

## c) Sistema soja+trigo

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS	UCC	Micro	Macro	APD	pH	MO	Ca	Mg	Ca-Mg	P	K
Média	71.1	6.33	1.79	14.6	28.7	52.3	71.5	151	1391	52	76.5	11	3893	1.39	0.31	0.32	0.07	0.03	0.54	5.27	11.5	3.48	3.34	12.1	195
STD	3.61	0.39	0.56	1.54	3.26	6.48	8.81	14.4	229	16.7	13.1	17.7	1104	0.26	0.22	0.22	0.05	0.01	0.67	1.16	4.27	1.19	0.77	13.8	90.7
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0.89 *	1																							
NRP	0.71 *	0.9 *	1																						
NNP	0.65 *	0.67 *	0.68 *	1																					
VR	0.84 *	0.85 *	0.76 *	0.8 *	1																				
NVP	0.85 *	0.78 *	0.74 *	0.84 *	0.86 *	1																			
NSP	0.84 *	0.88 *	0.76 *	0.76 *	0.97 *	0.84 *	1																		
MMS	0.87 **	0.5 *	0.33 *	0.52 *	0.6 *	0.7 *	0.58 *	1																	
RS	0.86 *	0.74 *	0.61 *	0.72 *	0.86 *	0.85 *	0.86 *	0.83 *	1																
INCID	-0.7 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.5 *	-0.8 *	-0.5 *	-0.7 *	-0.6 *	1															
MAC	-0.7 *	-0.7 *	-0.5 *	-0.5 *	-0.9 *	-0.6 *	-0.5 *	-0.8 **	-0.5 *	0.87 *	1														
FUS	-0.8 ns	-0.7 *	-0.4 *	-0.4 *	-0.8 *	-0.5 *	-0.6 *	-0.8 *	-0.6 *	0.6 *	0.76 **	1													
RP	-0.7 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.8 *	0.78 *	0.53 *	0.45 *	1												
DS	-0.8 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.8 *	0.84 **	0.78 *	0.72 *	0.84 *	1												
UCC	0.74	0.78	0.75 *	0.77 *	0.79 *	0.78 *	0.76 *	0.83 ns	0.82 *	-0.7 ns	-0.7 ns	-0.6 ns	-0.8 **	-0.9 *	1										
Micro	0.74	0.78	0.74	0.76 *	0.79 *	0.78 *	0.76 *	0.83 ns	0.82 *	-0.7 ns	-0.7 ns	-0.6 ns	-0.8 **	-0.9 *	1										
Macro	0.86 *	0.92 *	0.89 *	0.77 *	0.82 *	0.92 *	0.81 *	0.84 **	0.88 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.6 *	-0.8 *	-0.9 ns	0.79 ns	0.78 ns	1								
APD	0.72 *	0.73 *	0.69 *	0.58 *	0.58 *	0.85 *	0.59 *	0.8 *	0.68 *	-0.8 *	-0.8 **	-0.7 ns	-0.8 *	-0.8 *	0.67 *	0.67 *	0.85 **	1							
pH	0.42 *	0.71 *	0.74 *	0.9 *	0.64 *	0.83 *	0.74 *	0.25 ns	0.65 **	-0.6 *	-0.3 **	-0.2 *	-0.8 *	-0.7 *	0.61 *	0.61 *	0.81 ns	0.2 *	1						
MO	0.8 *	0.87 *	0.35 *	0.51 *	0.83 *	0.65 *	0.85 *	0.79 ns	0.82 ns	-0.7 *	-0.6 **	-0.8 *	-0.6 *	-0.9 *	0.74 *	0.74 *	0.85 ns	0.62 *	0.54 *	1					
Ca	0.57 *	0.8 *	0.84 *	0.9 *	0.83 *	0.93 *	0.83 *	0.41 ns	0.84 ns	-0.7 *	-0.3 *	-0.3 ns	-0.9 *	-0.7 *	0.73 *	0.72 *	0.84 ns	0.23 *	0.92 *	0.72 *	1				
Mg	0.42 *	0.77 *	0.68 *	0.87 *	0.67 *	0.81 *	0.79 *	0.35 ns	0.64 **	-0.7 *	-0.5 *	-0.3 **	-0.7 *	-0.7 *	0.64 *	0.64 *	0.86 ns	0.39 *	0.97 *	0.57 *	0.89 *	1			
Ca-Mg	0.59 *	0.62 *	0.63 *	0.59 *	0.84 *	0.66 *	0.71 *	0.55 ns	0.86 ns	-0.4 *	-0.1 *	-0.3 ns	-0.8 *	-0.7 *	0.65 *	0.65 *	0.56 ns	0.13 *	0.56 *	0.76 *	0.78 *	0.47 *	1		
P	0.5 ns	0.68 ns	0.21 *	0.44 ns	0.52 ns	0.51 *	0.68 *	0.58 ns	0.61 *	-0.9 *	-0.8 ns	-0.5 *	-0.4 *	-0.8 *	0.74 *	0.75 ns	0.8 *	0.74 *	0.56 *	0.62 *	0.57 *	0.69 *	0.26 *	1	
K	0.58 *	0.85 *	0.38 *	0.64 *	0.76 *	0.67 *	0.69 *	0.71 ns	0.75 ns	-0.9 *	-0.8 *	-0.6 *	-0.9 *	-0.8 *	0.8 *	0.81 *	0.84 ns	0.75 *	0.75 *	0.74 *	0.78 *	0.88 *	0.49 *	0.92 *	1

## d) Sistema soja+pasto

	AP	DHP	NRP	NNP	VR	NVP	NSP	MMS	RS	INCID	MAC	FUS	RP	DS	UCC	Micro	Macro	APD	pH	MO	Ca	Mg	Ca_Mg	P	K
Média	77	6.43	2.04	14.4	32.3	60.5	85.7	142	1475	58.5	78.5	18.5	3177	1.28	0.36	0.38	0.08	0.02	4.8	4.88	6.08	2.48	2.36	18.3	98.4
Desvio	5.52	1.09	0.65	1.13	8.8	12.3	24.3	12.9	381	19.4	16.3	12.3	1314	0.25	0.25	0.23	0.05	0.02	0.75	0.9	3.8	1.3	0.6	15.2	61.4
N	20	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	12	12	12	12	12	12	12
AP	1																								
DHP	0.8 *	1																							
NRP	0.91 *	0.86 *	1																						
NNP	0.77 *	0.87 *	0.82 *	1																					
VR	0.75 *	0.93 *	0.81 *	0.82 *	1																				
NVP	0.84 *	0.93 *	0.9 *	0.88 *	0.89 *	1																			
NSP	0.75 *	0.94 *	0.78 *	0.78 *	0.93 *	0.83 *	1																		
MMS	0.92 *	0.68 *	0.8 *	0.7 *	0.7 *	0.8 *	0.62 *	1																	
RS	0.89 *	0.9 *	0.81 *	0.8 *	0.9 *	0.85 *	0.92 *	0.79 *	1																
INCID	-0.8 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.9 *	1															
MAC	-0.8 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.8 *	-1 *	0.92 *	1														
FUS	-0.7 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.9 *	-0.6 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.8 *	0.85 *	0.86 *	1													
RP	-0.8 *	-0.8 *	-0.6 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.7 *	-0.8 *	0.8 *	0.83 *	0.84 *	1													
DS	-0.9 *	-0.9 *	-0.6 *	-0.8 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.7 *	-0.6 *	-0.8 *	0.7 *	0.64 *	0.71 *	0.58 *	0.77 *	1										
UCC	0.79 *	0.59 *	0.7 *	0.55 *	0.52 *	0.68 *	0.48 **	0.7 *	0.64 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.8 *	-1 *	1										
Micro	0.79 *	0.61 *	0.7 *	0.56 *	0.53 *	0.7 *	0.49 *	0.7 *	0.65 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.8 *	-1 *	1										
Macro	0.84 *	0.63 *	0.77 *	0.52 *	0.65 *	0.67 *	0.65 *	0.84 *	0.75 *	-0.6 *	-0.6 *	-0.5 *	-0.8 *	-1 *	1										
APD	0.63 *	0.77 *	0.7 *	0.76 *	0.68 *	0.77 *	0.7 *	0.55 *	0.75 *	-0.7 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.9 *	-0.7 *	0.71 *	0.75 *	0.44 **	1							
pH	0.49 ns	0.71 *	0.5 ns	0.78 *	0.88 *	0.49 ns	0.94 *	0.54 ns	0.84 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.9 *	-0.3 ns	-0 ns	0.05 ns	0.11 ns	0.41 ns	0.46 ns	1						
MO	0.91 *	0.38 ns	0.92 *	0.16 ns	0.66 *	0.99 *	0.23 ns	0.77 *	0.68 *	-0.7 *	-0.4 ns	-0.6 *	-0.9 *	0.84 *	0.84 *	0.72 *	0.46 ns	0.33 ns	1						
Ca	0.56 *	0.85 *	0.64 **	0.86 *	0.91 *	0.69 *	0.93 *	0.57 **	0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.9 *	-0.5 ns	-0.2 ns	0.29 ns	0.34 ns	0.37 ns	0.6 *	0.88 *	0.51 ns	1				
Mg	0.47 ns	0.8 *	0.52 ns	0.87 *	0.89 *	0.61 *	0.95 *	0.54 ns	0.87 *	-0.9 *	-0.8 *	-0.9 *	-0.5 ns	-0.1 ns	0.19 ns	0.24 ns	0.36 ns	0.58 **	0.95 *	0.37 ns	0.96 *	1			
Ca_Mg	0.68 *	0.68 *	0.73 *	0.63 *	0.83 *	0.67 *	0.63 *	0.56 **	0.87 *	-0.8 *	-0.7 *	-0.5 ns	-0.5 ns	0.61 **	0.61 *	0.36 ns	0.54 **	0.6 *	0.65 **	0.84 *	0.75 *	1			
P	0.68 *	0.79 *	0.74 *	0.74 *	0.86 *	0.64 **	0.82 *	0.57 **	0.93 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.4 ns	-0.3 ns	0.39 ns	0.42 ns	0.36 ns	0.54 *	0.82 *	0.58 **	0.92 *	0.87 *	0.91 *	1	
K	0.62 **	0.8 *	0.72 *	0.62 *	0.93 *	0.63 *	0.85 *	0.48 ns	0.91 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.8 *	-0.4 ns	-0.3 ns	0.32 ns	0.35 ns	0.27 ns	0.54 **	0.82 *	0.51 **	0.94 *	0.89 *	0.89 *	0.98 *	1

Altura de planta (AP), diâmetro da haste (DHP), número de ramos por planta (NRP), número de nó por planta (NNP), volume de raiz (VR), número de vagens por planta (NVP), número de semente por planta (NSP), massa de mil sementes (MMS), rendimento de semente (RS), incidência de podridões radiculares (INCID), macrofomia (MAC), fusário (FUS), resistência a penetração (RP), densidade do solo a 20 cm de profundidade (DS 20), umidade na capacidade de campo solo argiloso (UCC), microporo (MICRO), macroporo (MACRO), água prontamente disponível (APD), potencial de hidrogênio (pH), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), relação cálcio-magnésio (Ca\_Mg), fósforo (P) e potássio (K).

ns: não significativo; \*: estatisticamente significativo pelo teste t ( $P < 0,01$ )

\*\* : estatisticamente significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ )

FONTE: produção da própria autora

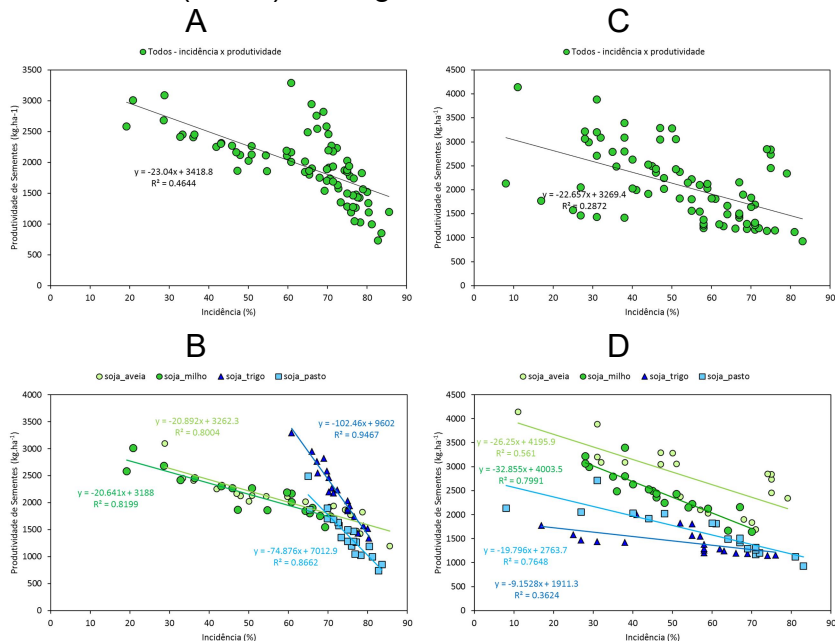
Para a safra 2014/2015 na relação geral de todos os sistemas relacionados com a incidência (%), a maior produtividade foi de  $3600 \text{ kg.ha}^{-1}$ , para 60% de incidência e  $900 \text{ kg.ha}^{-1}$  para a incidência de 80% (Figura 14A).

Para o sistema soja +aveia sua produtividade máxima foi de  $4.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de 10%, ocorrendo tendência de redução de produtividade de  $-26,25 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Para o sistema soja +milho com produtividade de  $3.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de 30%, com redução de  $-32.85 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Para o sistema soja +trigo com produtividade de  $1.800 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de 20%, ocorreu tendência de redução de produtividade de  $-9.15 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Para o sistema soja +pasto a produtividade  $2.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de iniciando a 10%, ocorreu redução de produtividade de  $-74.87.79 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Para ambos os sistemas, ocorre tendência de diminuir a produtividade a medida que aumenta as percentagem de incidência de podridões radiculares. Comparando todos os sistemas com incidência, observa-se que a produtividade diminui à medida que aumenta as percentagens de doenças (Figura 14B).

Para a safra 2015/2016, na relação geral de todos os sistemas relacionados com a incidência (%), a maior produtividade foi de  $4000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , para 10% de incidência e  $900 \text{ kg.ha}^{-1}$  para a incidência de 85%( Figura 14C). Para o sistema soja +aveia sua produtividade máxima foi de  $3000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de 30%, ocorrendo tendência de redução de produtividade de  $-20,64 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Para o sistema soja +milho com produtividade de  $3.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de 20%, com redução de  $-20.69 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Para o sistema soja +trigo com produtividade de  $3200 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de 60%, ocorreu tendência de redução de produtividade de  $-102.46 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Para o sistema soja +pasto a produtividade  $2.600 \text{ kg.ha}^{-1}$ , incidência de iniciando a 65%, ocorreu redução de produtividade de -

19.79Kg.ha<sup>-1</sup>. Para ambos os sistemas, ocorre tendência de diminuir a produtividade à medida que aumenta a percentagem de incidência de podridões radiculares. Comparando todos os sistemas com incidência, observa-se que a produtividade diminui à medida que aumenta as percentagens de doenças (Figura 14D).

Figura 14 - Correlação entre a produtividade em relação à incidência de podridões radiculares, de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C – médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada –SC.



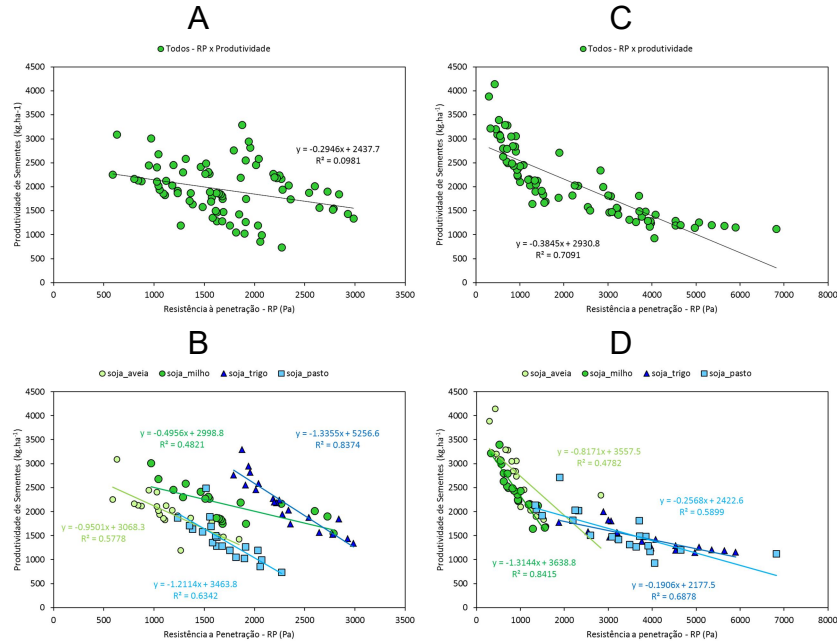
FONTE: produção da própria autora

Para a safra 2014/2015, na relação geral de todos os sistemas relacionados com a resistência a penetração (kPa), a maior produtividade foi de  $3.400 \text{ kg.ha}^{-1}$ , para 2000 kPa de resistência a penetração e  $700 \text{ kg.ha}^{-1}$  para a resistência de 2.400 kPa (Figura 15A). Para o sistema soja +aveia sua produtividade máxima foi de  $3.200 \text{ kg.ha}^{-1}$ , 600 kPa de resistência a penetração, ocorrendo tendência de redução de produtividade de  $-0.81 \text{ kg.ha}^{-1}$  por cada aumento de 1 kPa. Para o sistema soja+milho com produtividade de  $3.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , resistência a compactação de 1.000 Pa, com redução de  $-0.19 \text{ kg.ha}^{-1}$  por cada aumento de 1 kPa. Para o sistema soja+trigo com produtividade de  $3.400 \text{ kg.ha}^{-1}$ , resistência a penetração 2000Pa ocorreu tendência de redução de produtividade de  $-1,33 \text{ Kg.ha}^{-1}$  por cada aumento de 1 kPa. Para o sistema soja+pasto a produtividade  $2.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ , resistência a penetração 1.500 kPa ocorreu redução de produtividade de  $-2.21 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Para ambos os sistemas, ocorre tendência de diminuir a produtividade à medida que aumenta a percentagem de incidência de podridões radiculares. Comparando todos os sistemas com incidência, observa-se que a produtividade diminui à medida que aumenta as percentagens de doenças (Figura 15B).

Para a safra 2015/2016, na relação geral de todos os sistemas relacionados com a resistência a penetração (kPa), a maior produtividade foi de  $4.200 \text{ kg.ha}^{-1}$ , para 300Pa de resistência a penetração e  $1000 \text{ kg.ha}^{-1}$  para a resistência de 7000 kPa (Figura 15C). Para o sistema soja +aveia sua produtividade máxima foi de  $4.200 \text{ kg.ha}^{-1}$ , 300 kPa de resistência a penetração, ocorrendo tendência de redução de produtividade de  $-0,49 \text{ kg.ha}^{-1}$  por cada aumento de 1 kPa. Para o sistema soja +milho com produtividade de  $3.500 \text{ kg.ha}^{-1}$ , resistência a compactação de 900 kPa, com redução de  $-0,95 \text{ kg.ha}^{-1}$

por cada aumento de 1 kPa. Para o sistema soja+trigo com produtividade de  $2.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ , resistência a penetração 3.000 kPa ocorreu tendência de redução de produtividade de  $-0,25 \text{ Kg.ha}^{-1}$  por cada aumento de 1 kPa. Para o sistema soja+pasto a produtividade  $2.600 \text{ kg.ha}^{-1}$ , resistência a penetração 2.000 kPa ocorreu redução de produtividade de  $-1.31 \text{ Kg.ha}^{-1}$  por cada aumento de 1 kPa. Para ambos os sistemas, ocorre tendência de diminuir a produtividade à medida que aumenta a percentagem de incidência de podridões radiculares. Comparando todos os sistemas com incidência, observa-se que a produtividade diminui à medida que aumenta as percentagens de podridões radiculares (Figura 15D).

Figura 15 - Correlação entre a produtividade em relação à resistência a penetração do solo (RP), de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C – médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada – SC.



FONTE: produção da própria autora.

#### 4.4 INCIDÊNCIA E PREVALÊNCIA DE PODRIDÕES REDICULARES

Para a safra 2014/15, se observou diferença significativa entre os sistemas, sendo os sistemas soja+aveia e soja+milho apresentaram menor incidência de podridões radiculares (PR) na comparação com os sistemas de soja +trigo e soja +pasto, estes dois últimos com as maiores incidências. Para a safra 2015/2016 não houve diferença significativa de incidência de PR em relação aos diferentes sistemas de cultivo (Tabela 5).

Tabela 5 - Incidência de podridões radiculares, em plantas de soja em função de diferentes sistemas de cultivos, em duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada - SC.

Sistema	safra 2014/2015	safra 2015/2016
Soja+aveia	60,0 B <sup>71</sup>	73,0 A
Soja+milho	50,4 B	68,0 A
Soja+trigo	72,5 A	72,0 A
Soja+pasto	74,9 A	76,0 A
CV%	13,5	14,5

<sup>71</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

Em relação à prevalência de doenças, não houve diferença significativa de macrofomia e de fusário entre os sistemas, mas houve diferença de prevalência de cada doença entre safras (Tabela 6). Ressalta-se que na primeira safra prevaleceu a macrofomia sobre o fusário, 79% macrofomia em soja+trigo e 21 % de fusário e 75,8 de macrofomia no soja+pasto e 24,2% de fusário na primeira safra. Da primeira safra para a segunda, chama-se atenção que nos sistemas soja+trigo e soja+pasto os valores de prevalência de macrofomia

foram semelhantes. Já para a segunda safra, houve uma prevalência dos níveis de fusário em relação aos níveis de fusário da primeira safra, sendo 77% de fusário no sistema soja+trigo na segunda safra em relação a 21% de fusário da primeira safra e no sistema soja+pasto ocorreu 75% de fusário da segunda safra em relação a 24,2% de fusário da primeira safra.

Tabela 6 - Prevalência de doenças radiculares em plantas de soja em função dos diferentes sistemas de cultivos nas safras 2014/2015 e 2015/2016 na região de Ponte Serrada SC.

Sistema	Doença			
	Macrofomina		Fusário	
	1ª safra	2ª safra	1ª safra	2ª safra
	----- % -----			
Soja+aveia	<sup>71</sup> a 71,5 A <sup>72</sup>	b 35,4 B	b 28,5 A	a72,1 A
Soja+milho	a 73,7 A	b 45,3 A	b 26,3 A	a75,0 A
Soja+trigo	a 79,0 A	a 76,5 A	b 21,0 A	a77,0 A
Soja+pasto	a 75,8 A	a 60,5 A	b 24,2 A	a75,0 A
CV%	9,5	16,6	28,6	6,3

<sup>71</sup>Médias antecedida de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

<sup>72</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

Segundo Reis e Casa (2007) as doenças, principalmente as dos órgãos aéreos, não ocorrem uniformemente numa lavoura ou região. Diversos fatores, denominados de situações diferenciais de lavoura condicionam a ocorrência e o desenvolvimento das doenças. São consideradas situações diferenciais os seguintes casos; Monocultura e rotação de culturas. De um modo geral, as podridões radiculares e as reboleiras são mais frequentes em lavouras conduzidas em monocultura do que nas com rotação de culturas. As

doenças causadas por parasitas necrotróficos, que apresentam em seu ciclo de vida a fase saprofítica desenvolvida nos restos culturais, são mais frequentes e severas sob monocultura. Em relação a época de semeadura: na região de Ponte Serrada/SC, os agricultores fazem as semeaduras preferencialmente, no início da época recomendada, pelo fato das plantas cultivadas nessa época serem menos atacadas por doenças do que aquelas semeadas no final da época recomendada no final da época de semeadura, o inóculo de doenças disponível é maior para as lavouras semeadas no tarde. Em relação a cultivar: dependendo da reação do cultivar, a doença dominante será diferente da ocorrente numa lavoura ou região. Em relação ao decêndio de semeadura: considera-se dentro de uma situação semelhante à lavoura ou talhão semeado dentro de um período de 10 dias, denominado de decêndio. Estas situações acima caracterizadas afetam a incidência e prevalência das doenças que devem ser expressa sempre em números acompanhados da estatística.

#### 4.5 PATOLOGIA DE SEMENTES

Observa-se no anexo 1 para a safra 2014/2015 não houve diferença entre os fatores avaliados, entretanto para a safra 2015/2016 houve diferença em bloco e na interação dupla para a interação agente causador da doença em relação a planta apresentar ou sintoma de podridão radicular.

Observa-se que na análise comparativa entre causador de doença em semente com a origem deste de plantas com sintoma de podridão radicular predominou o causador *Alternaria* sp nas lavouras com plantas doente (Tabela7), as demais sementes oriundas das plantas

avaliadas não apresentaram diferença significativa do causador. Segundo Wink et al. (1985) e Tronbeta e Wink (1987), no Rio Grande do Sul, demonstraram que os fungos patogênicos mais importantes encontrados associados a sementes de soja foram *Fusarium* spp. (predominância de *F. semitectum*), *Cercospora kikuchii*, *C. sojina*, *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis* sp. e *Rhizoctonia solani*. Também Pereira et al. (2005) relata que este grupo de patógenos são de importância econômica (*Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum* e *Aspergillus* spp), e outros de importância secundária, porém destacados com bastante frequência (*Alternaria* spp. e *Penicillium* spp.). Segundo Goulart (1995) amostras de sementes de soja analisadas na safra 1992-1993, sendo estas, provenientes de diversos locais do Estado de Mato Grosso, foram identificados 23 gêneros de fungos, sendo os encontrados com maior frequência *Fusarium semitectum*, seguido de *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Phomopsis* sp., *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* sp., *Colletotrichum truncatum* e *Alternaria alternata*. De acordo com os mesmos autores, variações na incidência de fungos associados a sementes são observadas em função do local de produção e/ou das condições climáticas. Com base na Figura 1 as condições climáticas da primeira safra favoreceu o fungo macrofomina sobre o fusário, entretanto para a segunda safra ocorreu o inverso.

Tabela 7 – Relação entre agente causador x sintoma na safra 2015/2016 na região de Ponte Serrada SC.

Agente causal	Sintoma	
	Sadia	Doente
<i>Alternaria</i> sp.	b 2,37 A <sup>/1</sup>	<sup>/2</sup> a 4,16 A
<i>Cercospora kikuchii</i>	a 1,37 B	b 0,37 B
<i>Fusarium graminearum</i>	a 1,25 B	a 1,12 B
<i>Fusarium semitectum</i>	a 1,00 B	b 0,62 B
<i>Penicillium</i>	a 1,37 B	a 1,25 B
<i>Phomopsis sojae</i>	a 0,75 B	a 0,87 B
CV%	0,14%	

<sup>/1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

<sup>/2</sup>Médias antecedidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

#### 4.6 CARACTERES MORFO-AGRONÔMICOS E COMPONENTES DO RENDIMENTO

Para altura de planta (AP), a altura média das plantas, na primeira safra foi de 89 cm e de 77 cm na segunda safra (Anexo 2). Apenas na primeira safra a altura das plantas oriundas da reboleira com plantas atípicas foram menores em 2,8 cm comparadas às plantas com desenvolvimento tipicamente normal (Tabela 8). Na comparação entre a AP das plantas doentes com as sadias para podridões radiculares, houve diferença no sintoma ( $p < 0,05$ ) em ambas as safras as plantas doentes apresentavam menor altura de plantas em relação às plantas sadias (Tabela 4). Em relação à época de semeadura, Queiroz e Minor (1977) não verificaram diferença de altura entre plantas do mesmo genótipo em diferentes populações com semeadura em outubro, porém com semeadura em dezembro observaram maior altura e menores diferenças desta entre os genótipos. Tais resultados também estão de acordo com Hicks et al. (1969) e Souza et al. (2010) que verificaram aumento na altura das plantas com redução no espaçamento e aumento nas populações, principalmente nos genótipos de porte baixo.

Segundo Sediya (2009), ocorre diferença estatisticamente na altura das plantas de cultivares distintas, independente do sistema de cultivo adotado, além disso, é desejável AP próxima 70 a 80 cm para obter uma colheita mais eficiente e prevenir acamamento. Segundo Hartwig (1962), o que mais influencia a AP é o espaçamento e a distribuição das plantas entre as fileiras. Tendência esta também verificada com cultivares de soja, mas recentes (SOUZA et al., 2010).

Para o diâmetro da haste principal (DHP), houve diferença entre sistemas entre sintoma ( $p < 0,01$ ) não havendo diferença entre as reboleiras para as duas safras 2014/2015 e 2015/2016 (Tabela 8).

Na primeira safra, apenas no sistema soja +aveia, o DHP foi menor em comparação aos demais sistemas. Mas na segunda safra, os sistemas soja +aveia e soja +milho apresentaram maior DHP comparado aos sistemas soja +trigo e soja +pasto (Tabela 8). Na média, as plantas doentes apresentaram menor DHP em relação às plantas sadias (Tabela 8). Segundo MARCHIORI (1999) maiores valores de DHP são obtidos em cultivares de ciclo mais longo, por terem mais tempo de desenvolvimento vegetativo levando a uma maior produção de massa na haste. Além disso, ocorreu redução nos valores de diâmetro da haste, em função da adoção de maiores densidades de plantas, provavelmente, devido a uma maior competição intraespecífica que se estabelece nas maiores populações.

Para número de ramos por plantas (NRP) houve diferença de sistema de cultivos nas duas safras (Anexo 2). Não foi observado efeito simples de sistema no NRP para reboleira e também para sintoma, nas duas safras (Anexo 2). Mas foi observado efeito na relação sistema x reboleira a ( $P < 0,01$ ) 1% na safra 2014/2015, e interações duplas, na safra 2015/2016, para sistema x sintoma e reboleira x sintoma (Tabela 8).

Quanto ao efeito simples de NRP entre os sistemas (Anexo 2), dentro de cada safra os resultados foram distintos. Na primeira safra os sistemas soja+milho e soja+trigo apresentaram o menor NRP seguido de soja+aveia e soja+pasto que apresentaram maior NRP (Tabela 8). Já para a segunda safra os sistemas soja+trigo e soja+pasto e apresentaram o menor NRP e

os sistemas soja+aveia e soja+milho apresentaram os maiores NRP (Tabela 8).

Para o número de ramos por planta (NRP) depois de identificado a relação entre sistema x reboleira, realizou-se separação, observou-se que o sistema soja+pasto apresentou maior NRP em relação aos demais sistemas de cultivos (Tabela 9).

Em relação ao sistema de cultivo e a associação com plantas sintomáticas para podridões radiculares, foi observado que em lavouras onde apresentavam plantas sadias e doentes, os sistemas soja+trigo e soja+pasto apresentaram os menores NRP em relação aos sistemas de soja+aveia e soja+milho (Tabela 9). Entretanto, as plantas sadias do sistema soja+trigo apresentaram o menor NRP em relação aos demais sistemas. Separando sintoma x reboleira, observa-se uma pequena diferença entre NRP, assim descrita, nas lavouras, na subparcela sem reboleira as plantas sadias apresentam maior NRP e nas lavouras, na subparcela com reboleira o resultado foi o inverso, ou seja, as plantas doentes foram as que apresentaram os maiores NRP (Tabela 9). Modificações nas épocas de semeadura, entretanto, resultam em alterações na arquitetura das plantas, no número de nós e no número e comprimento dos ramos emitidos, o que afeta o número de nós reprodutivos (BOARD; SETTIMI, 1986) com consequentes alterações na distribuição dos componentes do rendimento (BOARD; SETTIMI, 1986; BOARD; HARVILLE, 1993; BOARD; HARVILLE, 1998; SMITH, 2000; ROBINSON et al., 2009).

A planta de soja apresenta três gemas em cada nó do caule. Da gema central se origina um ramo primário nos nós basais, ou um rácemo primário nos nós localizados acima da inserção dos ramos primários. Das gemas laterais se originam ramos ou rácemos secundários (GAI et al., 1984). O número e crescimento

dos ramos variam em função da radiação solar incidente e do sombreamento resultante da competição inter ou intraespecífica (SMITH, 2000). O número de ramos por planta reduz linearmente com aumento nas populações, e é o principal mecanismo de compensação do rendimento quando as populações variam; o índice de área foliar e a matéria seca acumulada por área até o estágio R5 estão mais relacionados com espaçamento entre linhas que com população de plantas (COX; CHERNEY, 2011). Os efeitos da competição intraespecífica aparecem a partir do estágio R2 e são mais evidentes na parte aérea que no sistema radicular (MARVEL et al., 1992).

**Tabela 8 - Caracteres morfo-agronômicos e componentes de rendimento em função de diferentes sistemas de cultivo, por duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada SC.**

Safrá 2014/2015								
SISTEMA	AP <sup>1/</sup> (cm)	DHP (mm)	NRP (--)	NNP (--)	NVP (--)	NSP (--)	MMS (g)	VR (cm <sup>3</sup> )
Soja+aveia	75,6B <sup>12</sup>	6,6B	3,5B	16,5B	36,3D	80,5B	168,6A	69,7B
Soja+milho	75,8AB	8,1A	2,3C	18,9A	46,7B	107,6A	171,3A	85,0A
Soja+trigo	78,4BA	8,1A	2,7C	18,9A	46,7C	114,0A	171,8A	82,3A
Soja+pasto	78,6A	8,2A	4,7A	16,8B	36,3A	112,8A	114,7B	74,4B
CV%	6,34	7,5	24,6	5,1	14,8	15,7	7,6	15,4
REBOLEIRA								
Com Reboleira	75,6A	7,7A	3,3A	17,8A	49,5A	101,5A	154,8A	75,4B
Sem Reboleira	78,4B	7,8A	3,2A	17,2A	49,4A	106A	158,4A	80,8A
CV%	6,3	6,9	19,7	4,8	11,1	14,8	7,9	19,6
SINTOMA								
Doente	75,5B	7,6B	3,2A	17,6B	48,3A	106,1A	150,5B	69,0B
Sadia	78,7A	7,9A	3,3A	18,1A	49,3A	101,4B	162,7A	87,2A
CV%	5,5	7,7	29,1	5,9	18,4	16,8	12,1	15,4
Safrá 2015/2016								
SISTEMA								
Soja+aveia	93,6A	7,6A	3,2A	15,2B	59,9A	154,4A	172,7B	92,8AB
Soja+milho	90,4A	8,1A	3,4A	15,9	50,7B	132,1B	183,7A	112,6A
Soja+trigo	88,0A	6,3C	1,7B	14,4C	28,6C	71,5D	151,3C	56,2B
Soja+pasto	86,3A	6,4C	2,0B	14,4C	32,3C	85,6C	141,5D	58,6B
CV%	16,2	8,9	22,4	5,8	20,7	20,3	8,9	15,4
REBOLEIRA								
Com Reboleira	87,0 A	7,0A	2,6A	15,0A	43,3A	111,5A	163,4A	74,5A
Sem Reboleira	91,0 A	7,1A	2,6A	15,0A	42,5A	110,4A	161,2A	85,6A
CV%	16,18	7,5	18,1	4,3	15,7	15,9	9,3	16,7
SINTOMA								
Doente	85,9B	7,0B	2,6A	15,1A	41,0B	106,6B	155,5B	62,3B
Sadia	93,3A	7,2A	2,6A	14,9A	44,7A	115,2A	169,1A	97,8A
CV%	13,8	10,8	21,8	7,05	22,2	23,9	8,39	12,4

<sup>1/</sup> Abreviaturas: AP=altura de planta, DHP= diâmetro da haste principal, NNP= número de nós por planta, NRP=número de ramos por planta, NVP=número de vagens por planta, NSP=número de sementes por planta, MMS= massa de mil sementes, VR=volume de raiz.

<sup>12</sup> Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

Tabela 9 - Número de ramos por planta (NRP) em função do sistema de cultivo e reboleira, nas safras 2014/2015 e 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.

Sistema x reboleira – safra 2014/2015		
SISTEMAS	Sem reboleira	Com reboleira
Soja+aveia	<sup>/2</sup> b 3,2 B <sup>/1</sup>	a 3,7 B
Soja+milho	b 2,0 C	a 2,6 C
Soja+trigo	a 2,9 B	b 2,4 C
Soja+pasto	a 4,6 A	a 4,7 A
Sistema x sintoma – safra 2015/2016		
SISTEMAS	Sadia	Doente
Soja+aveia	a <sup>/2</sup> 3,4 A <sup>/1</sup>	a 3,2 A
Soja+milho	a 3,5 A	a 3,3 A
Soja+trigo	b 1,6 C	a 2,0 B
Soja+pasto	a 2,2 B	b 1,9 B
Sintoma x reboleira – safra 2015/2016		
SINTOMA	Sem reboleira	Com reboleira
Doente	b <sup>/2</sup> 2,5 B <sup>/1</sup>	a 2,7 A
Sadia	a 2,7 A	b 2,5 B

<sup>/1</sup>Médias seguidas de mesma letra (MAIÚSCULA), na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

<sup>/2</sup>Médias antecedidas de mesma letra (minúscula), na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora.

Para número de nós por planta (NNP) foram observadas diferenças entre os sistemas de cultivo em ambas as safras, entre o NNP de plantas com e sem sintoma de podridão radícula, primeira safra (Anexo2). Observou-se efeitos distintos entre sistemas de cultivo e reboleira ( $p < 0,01$ ), na segunda safra (Anexo 2). O maior NNP, na primeira safra, foi observado nos sistemas soja+milho e soja+trigo (Tabela 10). Já na segunda

safrá, o maior NNP foi observado no sistema e soja+milho em relação aos sistemas, soja+aveia, soja+trigo, soja+pasto (Tabela 10). O efeito simples de sintoma indicou que as lavouras com plantas sadias apresentaram maiores NNP em relação às doentes (Tabela 10).

Na relação sistema x reboleira para NNP indica que o sistema soja+milho apresentou maior NNP, independente das reboleiras dentro da lavoura deste sistema de cultivo, e nos sistemas de cultivo soja+trigo e soja+pasto observaram-se os menores NNP (Tabela 10). Mas as plantas presentes no sistema soja+trigo na subparcela sem reboleira apresentaram menor NNP comparado com o NNP nas plantas oriundas da reboleira. Porém, no sistema soja+pasto o resultado foi o inverso, ou seja, o NNP foi maior em plantas advindas da reboleira (Tabela 10).

Tabela 10 - Número de nós por planta (NNP) de soja em função do sistema de cultivo e reboleira para a safra 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC

SISTEMAS	Sem reboleira	Com reboleira
Soja+aveia	<sup>/1</sup> a15,5 A <sup>/2</sup>	a15,1 B
Soja+milho	a15,9 A	a16,0 A
Soja+trigo	b14,1 B	a14,8 BC
Soja+pasto	a14,6 B	b14,2 C

<sup>/1</sup> Médias antecedidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

<sup>/2</sup> Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

Segundo Yamamoto (2012), para cultivares classificadas como habito indeterminado se espera um maior número de nós na haste principal, além disso, para que uma planta seja considerada com alto potencial produtivo, esta possua em torno de 18 nós na haste principal. No sul do Brasil, o maior limitante para obtenção de elevados rendimentos de grãos é a disponibilidade hídrica (THOMAS; COSTA, 2010). Deficiência hídrica no período reprodutivo provoca redução no número de legumes, número de grãos e tamanho dos grãos quando ocorre a partir dos 4, 22 e 36 dias após a floração, respectivamente (MOMEN et al., 1979). Deficiência antes do estágio R1 (início da floração) reduz o desenvolvimento vegetativo e o número de nós por planta, mas os maiores prejuízos ao rendimento ocorrem com deficiência entre os estádios R3 (início da formação de legumes) e R6 (máximo enchimento de grãos) (RASSINI; LIN, 1981).

Para o número de vagens por planta (NVP), na primeira safra, foi observado apenas efeito simples de

sistema (Anexo 2). Já para a segunda safra, foram observados efeitos simples de sistemas e sintoma e mais relação entre sistema x reboleira (Anexo 2).

Na tabela 11 está ilustrado que há diferença significativa entre os quatro sistemas de cultivos para NVP, na seguinte ordem maior NVP em soja+pasto, soja+milho, soja+trigo e soja+aveia, respectivamente, para primeira safra. Na segunda safra a ordem se alterou sendo a seguinte: maior NVP em soja+aveia, soja+milho, soja+trigo e soja+pasto, respectivamente (Tabela 11). Em relação ao efeito plantas doentes comparadas as sadias, estas apresentaram maior NVP que as plantas doentes (Tabela 11), para primeira safra.

O desdobramento da relação sistema x reboleira (Tabela 11) indica que sistema de soja+aveia apresentou o maior NVP. Mas dentro deste sistema, nas plantas oriundas da reboleira, o NVP foi menor (9 vagens a menos) do que na subparcela sem reboleira (Tabela 11). Em relação aos sistemas a ordem foi a seguinte: maior NVP em soja+aveia, soja+milho, soja+pasto e soja+trigo, respectivamente, independente da subparcela sem ou com reboleira (Tabela 11).

Tabela 11 - Número de vagens por planta (NVP) de soja em função do sistema de cultivo e reboleira para a safra 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.

SISTEMAS	Sem reboleira	Com reboleira
Soja+aveia	<sup>/1</sup> a64,4 A <sup>/2</sup>	b55,5 A
Soja+milho	a48,7 B	a52,8 A
Soja+trigo	a28,3 C	a29,1 B
Soja+pasto	a32,0 CB	a32,7 B

<sup>/1</sup>Médias antecedidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

<sup>/2</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

Para número de sementes por planta (NSP) houve efeito simples de sistema ( $P < 0,01$ ) em ambas as safras e, de sintoma ( $p < 0,05$ ) na safra 2015/2016 (Tabela 6). Também se observou interação sistema x reboleira ( $P < 0,01$ ).

Na tabela 8 está ilustrado que há diferença significativa entre os quatro sistemas de cultivos para NSP, na seguinte ordem maior NSP em soja+trigo, soja+pasto, soja+milho e soja+aveia, respectivamente, para primeira safra. Na segunda safra a ordem se alterou sendo a seguinte: maior NSP em soja+aveia, soja+milho, soja+pasto e soja+trigo, respectivamente (Tabela 12).

Entre os sistemas, o sistema de soja+aveia apresentou o maior NSP, seguido de soja+milho, soja+trigo e soja+pasto, respectivamente, dentro da subparcela sem reboleira. Dentro da subparcela com reboleira, os sistemas de soja+aveia e soja+milho apresentaram os maiores NSP, seguido de soja+trigo e soja+pasto, respectivamente (Tabela 12). Dentro sistema soja+aveia, a subparcela sem reboleira apresentou maior

NSP comparada a subparcela com reboleira. Mas dentro do sistema soja+milho, a subparcela com reboleira apresentou o maior NSP em relação à subparcela sem reboleira (Tabela 12). Em relação aos sistemas a ordem foi a seguinte: maior NSP em soja+aveia, soja+milho, soja+pasto e soja+trigo, respectivamente, independente da subparcela ser sem ou com reboleira (Tabela 12). Egli et al. (1985), avaliando genótipos de hábito de crescimento determinado e indeterminado de grupos de maturação entre II e V, verificaram aumento constante no número de legumes com grão em enchimento até um número máximo de grãos característico para cada genótipo, nó e posição ser atingido, independente da época de semeadura, o que indica a existência de um número de legumes e de grãos em cada posição da planta, característico para cada genótipo. Esta característica também pode ter contribuído para as diferenças na distribuição dos legumes entre os estratos nos genótipos.

Tabela 12 - Número de sementes por planta (NSP) de soja em função do sistema de cultivo e reboleira, na safra 2015/2016, na região de Ponte Serrada SC.

SISTEMAS	Sem reboleira	Com reboleira
Soja+aveia	<sup>/1</sup> a163,5 A <sup>/2</sup>	b145,5 A
Soja+milho	b125,0 B	a139,4 A
Soja+trigo	a71,1 C	a71,9 B
Soja+pasto	a86,5 C	a84,8 B

<sup>/1</sup> Médias antecedidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

<sup>/2</sup> Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5% de probabilidade.

Fonte: produção da própria autora

Para massa de mil sementes (MMS) houve efeito simples de sistema e sintoma em ambas as safras (Anexo 2). A tabela 9 ilustra a diferença significativa em relação à massa de mil sementes (MMS), entre os sistemas, onde soja+aveia, soja+milho e soja+trigo, apresentam maiores MMS comparada com o sistema soja+pasto, tanto na primeira, quanto na segunda safra. Há diferença significativa na MMS no sintoma, ou seja, plantas sadias tem maior MMS do que plantas doentes, efeito este observado em ambas as safras (Tabela 11).

Para as variáveis sementes oriundas de planta na cultura da soja onde se pesquisou a distribuição espacial de produtividade, o número de planta por área (NPA), NSP e a MMS, as três variáveis apresentam dependência espacial e que resulta na produtividade expressa em  $\text{kg.ha}^{-1}$ . (RAMBO, 2004). O componente NSP é o que realmente sofre influência do manejo aplicado ao solo e a cultura (RAMBO, 2004) enquanto que a MMS é considerada um fator controlado pelo gene que o deixa dependente do genótipo (RAMBO, 2003) assim como, o NSP. A maior MMS tende a explicar melhor a produtividade da soja do que o NSP. Ao expressar as diferentes variáveis relacionadas como componente de produtividade na forma de correlação, observa-se um componente linear onde nenhuma variável se correlaciona com a produtividade. Mas ao se fazer inferência sobre uma variável produtividade de uma cultura deve se ter cuidado, pois esta pode estar sendo influenciada por vários fatores, resultando no somatório de diferentes variáveis. O ajuste do potencial de rendimento à disponibilidade de fotoassimilados ocorre inicialmente pelo número de nós, depois pelo número de flores emitidas e finalmente pela abscisão de flores e legumes (JIANG; EGLI, 1993; RAMBO, 2002). Quando a disponibilidade é alterada após a fixação de legumes, o

ajuste ocorre também pelo número de grãos por legume e pelo peso dos grãos (KOLLMANN et al., 1974; PARCIANELLO et al., 2004; PROULX; NAEVE, 2009). Em genótipos de crescimento indeterminado a menor disponibilidade de fotoassimilados afeta principalmente os componentes do rendimento nos nós apicais da planta (JIANG; EGLI, 1993).

O número de grãos por área aumenta com a taxa de crescimento da cultura nos estádios reprodutivos e a taxa de enchimento de grãos reduz linearmente com aumento no número de grãos por planta, diferindo ambas entre genótipos (EGLI; ZHEN-WEN, 1991). Kahlon et al. (2011) compararam os principais componentes do rendimento de genótipos lançados entre 1953 e 1999 e concluíram que o aumento de 20 a 30 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> verificado no rendimento durante este período é explicado na maioria dos casos, pelo aumento no número de nós reprodutivos que resultou em aumento no número de legumes e de grãos por área.

São muitos os trabalhos de pesquisa que relacionam as variáveis de NRP e atributos químicos com produtividade, no entanto, MOLIN (2007), encontrou maior influência da população de plantas do que os atributos de solo sobre a produtividade da cultura. Já VIEIRA (2010) encontrou maior relação espacial da produtividade de soja com atributos físicos do solo e químicos da área foliar.

Para volume de raiz por planta o desdobramento apresentou efeito entre os sistemas, apresentando os sistemas soja+milho e soja+trigo com maior volume de raiz em relação aos sistemas soja+aveia e soja+pasto. Na reboleira se observou diferença significativa, onde as plantas correspondentes a sem reboleira apresentam maiores volumes de raiz em relação às plantas correspondentes com reboleira. Houve diferença

significativa no sintoma, onde plantas sadias apresentam maior volume de raiz em relação às plantas doentes (Anexo 2).

Para rendimento de sementes, observa-se na tabela 9, que houve diferença de rendimento de uma safra para outra e de um sistema para outro. Para a análise de variância houve efeito simples de sistema, reboleira, sintoma e interação dupla sistema x reboleira na primeira safra. Para a segunda safra observa-se efeito simples de sistema, sintoma e interação dupla reboleira x sintoma.

Para rendimento na primeira safra (Tabela 13), o sistema soja+aveia ( $1929 \text{ kg ha}^{-1}$ ), rotação ( $2005 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e soja+trigo ( $2059 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentaram os maiores rendimentos em relação ao sistema soja+pasto ( $1336 \text{ kg ha}^{-1}$ ). As lavouras sem reboleira produziram mais sementes, maior rendimento ( $1893 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em relação à lavoura com reboleira ( $1772 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Para sintoma as plantas sadias produziram mais, ou seja, maior rendimento de sementes ( $1934 \text{ kg ha}^{-1}$ ) comparadas as plantas doentes ( $1731 \text{ kg ha}^{-1}$ ). No desdobramento sistema x reboleira observa-se no sistema de soja+milho que as lavouras sem reboleira apresentaram maior rendimento ( $2105 \text{ kg ha}^{-1}$ ) comparada a lavoura com reboleira ( $1906 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o sistema soja+pasto sem reboleira  $1409 \text{ kg ha}^{-1}$  com maior rendimento em relação a com reboleira  $1263 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 9). Em relação ao sistema x sintoma o sistema soja+milho ( $2148 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e soja+trigo ( $2178 \text{ kg ha}^{-1}$ ) tiveram maiores produtividade nas plantas sadias em relação às plantas doentes dos mesmos sistemas ( $1862 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $1940 \text{ kg ha}^{-1}$ ) dos respectivos sistemas citados (Tabela 14).

Para a segunda safra o sistema soja+aveia ( $2548 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentou o maior rendimento em relação ao sistema soja+milho ( $2283 \text{ kg ha}^{-1}$ ) seguido de soja+trigo

(1391 kg ha<sup>-1</sup>) soja+pasto (1475 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 9). já a lavoura sem reboleira (1941 kg ha<sup>-1</sup>) e com reboleira (1907 kg ha<sup>-1</sup>) não resultou diferença significativa de rendimento. Para sintoma, as plantas sadias apresenta maior rendimento (2074 kg ha<sup>-1</sup>) comparadas com as plantas doentes (1775 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 14).

No desdobramento sistema x reboleira houve diferença entre sistema, onde os sistemas soja+aveia e soja+milho apresentam os maiores rendimentos em relação ao sistemas soja+trigo e soja+pasto, mas entre reboleira em ambos os sistemas avaliados não houve diferença significativas de produtividade (Tabela 14). Para o sistema x sintoma, os sistemas soja+aveia, soja+milho e soja+trigo apresentaram maiores valores de produtividade em relação ao soja+pasto, entretanto, as plantas sadias nos sistema de soja+milho e soja+trigo foram mais produtivas que as doentes (Tabela 14).

Tabela 13 - Rendimento de sementes de soja em função dos diferentes sistemas de cultivos, em duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada- SC.

SISTEMA	Safras	
	2014/2015	2015/2016
	-----kg.ha <sup>-1</sup> -----	
Soja+aveia	1929 A	2548 A
Soja+milho	2005 A	2283 B
Soja+trigo	2059 A	1391 C
Soja+pasto	1336 B	1475 C
Reboleira		
Com Reboleira	1772 B	1907 A
Sem Reboleira	1893 A	1941 A
SINTOMA		
Doentes	1731 B	1775 B
Sadias	1934 A	2074 A

Fonte: produção da própria autora

Tabela 14 - Rendimento de sementes de soja em função dos diferentes sistemas de cultivos, reboleira e plantas doentes, em duas safras, na região de Ponte Serrada- SC.

safra 2014/2015			
SISTEMA	Sem reboleira	Com reboleira	≠ kg ha <sup>-1</sup>
Soja+aveia	a 1942 A	a 1916 A	26
Soja+milho	a 2105 A	b 1906 A	199
Soja+trigo	a 2117 A	a 2001 A	116
Soja+pasto	a 1409 B	b 1263 B	146
SISTEMA	Sadia	Doente	
Soja+aveia	a 2008 A	a 1850 A	158
Soja+milho	a 2148 A	b 1862 A	286
Soja+trigo	a 2178 A	b 1940 A	238
Soja+pasto	a 1401 B	a 1271 B	130
safra 2015/2016			
SISTEMA	Sem reboleira	Com reboleira	≠ kg.ha <sup>-1</sup>
Soja+aveia	a 2463 A	a 2633 A	-170
Spja + milho	a 2300 A	a 2265 A	35
Soja+trigo	a 1365 B	a 1417 B	-52
Soja+pasto	a 1500 B	a 1448 B	52
SISTEMA	Sadia	Doente	
Soja+aveia	a 2761 A	b 2335 A	426
Soja+milho	a 2491 A	b 2075 A	416
Soja+trigo	a 1435 B	a 1347 B	88
Soja+pasto	a 1607 B	b 1343 B	264

Fonte: produção da própria autora

A produtividade é o produto (multiplicação) dos componentes primários: número de plantas x número de vagens x número de sementes por vagens x massa de mil sementes. Segundo COSTA (2010), para atingir o rendimento potencial, em cada lavoura e em cada safra é necessária a maximização dos fatores bióticos e abióticos em cada ambiente de produção.

É inviável de se manejar isoladamente um componente do rendimento, sem influenciar os outros, pois possuem uma relação entre si, por exemplo, aumentando muito o número de plantas por área, se favorece o aparecimento de plantas com menor número de vagens ou destas haverá reduções no número de sementes por vagem.

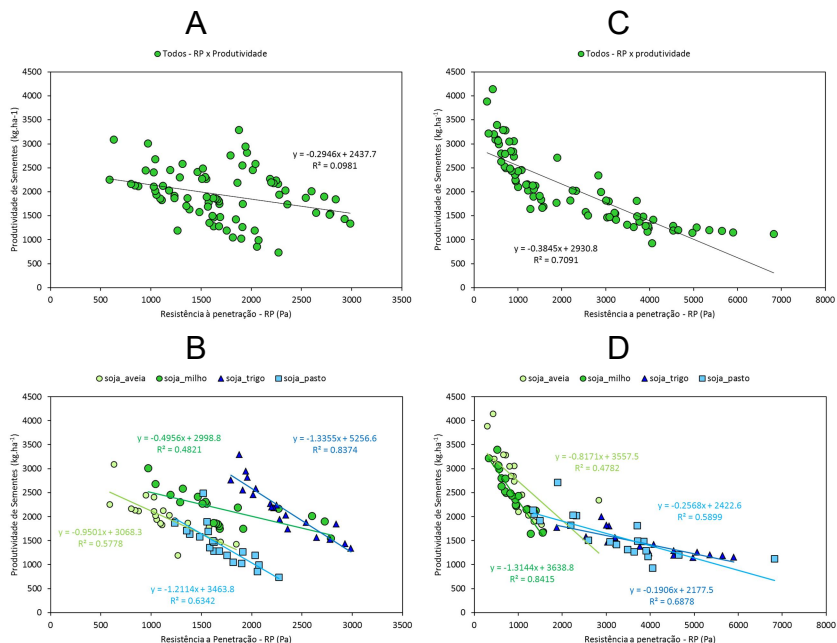
O ideal para altas produtividades é manejar a cultura para obter em conjunto o máximo de cada componente, afetando o mínimo possível os demais.

#### 4.7 ANÁLISE FÍSICA DO SOLO

Para resistência a penetração (RP), houve efeito simples de sistema de profundidade (Figura 17A e 17B). Pode-se observar que ambos os sistemas apresentam compactação acentuada a 10 cm de profundidade em ambas as safras (Figura 17 A-B e 17C-D). Na safra 2014/2015 no ponto sem reboleira o sistema soja+aveia, soja+milho, soja+pasto, encontra-se descompactado ;na profundidade de 10 cm, enquanto que o sistema soja+trigo encontra-se compactado (Figura 17A), já o ponto com reboleira somente o sistema soja+aveia encontra-se descompactado, os demais sistemas estão compactado a profundidade de 10 cm (Figura 17B). Para a segunda safra no ponto sem reboleira e com reboleira o sistema soja+aveia e soja+milho, está descompactado e o sistema soja+pasto e soja+trigo encontra-se

compactado na profundidade de 10 cm (Figura 17C e 17D). Para a correlação entre produtividade e resistência a penetração, quando correlacionados todos contra todos os sistemas na primeira safra, deixa-se de produzir -0,29 kg.ha para cada ponto a mais compactado (Figura 16 A) e na segunda safra, se deixou de produzir -0,38 Kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 16 C). Correlacionando os sistemas separados para a primeira safra deixou de produzir para o sistema, soja+ aveia -0.95 Kg.ha<sup>-1</sup>, soja+ milho -0.49 Kg.ha<sup>-1</sup>, soja + trigo-1.21 Kg.ha<sup>-1</sup>, soja+pasto -1.33 Kg.ha<sup>-1</sup> (Figura B), para a segunda safra deixamos de produzir no sistema soja+aveia-0.81 Kg.ha<sup>-1</sup>, soja+milho -1.31 Kg.ha<sup>-1</sup>, soja+trigo -0.19 Kg.ha<sup>-1</sup>, soja+pasto -0.25 Kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 16 D).

Figura 16 - Correlação entre a produtividade em relação à resistência a penetração do solo (RP), de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C, médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada- SC.



Fonte: produção da própria autora

Segundo Camargo (1997), a compactação afeta a infiltração, condutividade hidráulica e causa alterações nos processos químicos e biológicos, além de proporcionar restrição no crescimento radicular.

A utilização do penetrômetro com haste ponta cônica e ângulo sólido de 30° (ASAE, 1999) é a maneira fácil e rápida de medir RP em várias profundidades proporcionando relacionar a RP com a elongação radicular, com sistemas de cultivo, entre outros (SANTOS, 1999). Em uma lavoura com solo compactado as plantas apresentam alterações na distribuição de suas raízes e suas respectivas ramificações comprometendo a eficiência do uso da água para obter produtividade (ROSOLEM, 2002).

Os valores de RP na faixa de 2,0 a 4,0 mPa têm sido propostos como críticos ao crescimento radicular de culturas anuais (ARSHAD, 1996; SUZUKI, 2007), sendo seu efeito mais prejudicial quando o solo encontra-se com baixa umidade (TESSIER, 2009). Secco (2003), estudando o efeito do estado de compactação do solo em um Latossolo Vermelho distrófico, determinou que a RP na faixa de 2,65 a 3,26 mPa proporcionou decréscimos na produtividade de trigo, soja e milho, na ordem de 18,3; 24,3 e 34,0%, respectivamente. Beutler et al. (2006) observaram, em um Latossolo Vermelho com 330 g kg<sup>-1</sup> de argila, o decréscimo de 32 % na produtividade da soja a partir de uma RP de 2,24 mPa.

Práticas como escarificação mecânica em lavouras manejadas sob sistema de plantio direto, segundo Câmara (2007) possibilitam incremento de produtividade, porém Secco (2009) relata que mesmo em diferentes níveis de compactação, não resultou em aumento de produtividade. Segundo Nicoloso (2008) a escarificação mecânica só foi eficiente no incremento da produtividade de culturas de grãos (soja, milho e trigo),

quando associada ao uso de culturas de cobertura no inverno e estas implantadas consorciadas, pois de forma isolada acaba desaparecendo os benefícios quando a cultura principal atinge o estágio reprodutivo.

O valor crítico de RP do Latossolo Vermelho foi de 3,0 mPa, induzindo decréscimo de 10 % na produtividade da soja. A partir do valor crítico, pequenos incrementos na RP ocasionaram acentuado decréscimo na produtividade da oleaginosa, alcançando redução de 38 % com 5,0 mPa (GIRALDELLO, 2014).

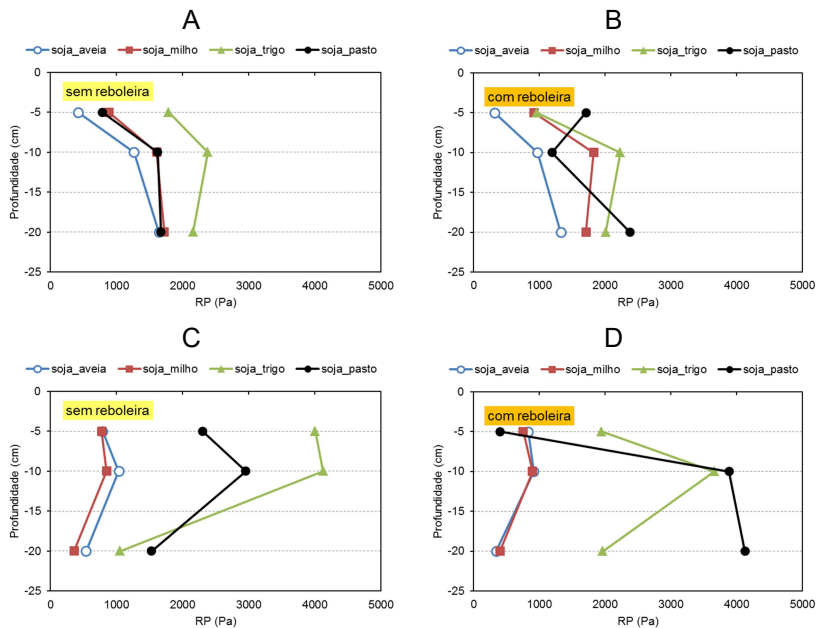
Para a primeira safra no ponto sem reboleira os sistemas apresentam as respectivas umidade soja+milho  $0.5 \text{ dm dm}^{-3}$ , soja+aveia  $0.85 \text{ dm dm}^{-3}$ , soja+trigo  $1.5 \text{ dm dm}^{-3}$ , soja+pasto  $1.55 \text{ dm dm}^{-3}$  (Figura 18A), já no ponto com reboleira os sistemas soja+aveia  $0.5 \text{ dm dm}^{-3}$ , soja+pasto  $0.6 \text{ dm dm}^{-3}$ , soja+milho  $1 \text{ dm dm}^{-3}$ , soja+trigo  $1.3 \text{ dm dm}^{-3}$  (Figura 18B). Para a segunda safra no ponto sem reboleira e com reboleira os níveis de umidade nos sistema estão abaixo de  $0.5 \text{ dm dm}^{-3}$ .

Segundo (1989), a leitura de RP associada com a umidade do solo próximo a capacidade de campo é ideal para que se possa fazer boa correlação entre a densidade do solo, RP e crescimento radicular, entretanto, em pesquisa posterior (HENDERSON, 1996) o mesmo relatou que não deve fazer leitura de RP próximo à umidade de capacidade de campo, particularmente para os aparelhos utilizados que não dependem mais da força aplicada pelo operador. Para comprovar isto, Guerra (2000), estudou o penetrômetro hidráulico, constatando que a presença de água, próxima a UCC, inibe a diferenciação da compactação pelo efeito lubrificante que o solo provoca, facilitando a penetração da haste e a influência da água na determinação do índice de cone. Então, há diferença entre os penetrômetros e o sistema radicular o que dificulta a

correlação exercida pelas raízes e a RP medida no mesmo local com o penetrômetro. Segundo BENGOUGH (1990), numa mesma condição de solo, a RP avaliada pelo penetrômetro pode resultar em valores de 2 até 8 vezes mais elevados que as pressões exercidas pelas raízes.

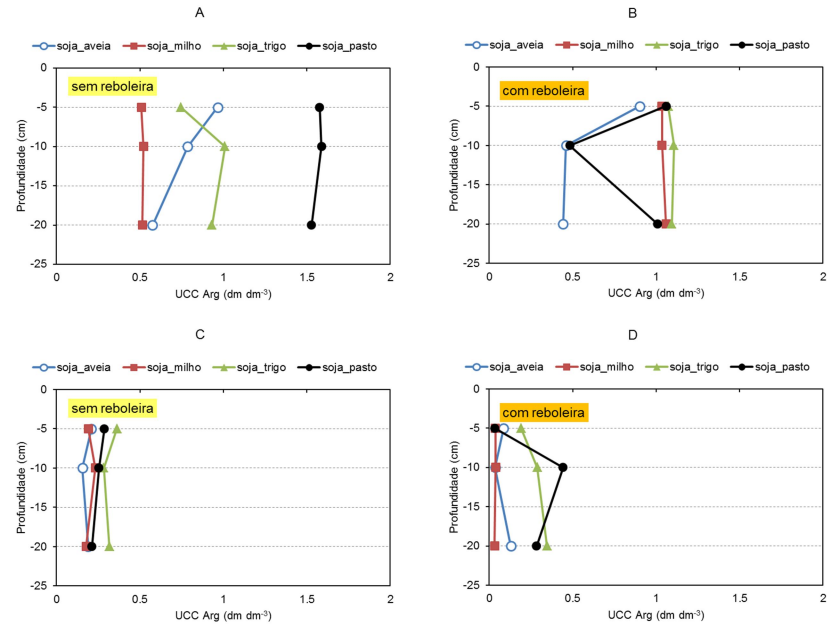
Para macroporosidade na primeira safra , no ponto sem reboleira os sistemas apresentam respectivamente, soja+aveia  $0.15 \text{ dm dm}^{-3}$ , ,soja+pasto  $0.1 \text{ dm dm}^{-3}$ ,soja+milho  $\text{dm dm}^{-3}$  e soja+trigo  $\text{dm dm}^{-3}$  os macroporos estão abaixo de  $0.15 \text{ dm dm}^{-3}$  (Figura 19A), já o ponto com reboleira os sistemas soja+milho e soja+trigo apresentam macroporos abaixo de  $0.1 \text{ dm dm}^{-3}$ , o sistema soja+pasto  $0.15 \text{ dm dm}^{-3}$  e soja+aveia  $0.45 \text{ dm dm}^{-3}$  (Figura 19B). Para a segunda safra para ambos os pontos sem e com reboleira os sistemas apresentam macroporos abaixo de  $0.1 \text{ dm dm}^{-3}$  (Figura 19C-D).

Figura 17 - Resistência à penetração, entre os sistemas de cultivos de soja, na safra 2014/2015 (A-B), e na safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada- SC.



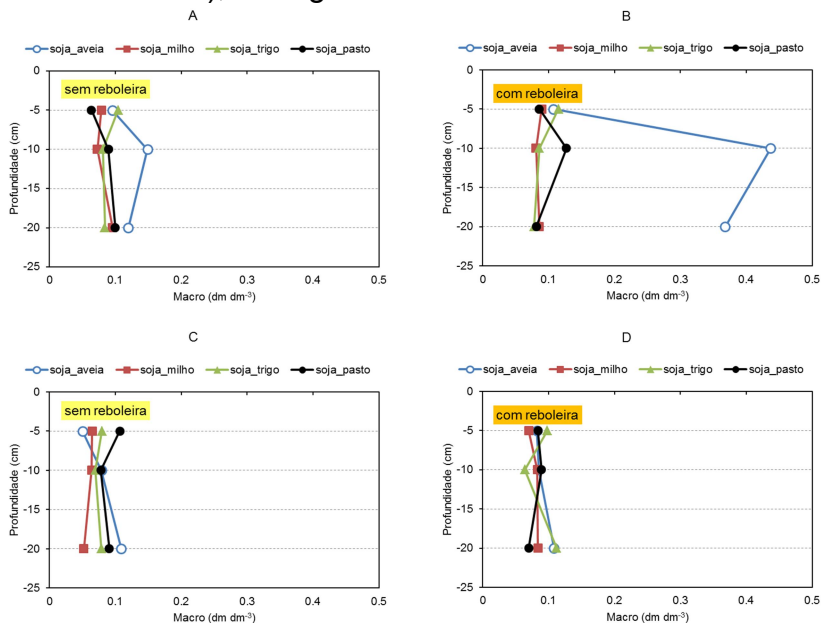
Fonte: produção da própria autora

Figura 18 - Umidade na capacidade de campo para solo argiloso (UCC Arg), entre os sistemas de cultivos de soja, na safra 2014/2015 (A-B), e na safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada- SC.



Fonte: produção da própria autora

Figura 19 - Macroporosidade do solo (MACRO), entre os sistemas de cultivos de soja, na safra 2014/2015 (A-B), e na safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada- SC.



Fonte: produção da própria autora

Os impactos dos animais, em relação à compactação do solo, em sistema de integração sistema lavoura-pecuária são considerados superficiais (CASSOL, 2003), porém SPERA (2009) afirma que não ocorre compactação superficial devido ao pisoteio dos animais. Mas, encontram-se alterações nos atributos físicos do solo, mas devido à intensidade que ocorre pode não ser considerada como compactação do solo (CONTE, 2007).

Segundo ORTIGARA (2014), considera que a RP aumenta de forma exponencial e positiva com o aumento dos valores de densidade do solo. Para o fator de RP para cada safra e local, ocorre diferença de RP em decorrência preparo do solo e semeadura. O uso de escarificação na linha de semeadura, seja com disco duplo no momento da semeadura ou haste sulcadora, pode-se reduzir os valores de resistência a penetração a valores menores que 1,5 mPa até a profundidade de 15 cm. Em lavouras onde não se usa escarificação do solo, se mantém ou se aumenta a resistência a penetração, com consequente manutenção da compactação na linha de semeadura (MENEGHETTI, 2016). Segundo TAYLOR (1966), valores de resistência a compactação do solo maior de 2,0 mPa são considerados limitantes para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas.

## 4.8 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

O Anexo 5A mostra o efeito simples de argila em profundidade na primeira safra, não ocorrendo na segunda safra. Na safra 2014/2015, observa-se que o sistema soja+milho, soja+trigo tem teores próximo a  $40 \text{ g.100g}^{-1}$  na profundidade de 10cm, no ponto sem reboleira (Figura 20A), e no ponto com reboleira diminui para próximo de  $30 \text{ g.100g}^{-1}$  o nível de argila do sistema soja+ milho, enquanto no sistema soja+trigo aumenta para próximo a  $50 \text{ g.100g}^{-1}$  (Figura 20 B). Para a safra 2015/ 2016 aumentou os níveis de argila para o sistema soja+aveia, soja+trigo, soja+pasto e diminuiu para o sistema soja+milho (Figura20 C). Para o ponto com reboleira ocorreu aumento dos níveis de argila nos sistema soja+aveia, soja+milho, soja+trigo com excessão do sistema soja+pasto (Figura 20D).

Para a safra 2014/2015 os valores de pH no sistema soja+aveia , soja+trigo estão ideal para o cultivo de soja, enquanto que no sistema soja+milho e soja+pasto ocorre pH muito baixo no ponto sem reboleira (Figura 21A). Já na figura 21B observou-se que o sistema soja+aveia, soja+milho e soja+trigo estão com o pH ideal para o cultivo de soja, com exceção ao sistema soja+pasto. Na safra 2015/2016, o ponto com reboleira na figura 21D, mostra o sistema soja+aveia e soja+trigo com o pH ideal para a cultura da soja na profundidade de 10cm, enquanto que o sistema soja +pasto e soja+milho o pH está abaixo de 5.0. Para o ponto sem reboleira o sistema soja+milho e soja+pasto apresentam valores de pH abaixo de 5.0, enquanto que os demais sistemas está ideal (Figura 21C).

Para o nutriente fósforo na safra 2014/2015 o ponto sem reboleira apresentou o sistema soja+aveia  $15 \text{ mg dm}^{-3}$  de fósforo profundidade de 10cm e os demais

sistemas apresentou fosforo  $5\text{-}10\text{ mg dm}^{-3}$  na profundidade de 10cm(Figura 31A), já o ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresentou fosforo a  $10\text{ mg dm}^{-3}$  na profundidade de 10 cm , os demais sistemas apresentaram  $5\text{-}10\text{ mg dm}^{-3}$  de fosforo na profundidade de 10cm (Figura 31 B).

Para a safra 2015/2016 o ponto sem reboleira apresentou o sistema soja+aveia  $5\text{ mg dm}^{-3}$ , soja+milho  $10\text{ mg dm}^{-3}$ ,soja+pasto  $15\text{ mg dm}^{-3}$  e soja +trigo  $20\text{ mg dm}^{-3}$  de fósforo na profundidade de 10 cm (Figura 31 C), já no ponto com reboleira o sistema soja+trigo  $5\text{ mg dm}^{-3}$ , soja+pasto  $10\text{ mg dm}^{-3}$ ,soja+aveia  $15\text{ mg dm}^{-3}$ , soja+milho  $20\text{ mg dm}^{-3}$  na profundidade de 10 cm (Figura 31D).

Dentre os três macronutrientes primários (N,P,K) o fósforo (P) é o menos extraído pela soja, normalmente ele é o apresenta maior limitação à obtenção de elevados rendimentos, seja por apresentar baixo teor no solo ou pela sua dinâmica complexa em solos tropicais e subtropicais (VITTI; TREVISAN, 2000). Rheinheimer et al. (2001), constatou que 79% das amostras de solo analisadas pelos laboratórios integrantes do ROLAS (Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina) possuem teores abaixo do suficiente. Schlindwein (2003), ressaltou que o manejo deficiente da fertilidade do solo é umas das razões que explicaram o ainda baixo rendimento da soja (média de  $1969\text{ kg ha}^{-1}$ , safra 2000 e 2001), considerando safra agrícola com regularidade de precipitação pluviométrica no estado do Rio Grande do Sul.

O fósforo é essencial para a divisão celular, especialmente dos ápices (parte aérea e sistema radicular), na reprodução e no metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de compostos). A

deficiência de P no solo diminui o crescimento das plantas e o potencial de rendimento da cultura. Um sintoma que ocorre no estágio de florescimento, pela menor produção e aborto de flores, com consequente menor formação e fixação (retenção) de vagens, o que resulta em diminuição no rendimento da soja (VITTI; TREVISAN, 2000).

No solo o P é pouco móvel, porém na planta sua mobilidade é grande principalmente para os tecidos mais novos e, posterior às sementes que apresentam a maior concentração deste nutriente. Teores adequados de fósforo nas folhas são considerados da ordem de 0,26 a 0,5% da massa seca, enquanto que a exportação pelos grãos é equivalente a 14 Kg de P por tonelada de grãos produzidos (COMISSÃO, 2004).

Para o potássio (K) , se observa relação entre sistema x reboleira x profundidade na safra 2014/2015, para a safra 2015/2016, efeito simples de profundidade e as interações sistema x profundidade, reboleira x profundidade e sistema x reboleira x profundidade (Tabela 5A).

Para a safra 2014/2015, no ponto sem reboleira, o sistema soja+aveia apresentou 55 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+pasto 140 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+milho 150 g Kg<sup>-1</sup> de potássio e soja+trigo 220 g Kg<sup>-1</sup> de potássio (Figura 32 A), já o ponto com reboleira, o sistema soja+pasto apresentou 50 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+aveia 100 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+milho 140 g Kg<sup>-1</sup> de potássio e soja+trigo 150 g Kg<sup>-1</sup> de potássio ambos na profundidade de 10cm (Figura 32 B). Para a safra 2015/2016 no ponto sem reboleira o sistema soja+aveia apresentou 80 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+pasto 90 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+milho 160 g Kg<sup>-1</sup> de potássio e soja+trigo 250 g Kg<sup>-1</sup> de potássio na profundidade de 10cm (Figura 32C), já o ponto com reboleira o sistema soja+pasto 55 g Kg<sup>-1</sup> de

potássio, soja+aveia 100 g Kg<sup>-1</sup> de potássio, soja+trigo e soja+milho 150 g Kg<sup>-1</sup> de potássio na profundidade de 10 cm (Figura 32D).

Para MO ocorre efeito simples em profundidade em ambas as safras (Anexo 5B). Para MO na safra 2014/2015, observa-se na figura 23B possui maiores teores de matéria orgânica no ponto com reboleira em ambos os sistemas, quando comparado com o ponto sem reboleira (Figura 23A), na profundidade de 10 cm. Para a safra 2015/2016. Na safra 2015/2016 os pontos com reboleira tem maiores teores de matéria orgânica (Figura 23D), quando comparado com o ponto sem reboleira (Figura 23C).

Para Al ocorre efeito simples de sistema na primeira safra e na segunda safra em profundidade (Anexo 5B). Na safra 2014/2015 o sistema soja+pasto apresentou índice maior que 6 de alumínio na profundidade de 10 cm no ponto sem reboleira (Figura 27A), já no ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresentou valor de 2.5 de alumínio na profundidade de 10 cm (Figura 27B). Para a safra 2015/2015, no ponto sem reboleira os teores de alumínio para ambos os sistemas ficaram abaixo de 2.5 (Figura 27C), já no ponto com reboleira com excessão do sistema soja+pasto que ficou acima de 6 de alumínio, os demais sistemas de cultivo ficaram abaixo de 2 de alumínio (Figura 27D).

As plantas não toleram a presença de Al<sup>+3</sup> na solução do solo. Acima de 1 mg L<sup>-1</sup> de Al já começa a surgir problemas, se bem que algumas plantas começam a sofrer com 0,5 mg L<sup>-1</sup>. Há uma atrofia do sistema radicular, no crescimento das raízes das plantas. O alumínio acumula-se no sistema radicular das plantas, de preferência. Uma pequena quantidade é translocada para a parte aérea da planta. O efeito do alumínio no desenvolvimento radicular se caracteriza por uma

inibição do alongamento do eixo principal, as raízes laterais e nas pontas se tornam mais grossas. Não há existência de raízes finas. O sistema radicular é reduzido, poucas ramificações laterais, ocupando pequeno volume de solo, o que prejudica a planta na absorção de água e nutrientes no perfil do solo. Pesquisadores (KOCHAN, DELHAIZE; RYAN, 1995) observaram que algumas plantas são tolerantes ao alumínio pela propriedade que têm as raízes de liberar ácidos orgânicos (exsudatos) que formariam quelatos com o alumínio. Estes quelatos impediriam a absorção do alumínio pelas plantas. Seria uma forma das plantas se protegerem contra a toxidez do alumínio.

No solo, o alumínio reduz a disponibilidade de P, S e cátions. O alumínio apresenta problema em solos com pH menor que 5,5, com baixa saturação de bases, com teores baixos de Ca e Mg. Acima de pH 5,5 o alumínio deve desaparecer. As formas de alumínio tóxico para as plantas são o  $Al^{+3}$  (condições ácidas), o  $Al(OH)_2^+$  (condições neutras) e o  $Al(OH)_4^+$  (condições alcalinas). Para neutralizar o alumínio ( $Al^{+3}$ ) do solo utiliza-se calcário para elevar o pH a valores onde a disponibilidade de nutrientes é aumentada. Na presença do alumínio, o fósforo (P) é parcialmente absorvido pelas plantas ou precipitado na forma de fosfato de alumínio insolúvel. Nestas condições de insolubilidade do P, as plantas apresentam deficiências deste nutriente, que se reflete no desenvolvimento da planta e queda da produção de grãos e frutos. A absorção de cálcio (Ca) é inibida na presença de alumínio.

Para Mg ocorre efeito simples em profundidade na primeira safra e na segunda safra ocorre efeito simples em profundidade( 5B). Para a safra 2014/2015 no ponto sem reboleira o sistema soja+pasto apresentou  $1.8 \text{ mg dm}^{-1}$  de magnésio, seguido do sistema soja+milho  $3.5$

mg dm<sup>-1</sup> de magnésio, soja+aveia 3.8 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio e soja+trigo 4 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio na profundidade de 10 cm (Figura 33A), já no ponto com reboleira o sistema soja+pasto mg dm<sup>-1</sup> de magnésio apresentou 2 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio, soja+aveia 2.8 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio, soja+trigo 3.5 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio e soja+milho 4.5 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio na profundidade de 10 cm (Figura 33B). Para a safra 2015/2016 o ponto sem reboleira apresentou 2.8 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio, seguido do sistema soja+milho e soja+trigo 3 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio e soja+aveia 3.5 mg dm<sup>-1</sup> de magnésio na profundidade de 10 cm (Figura 33C), já no ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresentou 1.8 mg dm<sup>-1</sup>, seguido do sistema soja+milho 2.8 mg dm<sup>-1</sup> soja+trigo 3.5 mg dm<sup>-1</sup> e soja+aveia 4 mg dm<sup>-1</sup>, na profundidade de 10cm (Figura 33D).

Para H+Al ocorreu efeito simples em profundidade na segunda safra (Tabela 5B). À medida que aumenta a profundidade aumenta a acidez do solo, ou seja aumenta H+Al. Para a safra 2014/2015 a acidez potencial ocorre com maior expressividade no ponto sem (Figura 25A) e com (Figura 25 B) reboleira para o sistema soja + pasto na profundidade de 10 cm. Para a segunda safra o ponto sem reboleira apresentou valores abaixo de 20 H+Al para ambos os sistema (Figura 25 C), quando comparado com o ponto com reboleira ( Figura 25 D), onde o sistema soja + pasto está com valor acima de 20 H+Al em relação aos demais sistemas na profundidade de 10cm.

A acidez potencial é constituída pelos íons H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> presentes nos colóides do solo, sendo, geralmente, avaliada pela extração com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com soluções tampão (PEECH, 1965).

Para CTC pH 7 na primeira safra no ponto sem reboleira o sistema soja+pasto apresenta 50 CTC\_pH\_7

na profundidade de 10 cm , enquanto que os demais sistemas estão abaixo de 25 CTC\_pH\_7(Figura 29A), já o ponto sem reboleira o sistema soja+pasto apresentou 30 CTC\_pH\_7 na profundidade de 10 cm, enquanto que os demais sistemas ficaram abaixo de 20 CTC\_pH\_7(Figura 29 B).Para a segunda safra observa-se no ponto sem reboleira que o sistema soja+trigo apresenta 35 CTC\_pH\_7 na profundidade de 10cm, enquanto que os demais sistemas encontram-se 25 CTC\_pH\_7 na profundidade de 10cm (Figura 29C), já no ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresentou 40 CTC\_pH\_7 na profundidade de 10cm e os demais sistemas ficaram entre 20-30 CTC\_pH\_7 na profundidade de 10 cm (Figura 29D).

Para Bases % ocorreu efeito simples em profundidade em relação ao sistema x reboleira x profundidade na primeira safra (Anexo 5 C). Para a safra 2014/2015 o sistema soja+pasto apresenta 10% de bases no ponto sem reboleira na profundidade de 10 cm , enquanto o sistema soja+milho apresenta 40% de bases,soja+aveia 60 % de bases e soja+trigo 70% de bases na profundidade de 10 cm (Figura 30A), já o ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresentou 20% de bases, seguido do sistema soja+aveia 50% de bases,soja+milho 60 % de bases e soja trigo 70% de bases ( Figura 30B). Para a safra 2015/2016 no ponto sem reboleira os sistemas apresentaram 40-55% de bases na profundidade de 10 cm (Figura 30C), já no ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresentou 20% de bases, seguido do sistema soja+milho 30% de bases, soja+aveia 55% de bases, soja+trigo 70% de bases,na profundidade de 10 cm (Figura30 D).

Para Al %, ocorre efeito simples em sistemas na primeira safra e na segunda safra ocorre efeito simples em profundidade (anexo 5C). Na safra 2014/2015, no

ponto sem reboleira, o sistema soja+pasto observa-se valor acima de 50% de alumínio em % na profundidade de 10cm, enquanto que os demais sistemas estão com os teores abaixo de 10 % na profundidade de 10cm (Figura 28 A), já no ponto com reboleira o sistema soja+pasto apresenta 40% de alumínio em %, seguido do sistema soja+aveia com 20%, enquanto os demais não apresentam na profundidade de 10 cm. (Figura 28B). Para a safra 2015/2016 no ponto sem reboleira para ambos os sistemas as % de alumínio estão abaixo de 25% na profundidade de 10cm (Figura 28C), já para o ponto com reboleira o sistema soja+pasto e soja+aveia apresenta valores acima de 20%, em relação aos demais sistemas que observa-se zerados de alumínio em % na profundidade de 10 cm (Figura 28D).

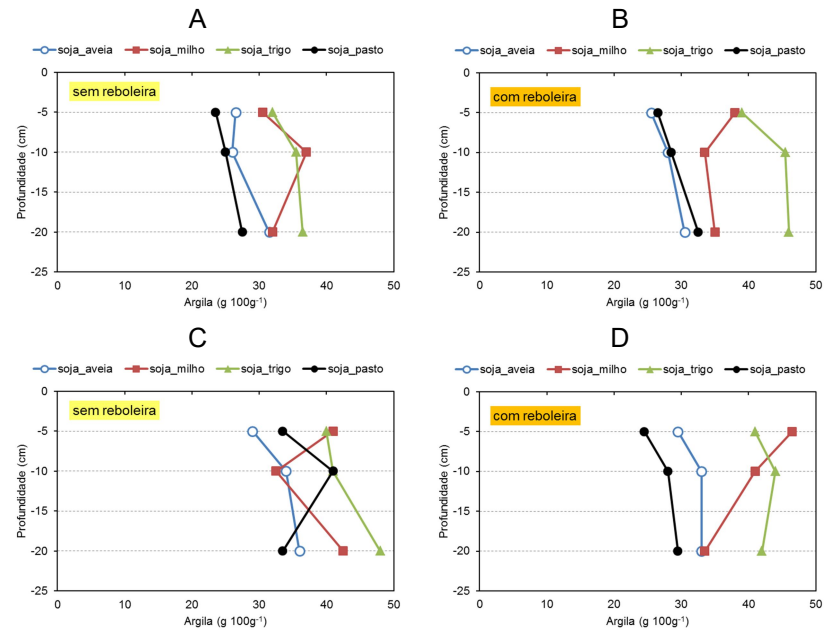
Para a relação Ca/Mg na safra 2014/2015 no ponto sem reboleira observa-se os níveis na relação Ca/Mg no sistema soja+pasto 2, soja+milho 2.3, soja+aveia 2.5 e soja+trigo 3.2 na profundidade de 10cm (Figura 34 A), já no ponto com reboleira o sistema soja+ pasto manteve com o mesmo nível, enquanto que o sistema+aveia diminuiu para 2, soja+milho aumentou para 2.5 e soja+trigo aumentou para 3.4 (Figura 34B). Para a segunda safra no ponto sem reboleira, manteve valores semelhantes a primeira safra sem reboleira, enquanto que o ponto com reboleira diminuiu a relação de Ca/Mg no sistema soja+milho 1.8 e os demais sistemas aumentaram soja+pasto 2.3, soja+aveia 2.5, soja+trigo 3.5 (Figura 34D).

Para a relação Ca/K, ocorre efeito simples na segunda safra em profundidade e relação entre sistema x profundidade (Tabela 5 C). Para a safra 2014/2015, no ponto sem reboleira observa-se que a relação de Ca/Mg para o soja+ pasto 2, soja+milho 2.2, soja+aveia 2.6 e soja+ trigo 3.1 (Figura 35A), já no ponto com reboleira o

sistema soja+pasto 1.6, soja+aveia 1.8,soja+milho 2.4 e soja+trigo 3.4(Figura 35B).Para a safra 2015/2016 no ponto sem reboleira ocorreu o mesmo comportamento da safra anterior ( Figura 35 C),o ponto com reboleira diminui a relação de Ca/Mg, no sistema soja+milho 1.8,aumentou o sistema soja+pasto 2.2,soja+aveia 2.5 e soja+ trigo 3.5(Figura 35D).

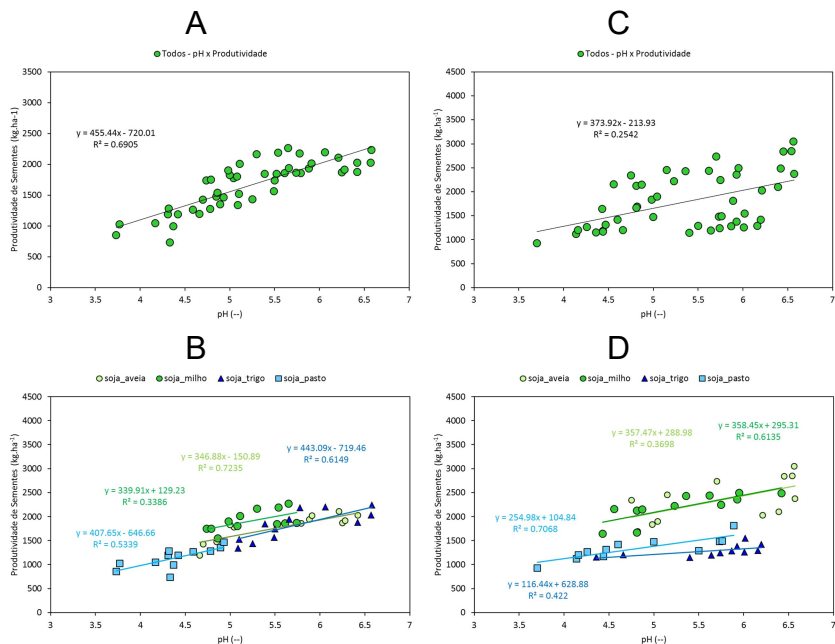
Para Mag/K na safra 2014/2015, no ponto sem reboleira, observa-se na (Figura 36 A) os sistemas soja+trigo 6, soja+pasto 7, soja+milho 7 e soja +aveia 24 na profundidade de 10 cm, já no ponto com reboleira observa-se o sistema soja+aveia 12, soja+milho 20, soja+trigo 10 e soja+pasto 14, na profundidade de 10 cm(Figura 36B). Para a segunda safra o sistema soja+trigo e soja+milho teve comportamento semelhante a primeira safra sem reboleira, entretanto o sistema soja+pasto aumentou para 15 e o sistema soja+aveia diminuiu para 16 (Figura 36 C),já para o ponto com reboleira os índice de Mag/K manteve para o sistema soja+trigo, diminuiu para o sistema soja+milho 7 e soja+pasto 9, enquanto que aumentou para o sistema soja+aveia 16 (Figura 36D).

Figura 20 – Teores de Argila no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.



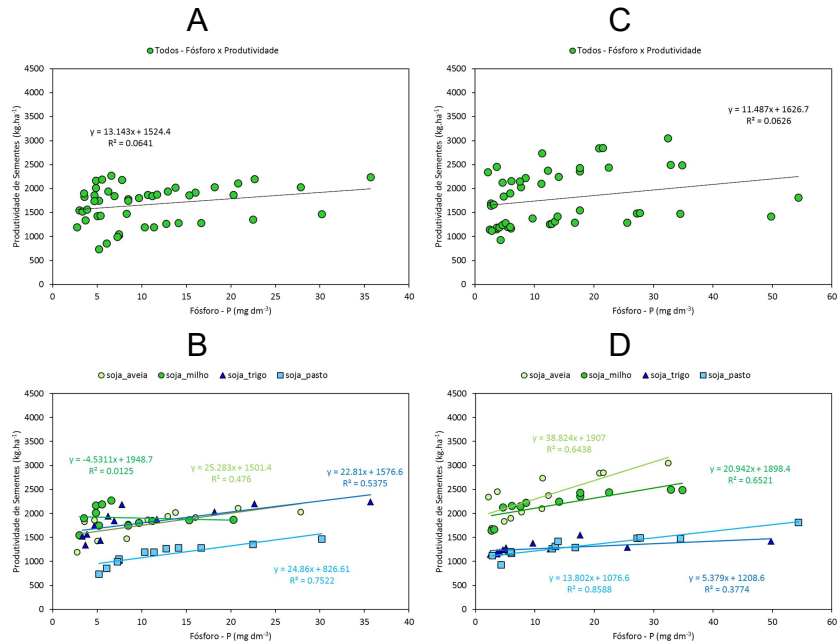
Fonte: produção da própria autora

Figura 21 - Correlação entre a produtividade em relação a o pH do solo, de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C, médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada- SC



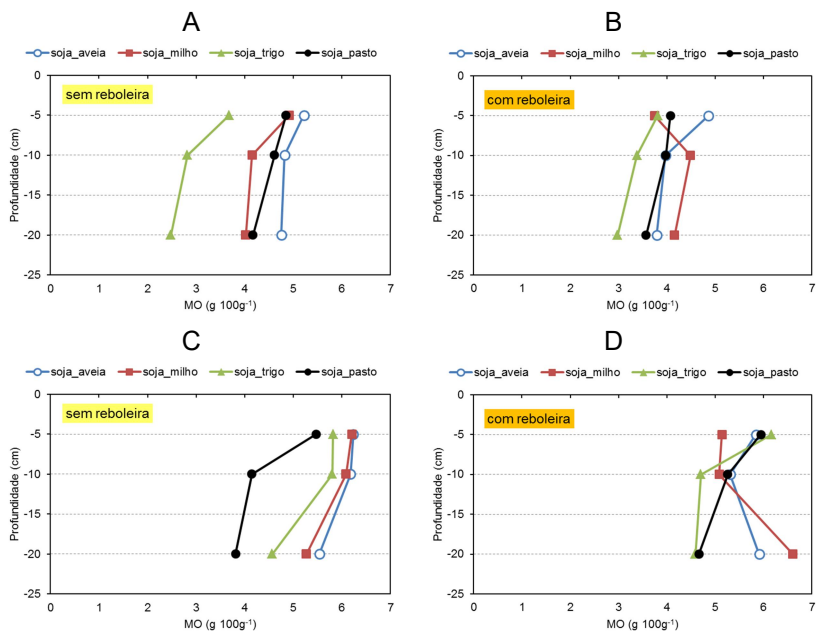
Fonte: produção da própria autora

Figura 22 - Correlação entre a produtividade em relação à resistência o teor de fósforo (P) no solo, de quatro sistemas de cultivo de soja (A e C, médias dos sistemas) e (B e D por sistema), nas safras 2014/2015 (A e B) e 2015/2016 (C e D), na região de Ponte Serrada – SC.



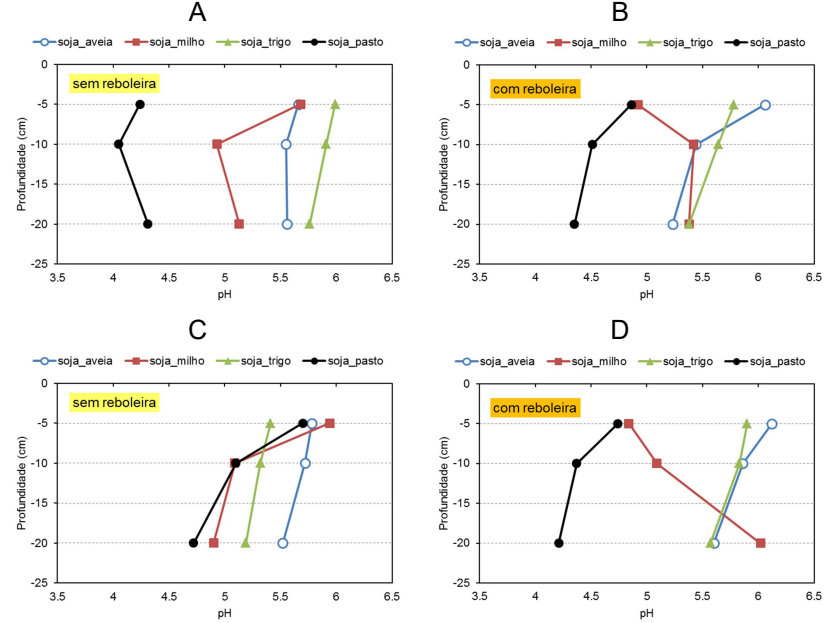
Fonte: produção da própria autora

Figura 23 – Teores de matéria orgânica (MO) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada-SC.



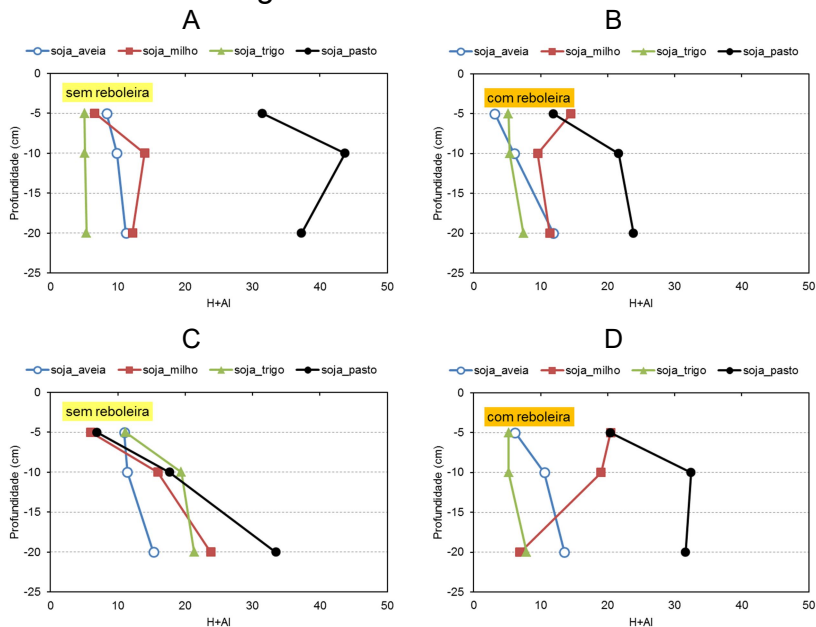
Fonte: produção da própria autora

Figura 24 – pH do solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



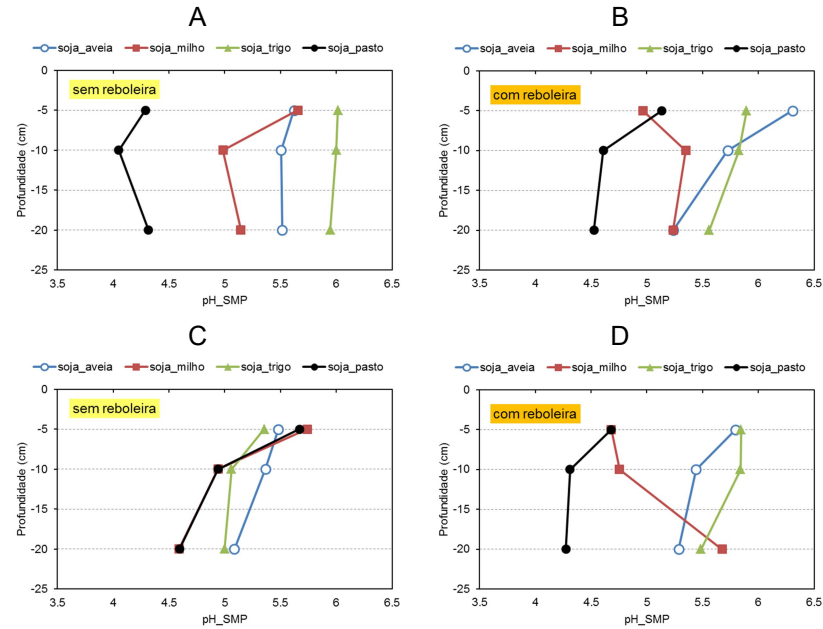
Fonte: produção da própria autora

Figura 25 – Acidez potencial (H+Al) do solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



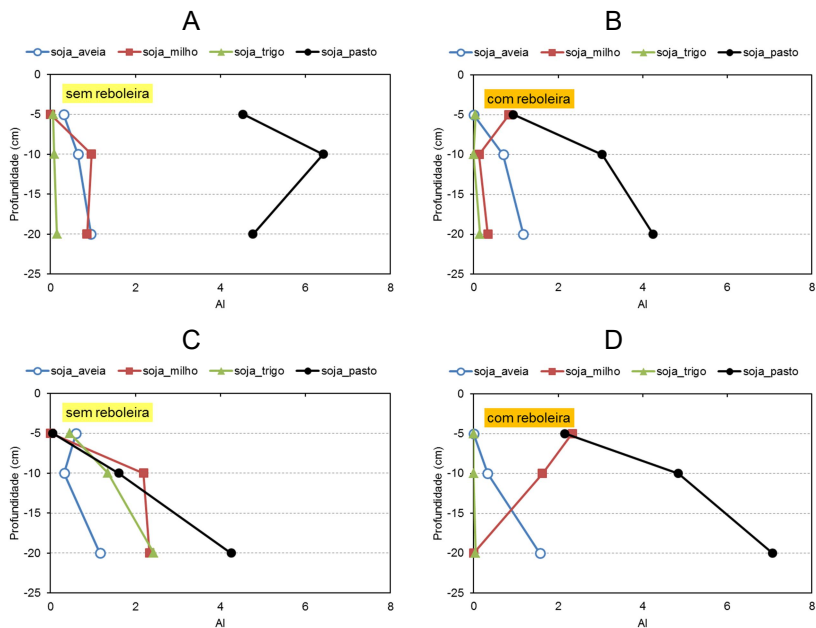
Fonte: produção da própria autora

Figura 26 – pH do solo, avaliado por SMP, em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



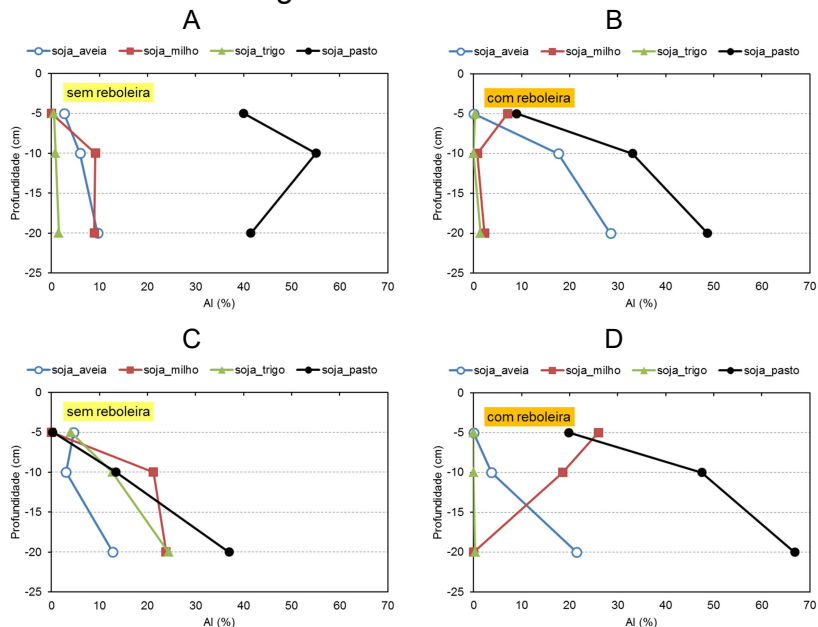
Fonte: produção da própria autora

Figura 27 – Alumínio (Al) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



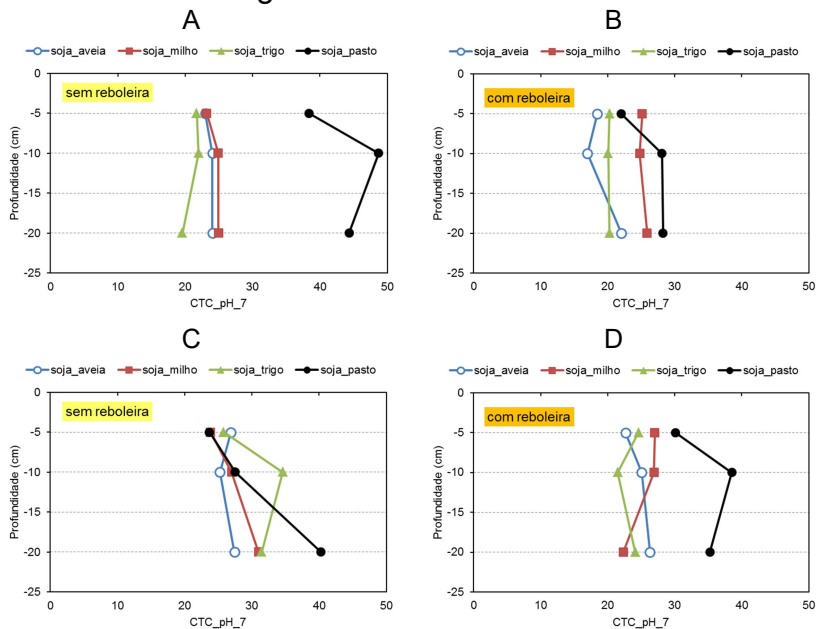
Fonte: produção da própria autora

Figura 28 – Percentagem de alumínio (Al%) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



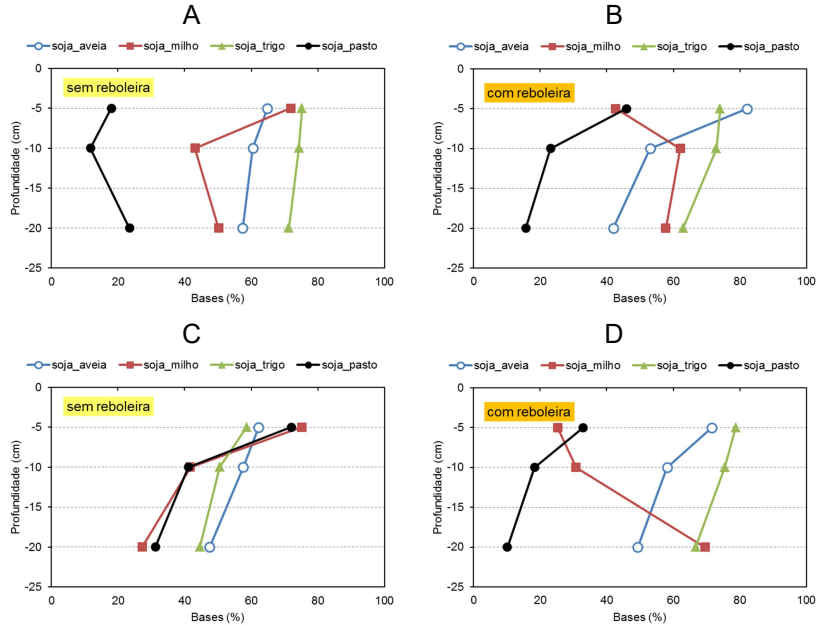
Fonte: produção da própria autora

Figura 29 – Capacidade de troca de cátions (CTC) solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



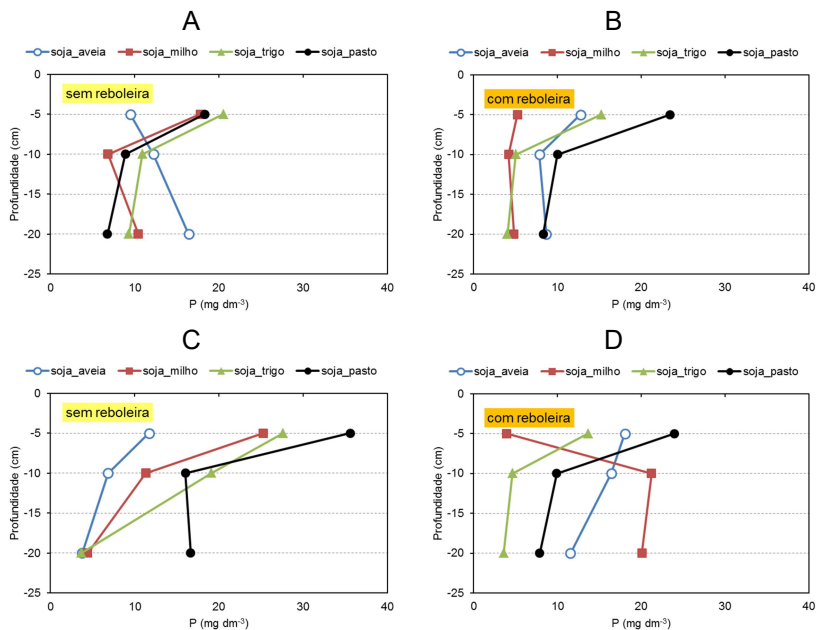
Fonte: produção da própria autora

Figura 30 – Saturação por bases (Bases%) do solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



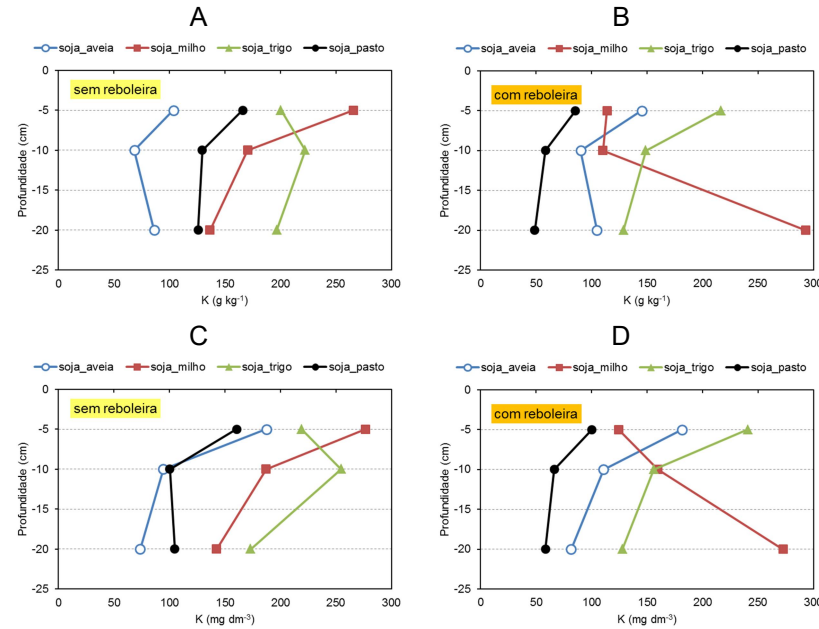
Fonte: produção da própria autora

Figura 31 – Fósforo (P) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



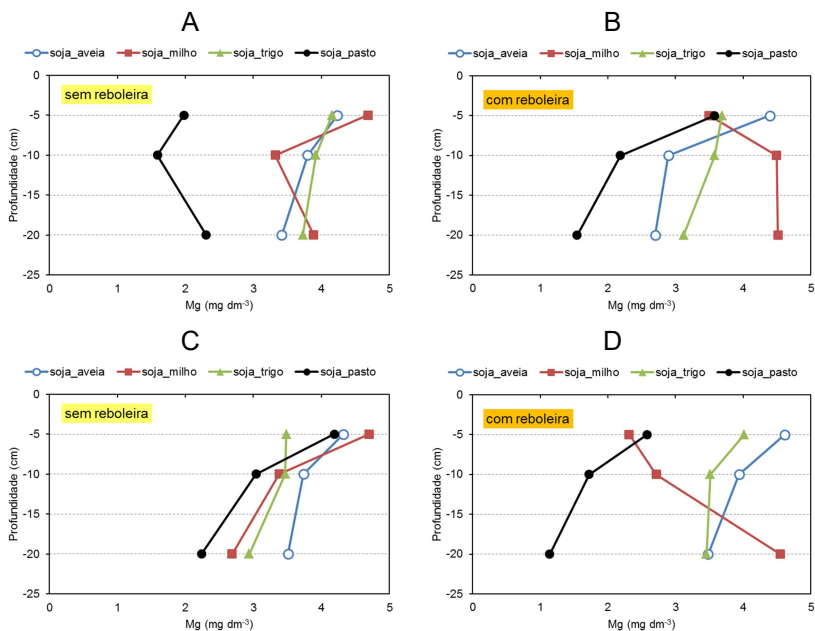
Fonte: produção da própria autora

Figura 32 – Potássio (K) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade de amostragem, na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D) na região de Ponte Serrada - SC.



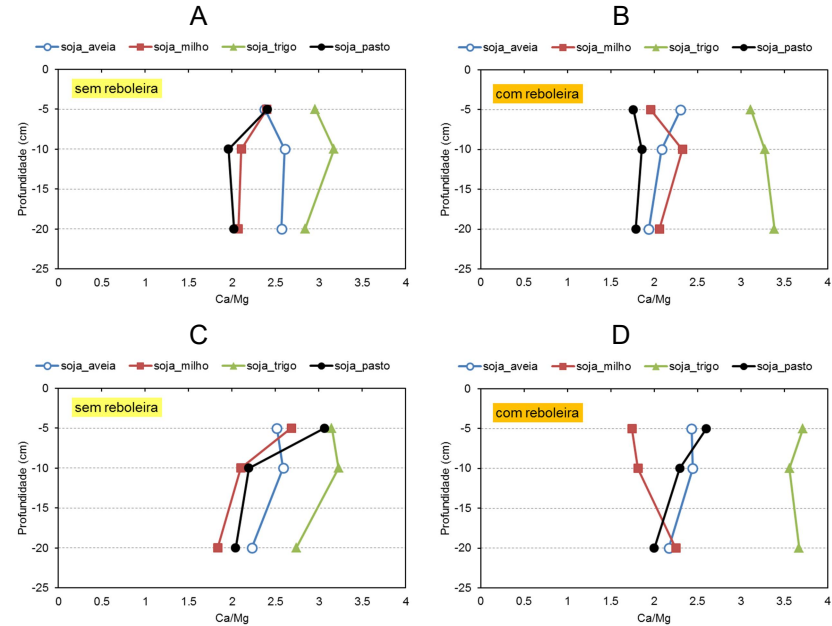
Fonte: produção da própria autora

Figura 33 – Teores de magnésio (Mg) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.



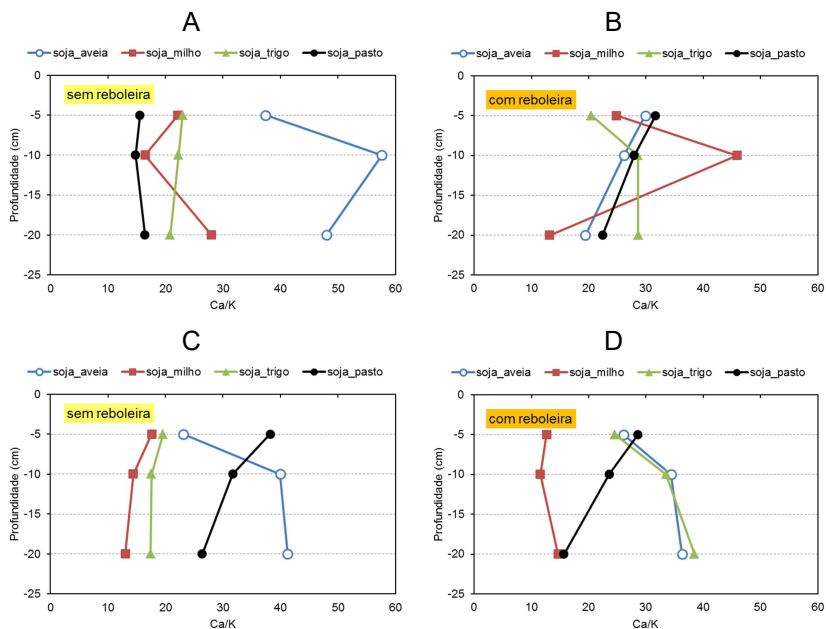
Fonte: produção da própria autora

Figura 34 - Relação entre cálcio e magnésio (Ca/Mg) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.



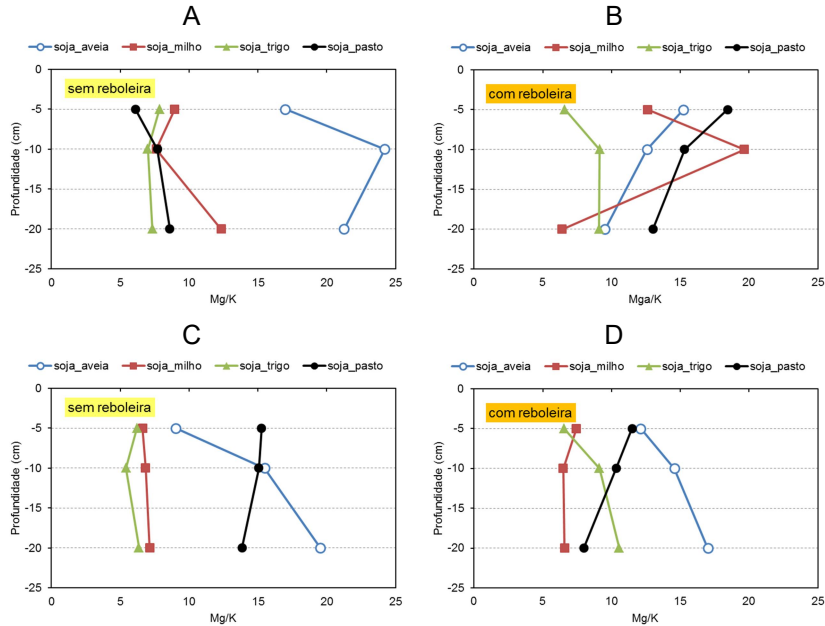
Fonte: produção da própria autora

Figura 35 - Relação entre cálcio e potássio (Ca/K) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.



Fonte: produção da própria autora

Figura 36 - Relação entre magnésio e potássio (Mg/K) no solo em função do sistema de cultivo, reboleira e profundidade na safra 2014/2015 (A-B) e safra 2015/2016 (C-D), na região de Ponte Serrada -SC.



Fonte: produção da própria autora

## 5 CONCLUSÃO

Na safra 2014/2015, dentre as podridões radiculares predominou macrofomina em relação ao fusário e na safra 2015/2016 predominou fusário em relação à macrofomina. Mas a incidência de podridões radiculares, independentemente do sistema de cultivo e safra, foi maior que 50% acarretando em perda da ordem de  $22 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes por ponto percentual de aumento de incidência de podridões radiculares. A sanidade das sementes não apresentou relação com as podridões radiculares.

A compactação do solo, independente do sistema de cultivo tem acarretado em perda da ordem de 0,3 a  $1,3 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes por kPa de aumento da resistência a penetração do solo. A compactação se mostrou mais acentuada na profundidade de 10 cm no sistema soja+milho, soja+trigo, soja+pasto na primeira safra, para a segunda safra ocorreu compactação no sistema soja+trigo e soja+pasto na profundidade 10cm. Quanto maior a compactação (maior DS e maior RP) com conseqüente menor a produtividade.

Quanto menor o pH do solo e demais fatores químicos associados ao pH do solo (menor Ca, P, Mg, maior Mn, Al,...), menor a produtividade. A correção do pH do solo indicou aumento da produtividade entre  $373$  a  $455 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes por ponto de pH corrigido até o valor de pH 6,5.

Quanto menor o teor de fósforo no solo menor foi a produtividade. A correção do teor de fósforo no solo indicou aumento da produtividade entre  $11$  a  $13 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes para cada incremento de  $1 \text{ mg dm}^{-3}$ , na faixa de elevação do nível de fósforo de 3 para  $30 \text{ mg dm}^{-3}$  de solo.

O sistema de cultivo soja+milho, nestas duas safras de avaliação se mostrou mais produtivo que os sistemas soja+aveia, soja+trigo e soja+pasto, possivelmente relacionado a melhoria dos caracteres físico-químicos do solo, menor índice de prodrições de raízes, com consequente produção de sementes de melhor qualidade sanitária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAKUKKU, L.; ELOMEN, P. Long-term effects of a single compaction by heavy field traffic on yield and nitrogen uptake of annual crops. **Soil Tillage and Research**, v.38, n.4, p.141-152, 1994.

AOKI, T.; O'DONNELL, K.; HOMMA, Y.; LATTANZI, A.R. Sudden death syndrome of soybean in South America is caused by four species of *Fusarium*: *Fusarium brasiliense* sp. nov., *F. cuneirostrum* sp. nov., *F. tucumaniae*, and *F. virguliforme*. **Mycoscience**, v.46, n.3, p.162-183, 2005.

ARRUDA, G.M.T.; MILLER, R.N.G.; FERREIRA, M.A.S.V.; CAFÉ-FILHO, A.C. Morphological and molecular characterization of the sudden death syndrome pathogen of soybean in Brazil. **Plant Pathology**, v.54, n.x, p.53-65, 2005.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**, p.123- 141. 1996.

ASHBURNER, J.E.; SIMS, B.G. **Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza**. San José: IICA, p. 474 1984.

BARNETT, H.L., HUNTER, B.B. Illustred genera of imperfect fungi. Fourth edition. **The American Phytopathological Society**. St. Paul. p. 218, 1998.

BENGOUGH, A.G.; MULLINS, C.E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v.41, n.3, p.341-358, 1990.

BETIOLI, E.; MOREIRA, H.; TORMENA, A.; FERREIRA, B.; SILVA, P.; GIAROLA, B. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.971-982, 2012.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; CENTURION, M.A.P.C.; SILVA, A.P. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. v.30, p.787-794, 2006.

BILIBIO, D.; CORRÊA, F.; BORGES, N. Atributos físicos e químicos de um Latossolo, sob diferentes sistemas de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.817-822, 2010.

BOARD, J.E.; SETTIMI, J.R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, Madison, n.78, p.995-1002, 1986.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 5. ed. São Paulo: F. Bastos, 647 p, 1979.

BRASIL, 2000, Cuiabá. Londrina: Embrapa Soja, 2000. p. 94. (Embrapa Soja. Documentos, 144).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Teste de Sanidade de Sementes. In: **Regras para a Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, Cap. 9, p. 335-340, 2009.

CAMARGO ,O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, 1997. 132p.

CAMARGO, O.A. de.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, p .132, 1997.

CASSOL, L.C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavourapecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 143 f. Tese Doutorado em Ciência do Solo - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CHET, I.; BAKER, R. Induction of supressiveness to *Rhizoctonia solani* in soil. **Phytopathology**, p.994-998,1980.

CLEMENTE, E.E. **Método para estimativa de macroporosidade em lâminas delgadas de solos por meio de análise de imagens**. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. p.4 .2015.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**;  
Conab 2013. Disponível em:  
[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf). Acesso em 18/06/2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento;  
Disponível em:  
[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_01\\_12\\_09\\_00\\_46\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf)  
Acesso em: 18/06/2016; V. 3 - SAFRA 2015/16- N. 4.

CONTE, O; CARLA, T. C. ; TREIN C.R.;LEVIEN, R.  
Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. **Revista**

**Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.561-566, Campina Grande, 2010.

CONTE, O. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.2, p.579- 587, Viçosa, 2011.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; CEPIK, C.T.C.; DEBIASI, H. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.220-228, 2007.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; XAVIER, A.A.P.; DEBIASI, H. Demanda de tração, mobilização de solo na linha de semeadura e rendimento da soja, em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1.254-1.261, 2009.

COSTA, E. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17,2013.

COSTA, A.J. **Manejo para alta produtividade de grãos**. Editora Evangraf. 2010. p.22-25.

COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; MORAES, R.M.A. de. **Podridão radicular de fitóftora em soja**. Passo Fundo, 2007.p. 23.

COSTAMILAN, L.M.; BONATO, E.R. **Desempenho de cultivares de soja em áreas com diferentes níveis de infestação de *Phialophora gregata***. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA DE SOJA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo. Resultados de

Pesquisa 1992-1993. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPTTr, p. 107-110, 1993.

COSTAMILAN, L.M.; LHAMBY, J.C.B.; BONATO, E.R. Sobrevivência de fungos necrotróficos em restos de cultura de soja, em sistema de plantio direto. **Fitopatologia Brasileira**, v.22, p.175-177, 1999.

COSTAMILAN, L.M.; SOARES, R.M.; BERTAGNOLLI, P.F. **Podridão radicular de fitóftora (*Phytophthora sojae*)**. In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. (Ed.) **Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura**. Embrapa Soja: Londrina, p. 105-126. 2010.

COSTAMILAN, L.M.; SOARES, R.M.; BERTAGNOLLI, P.F. Podridão radicular de *Phytophthora* (*Phytophthora sojae*). In: Almeida, A.M.R. Seixas. Ed. Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura. **Embrapa Soja**: Londrina, p. 105-126, 2010.

COSTAMILAN, L. M. A podridão de raiz e de haste de soja. In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F. dos; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J. L. (Ed.). Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas: **Rural**, 2001. p. 678-730.

COX, W.J.; CHERNEY, J.H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. **Agronomy Journal**, Madison, v.103, n.1, p.123-128, 2011.

CUNHA, E.Q. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I- Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n. 1, p. 603-611, 2011.

CUNHA, D.S. Soja para consumo humano: Breve abordagem. **Revista AGRARIAN ACADEMY**, Goiânia, v.2, n.03; p. 2015.

DEBIASI, H.L.R.; CONTE, O.; MAZURANA, M. Capacidade de suporte e compressibilidade de um Argissolo, influenciadas pelo tráfego e por plantas de cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v.32, p.2629-2637, 2008.

DENTI, E.A.; TRENTA, S.M.; REIS, E.M. Incidência, frequência e danos por fungos envolvidos com a podridão da base do colmo de milho em 1997/98, nas regiões do Planalto Médio Gaúcho (RS) e de Guarapuava (PR). **Fitopatologia Brasileira**, v28, n.3, p.24-279, 1999.

DEXTER, A.R.; YOUNGS, I.M. **Soil physic toward 2000**. Soil Tillage Research, v. 24, p. 101-106, 1992.

DORRANCE, A.E.; LIPPS, P.E.; MILLS, D. **Phytophthora damping off and root rot of soybean**. Columbus: Ohio State University Extension Fact Sheet, 2000. Disponível em: Consultado em: 22 maio 2016

EGLI, D.B.; CORNELIUS, P.L. A regional analysis of the response of soybean yield to planting date. **Agronomy Journal**, Madison, v.101, n.2, p.330-335, March-April, 2009.

EGLI, D.B.; GUFFY, R.D.; LEGGETT, J.E. Partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, p. 917-922, 1985.

EGLI, D.B.; GUFFY, R.D.; LEGGETT, J.E. Partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in

soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, p. 917-922, November-December, 1985.

EGLI, D.B.; MECKEL, R.E.; PHILLIPS, R.E.; RADCLIFFE, D.; LEGGETT, J. E. Moisture stress and N redistribution in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, p.1027-1031, November-December, 1983.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Impacto das mudanças climáticas sobre as doenças de plantas. 2011.p.15. Disponível: [file:///C:/Users/Slim/Downloads/ImpactoMudancasClimaticas%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Slim/Downloads/ImpactoMudancasClimaticas%20(1).pdf) .Acessado em:19/06/2016.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.Disponível em : <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf> . Acessado em : 18/06/2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Manejo de doenças radiculares da soja causada por *Pythium*, *Phytophthora* e *Rhizoctonia*** Embrapa Soja, Londrina- PR,p.2, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Podridão radicular de fitóftora em soja**. 2007. Embrapa Soja, Sistema de Produção, N° 79. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do79.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do79.pdf) . Acesso em: 18/06/2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil**. 2011. Disponível em:

<http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>  
.Acesso em: 18/06/2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil**. 2004 - A soja no Brasil. Embrapa Soja, Sistema de Produção, N° 1. Disponível em:  
[http://www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/central\\_2005.pdf](http://www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/central_2005.pdf). Acesso em: 18/06/2016.

EMBRAPA - **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. 2004. Publicações. Disponível em:  
<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/doenca.htm>  
Acesso em: 15maio 2016.

EMBRAPA, Manual de Métodos de Análise de Solo, 2ª ed. **Revista atualidades**. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. Seca. Soja em carência de água. Londrina: EMBRAPA, p. 6, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed.. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa. Rotação de cultura. Embrapa soja , 2013. p.247.

EMBRAPA. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. 2006. p.02-07.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010. Disponível em :

[http://bioinfo.cnpsa.embrapa.br/seca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73%3Aexigencias-climaticas&catid=84&Itemid=435](http://bioinfo.cnpsa.embrapa.br/seca/index.php?option=com_content&view=article&id=73%3Aexigencias-climaticas&catid=84&Itemid=435).

FAO – Organização das nações unidas para a agricultura e alimentação. Publicações. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/publicacoes.asp>>. Acesso em: 15 maio 2016.

FAO-SATAT . Food and agriculture organization of the United Nations, 2016. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/550/default.aspx#ancor> . Acessado em 18/06/2016.

FILHO, J.M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba. Fealq, p. 27-40, 2005.

FIGUEIREDO, M.B.; TERANISHI, J.; CARDOSO, E.R.M.G. Incidência de *Macrophomina phaseolina* em feijoeiro e outras plantas cultivadas. **O Biológico**, São Paulo, v. 35, p. 105-109, 1969.

FORSYTHE, W. **Física de suelos**: manual de laboratório. San José: IICA, p. 212, 1975.

FREITAS, M.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.7, n.12, p.1-12, 2011.

FREITAS, T.M; MENEGHETTI, R, C; BALARDIM, R.S. Dano devido á podridão vermelha da raiz na cultura da soja. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.991-996, 2004.

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C. de F.; LEITE, J.G. Dal B.; FRAGA, T.I. Atributos físicos do solo e rendimento de

soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.771-780, 2007.

GAI, J; PALMER, R.G.; FEHR, W.R. Bloom and pod set in determinate and indeterminate soybeans grown in China. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, p.979-984, November-December, 1984.

GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and minealogical methods. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, **Soil Science Society of America**, série 9, p.383-411. 1986.

GIRARDELLO, V.C.; AMADO, T. Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.38, n.4, p 1234-1244, 2014.

GOULART, A.C.P., PAIVA, F.A.; ANDRADE, E.P.J.M. Qualidade sanitária de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) produzidas no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**. v.17, n.1, p.42-46, 1995.

GUERRA, S.P.S.; LANÇAS, K.P.; MAZETTO, F.R. Utilização do GPS e do penetrômetro hidráulico-eletrônico para localização de pontos e avaliação da compactação do solo. **REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO**, 7., 2000, Botucatu. Resumos... Botucatu: Universidade Estadual Paulista, p. 85, 2000.

HALL, R. Illustrated genera of imperfect fungi. American Phytopathological Society, APS Press. St. Paul, p . 218,1998.

HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C.

**Compendium of soybean diseases.** Fourth Edition. APS Press. The American Phytopathological Society. p .100, 1999.

HENDERSON, C.W.L. Using a penetrometer to predict the effects of soil compaction on the growth and yield of wheat on uniform, sandy soils. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.40, p.497-508, 1989.

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics.** New York: Academic, 413 p. 1980.

KAHLON, C.S.; BOARD, J.E.; KANG, M.S. An analysis of yield component changes for new vs. old soybean genotypes. **Agronomy Journal**, Madison, v.103, n.1, p.13-22, 2011.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia:** relações solo-planta. São Paulo: Ceres, 262 p. 1979.

KLEIN, V. A. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de um Latossolo Roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo.** 1998. 150 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Condutividade hidráulica de um Latossolo Roxo, não saturado, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 945-953, 2002.

KLEIN, V.A.; BASEGGIO, M; MADALOSSO, T. Indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico típico sob plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p 2475-2481, 2009.

KLEIN, V.A. ;CAMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.31, n.1, p. 221-227, 2007.

KENDIG, S.R.; RUPE, J.C.; SCOTT, H.D. Effect of irrigation and soil water stress on densities of *Macrophomina phaseolina* in soil and roots of two soybean cultivars. **Plant Disease**, v.84, p.895-900, 2000.

LIMA, C.S. A new *Fusarium* lineage within the *Gibberella fujikuroi* species complex is the main causal agent of mango malformation disease in Brazil, **Plant Pathology**.v.58. p33-42, 2009.

LUXMOORE, R. J. Micro, meso and macroporosity of soil. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.45, p. 671-672, 1981.

MARCHIORI, F.L, CÂMARA, S.G.; PEIXOTO, P.C.;MARTINS, C. **Desempenho vegetativo de cultivares de soja [*Glycine max*(L.) Merrill] em épocas**. v.56, n.2. Piracicaba,1999.

MARGOTTO, R.P. **Bioestatística básica**. Distrito Federal., 1995. p.30-50.

MARQUES, J. D. de O. **Horizontes pedogenéticos e sua relação com camadas hidráulicas do solo**. 2000. 86 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

MARQUES, J.D. de O. **Horizontes pedogenéticos e sua relação com camadas hidráulicas do solo**. 2000. 86 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

MARVEL, J.N.; BEYROUTY, C.A.; GBUR, E.E. Response of soybean growth to root and canopy

competition. **Crop Science**, Madison, v.32, n.3, p.797-801, 1992.

MENEGHETTI, G. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.46 v.3, p.492-498, 2016.

MENTEN.J.O.BASF.The chemical company.Limitadoras de produtividade. **Revista Cultivar**. v.3, n.2, p.10, 2013.

MOMEN, N.N.; CARLSON, R.E.; SHAW, R.H.; ARJMAND, O. Moisture-stress effects on the yield components of two soybean genotypes. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, n.5, p.86-90, 1979.

NAKAJIMA, T.; MITSUEDA, T.; CHARCHAR, M.J.D. First occurrence of sudden death syndrome of soybean in Brazil. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v.30, n.1, p.31-34, 1996.

NICOLOSO, R.S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.E.; GIRARDELLO, V.C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, n.4, p.723-734, 2008.

OLIVEIRA, A.U. **Agricultura brasileira: transformações recentes**. In: Ross, Jurandyr (org). Geografia do Brasil.5 ed. São Paulo. Edusp .2005.

ORTIGARA, C.; KOPPE, E.; LUZ, F.B.; BERTOLLO A.M.; KAISER, D.R.; SILVA,V.R. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.2, p.619-26, 2014.

OTHMER, H.; DIEKKRUGER, B.; KUTILEK, M. Bimodal porosity and unsaturated hydraulic conductivity. **Soil Science**, Baltimore, v.152, n.3, p.139-150, 1991.

PACHECO, A.C. Registro de *Phytophthora* em soja em Santa Catarina. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 26. 1998, Cruz Alta. Ata e resumos. Cruz Alta: UNICRUZ - Faculdade de Agronomia, p.124,1998.

PEECH, M. Exchange acidity. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, **American Society of Agronomy**, p.905 -913, 1965.

QUEIROZ, E.F.de.; MINOR, H.C. Resposta de quatro Genótipos de soja, *Glycine max* (L.) Merrill), a populações de plantas e épocas de 201 semeadura. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.13, n.2, p.261-276, 1977.

RASSINI, J.B.; LIN, S.S. Efeito de períodos de estiagens artificiais durante estádios de desenvolvimento da planta no rendimento e qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.225-237, 1981.

REIS, E.M. **Doenças na cultura da Soja**. Aldeia Norte ed., Passo Fundo, 2004, 128p.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.151-160,2001.

RICHARDS, L.A. Physical conditions of water in soil. In: BLACK, C. A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: **American Society for Testing and Materials**, 1965, p.128-152..

ROBINSON, A.P.; CONLEY, S.P.; VOLONEC, J.J.; SANTINI, J.B. Analysis of high yielding, early-planted soybean in Indiana. **Agronomy Journal**, Madison, v.101, n.1, p.131-1319, January-February, 2009.

ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. **Soil and Tillage Research**, v.65, n.1, p.109-115, 2002.

ROY, K.W. *Fusarium solani* on soybean roots: nomenclature of the causal agent of sudden death syndrome and identity and relevance of *F. solani* form B. **Plant Disease**, v.81, p.259-266, 1997.

RUPE, J.C.; WEIDEMANN, G.J. Pathogenicity of a *Fusarium* sp. isolated from soybean plants with Sudden death syndrome. **Phytopathology**, v. 76, n.supl., p. 1080, 1986.

SAS INSTITUTE. SAS User's guide: statistics. Software Version 9.0. Cary, NC, USA, 2002.

SCHMITTHENNER, A.F. Phytophthora rot. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4. ed. Saint Paul: APS Press, 1999. p. 39-42.

SCHWEITZER, L.E.; HARPER, J.E. Effect of multiple factor source-sink manipulation on nitrogen and carbon assimilation by soybean. **Plant Physiology**. v.1, p.57-60, 1985.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas**. 2003. 108p. Tese de Doutorado. Santa Maria,

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2003.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. ; SILVA, V.R. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.58-64, 2009.

SEDIYAMA, T. (Org.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, Paraná: Mecenaz, 2009. p. 314.

SILVA, A.P.; INHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil and Tillage Research**, v.70, n.1, p.83-90, 2003.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J. REICHERT, J.M. Suscetibilidade à compactação de um Latossolo vermelho-escuro e de um podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 24, p. 239-249, 2000.

SOUZA, C.A.; GAVA, F.; CASA, R.T.; BOLZAN, J.M.; KUHNEM Jr., P.R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. **Planta Daninha**, v. 28, n.1, p. 887-896, 2010.

SOUZA, Z.M.; MARQUEZ, J.; COOPER, M.; PEREIRA, G.T. Micromorfologia do solo e sua relação com atributos físicos e hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, p.487-492, 2006.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.129-136, 2009.

SUZUKI, L.E.A.S.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; LIMA, C.L.R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1159-1167, 2007.

TABOADA, M.A. Efectos del pastoreo y pisoteo animal sobre las propiedades físicas de suelos. In: JORAJURÍA COLLAZO, D. (Org.). **Reología del suelo agrícola bajo tráfico: modificaciones físico-mecánicas del suelo vinculadas a la compactación debida al tráfico agrario**. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2005. p.131-43.

TAVARES FILHO, J; TESSIER, D. Compressibility of oxisol aggregates under no-till in response to soil water potential. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1525-1533, 2009.

TAVARES, J.; TESSIER, D. Effects of different management systems on porosity of oxisols in Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.899-906, 2010.

TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M.; PARKER, J.J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, v.102, p.18-22, 1966.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F. Estabelecimento da lavoura de soja. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (org.) **Soja: manejo para altas produtividades de grãos**. 1ª Ed. Porto Alegre, 2010. p.127-140,

TOGNON, A.A. **Propriedades físico-hídricas do Latossolo Roxo da região de Guairá-SP sob diferentes sistemas de cultivo**. 1991. 85 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1991.

VIEIRA, H.A. **Comportamento de quatro infiltrômetros na determinação da velocidade de infiltração básica d'água no solo**. 1977, 52 f. Dissertação Mestrado. Viçosa: UFV. 1977.

VITTI, G.C.; TREVISAN, W. Manejo de macro e micronutrientes para altas produtividade da soja. Piracicaba: POTAFOS, **Informações Agronômicas**, v.1, n.90, p.1-16, 2000.

WARDLE, D.A. Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. **Advances Ecological Research**, New York, v.26, p.105-182, 1995.

WINK, R.F.; OLIVEIRA, M.R.; ALMEIDA, A.P.; TROMBETA, I.A.; ANTONIOLLI, Z.I. 1985. Identificação da flora fúngica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **ABRATES**, 1985. v.19, n.3 p.1-12.

YORINORI, J.T. **Evolução da ocorrência e da severidade da podridão vermelha da raiz da soja (PVR/SDS) e reação das cultivares comerciais à doença**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22., 2000, Cuiabá. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2000. p. 94. (Embrapa Soja. Documentos, 144).

## ANEXOS

### ANEXO 1 - Resumo da análise de variância da patologia de sementes de soja, avaliadas em duas safras agrícolas, obtidas na região de Ponte Serrada SC.

Causas de variação	Safras		
		2014/2015	2015/2016
	GL	QM	QM
Blocos	7	13,9ns	71,2**
Sistema	3	13,9ns	25,1ns
Resíduo a	21	13,9ns	24,8ns
CV %		21,2	12,0
Sintoma	1	14,0	65,5
Sistema x Sintoma	3	14,2	18,5
Resíduo b	28	14,2	30,3
CV%		21,3	12,3
Causador	6	13,8	77,7
Causador x Sistema	18	13,9	23,4
Causador x Sintoma	6	14,0	88,5**
Causador x Sistema x Sintoma	17	14,7	18,0
Resíduo c	329	14,2	37,2
CV%		21,4	14,7
Média		17,6	41,4

\*\* Diferença significativa a 5%

\*\*\*Diferença significativa a 1%

ns Não significativo

Fonte: produção da própria autora.

## ANEXO 2 - Resumo da análise de variância dos caracteres morfométricos e componentes do rendimento de soja, na safra 2014/2015 e na safra 2015/2016.

Safra 2014/2015								
F.V.	GL	AP	DHP	NRP	NNP	NVP	NSP	MMS
blocos	9	132ns	0.3 ns	1.1 ns	2.4 ***	78.11 ns	336.7 ns	775.2 **
Sistema	3	2108**	24.8 ***	44.6 ***	67.8 ***	4098.61 ***	9889.3 ***	31295.1 ***
Resíduo a	27	171.1	131.0	0.6 ns	2.2	213.33 ns	463.3	1442.4 **
parcelas	39	13199	2.3	1.7	7.3	1400.7	1159.1	3584.8
CV% parcela		14.54	7.47	24.62	5.08	8.99	15.68	7.55
mancha	1	453.3ns	0.4 ns	0.7 ns	0.0 ns	48.65 ns	803.7 ns	509.8 ns
sistema * mancha	3	5029.5**	0.6 ns	2.4 ***	1.2 ns	1.5 ns	6.4 ns	248.7 ns
Resíduo b	36	28.4	3.6	2.3 ns	2.4 ns	29.67 ns	595.2 ns	1140.1
sub parcela	79	996.4	0.7	3.1	4.1	272.64	734.5	1824.8
CV% sub parcela		5.93	6.95	19.65	4.78	11.12	14.83	7.97
sintoma	1	28.69ns	2.2 ***	0.3 ns	9.3 ***	66.69 ns	902.5 ns	5947.3 **
sistema * mancha * sintoma	3	1609.8ns	0.6 ns	1.4 ns	0.9 ns	5.15 ns	78.4 ns	146.1 ns
sistema * sintoma	3	0	0.4 ns	0.9 ns	0.0 ns	24.39 ns	269.6 ns	738.3 ns
mancha * sintoma	1	0	0.1 ns	0.0 ns	0.0 ns	6.84 ns	168.5 ns	37.4 ns
Resíduo c	36	51.24	2.6 ***	4.9 ns	7.4	80.82	1169.7	3367.4 ns
sub sub parcela	159	2511.2	131.0	274.2	382.4	23912.9	76959.3	76959.3
CV% sub sub parcela		7.95	7.73	29.13	5.86	18.36	16.82	12.13
<b>média</b>		<b>89.94</b>	<b>7.7</b>	<b>3.3</b>	<b>17.8</b>	<b>66.69</b>	<b>103.7</b>	<b>361.1</b>
Safra 2015/2016								
F.V.	GL	AP	DHP	NRP	NNP	NVP	NSP	MMS
blocos	9	0.0018ns	0.3 ns	0.7 ns	1.9 ns	88.9 ns	800.9 ns	170.9 ns
Sistema	3	0.07**	31.8 ***	27.5 ***	21.6 ***	8904.7 ***	60546.7 ***	14902.5 ***
Resíduo a	27	0.01	0.4 ns	0.3 ns	0.8 ns	79.4 ns	512.2 ns	213.3 ns
parcelas	39	0.055	3.5	2.5	3.8	815.4	5920.0	1400.7
CV% parcela		4.15	8.99	22.41	5.84	20.75	20.39	8.99
mancha	1	0.014**	0.7 ns	0.0 ns	0.0 ns	25.9 ns	49.3 ns	180.3 ns
sistema * mancha	3	0.003	0.6 ns	0.4 ns	2.9 ***	314.3 ns	1779.4 ***	22.3 ns
Resíduo b	36	0.00026	0.3 ns	0.2 ns	0.4 ns	45.9 ns	314.3 ns	230.6 ns
sub parcela	79	0.0089	2.0	1.5	2.6	476.6	3382.2	782.0
CV% sub parcela		2.09	7.58	18.14	4.3	15.79	15.97	9.35
sintoma	1	0.0017ns	2.2 *	0.1 ns	1.5 ns	538.4 **	2944.4 **	7319.8 ***
sistema * mancha * sintoma	3	0.0044**	0.3 ns	0.3 ns	1.5 ns	165.3 ns	944.3 ns	116.6 ns
sistema * sintoma	3	0.0018ns	1.0 ns	1.2 **	1.6 ns	116.6 ns	582.6 ns	225.7 ns
mancha * sintoma	1	0.0008ns	1.1 ns	1.5 **	0.0 ns	177.0 ns	2092.5 ns	6.9 ns
Resíduo c	36	0.0007	0.6 ns	0.3 ns	1.1 ns	91.2 ns	703.8 ns	185.7 ns
sub sub parcela	159	0.034	184.6	138.2	241.1	41325.4	292342.1	80227.2
CV% sub sub parcela		3.46	10.88	21.80	7.05	22.24	23.90	8.39
<b>média</b>		<b>77.3</b>	<b>7.1</b>	<b>2.6</b>	<b>15.0</b>	<b>42.9</b>	<b>111.0</b>	<b>185.7</b>

<sup>1/</sup> Abreviaturas: AP= Altura de plantas, DHP=Diâmetro de haste principal das plantas, NRP= número de ramos por planta, NNP= número de nós por planta, NVP =número de vagens por planta, NSP= número de semente por planta, MMS=massa de mil sementes.

\*\* Diferença significativa a 5% pelo teste F; \*\*\*Diferença significativa a 1% pelo teste F.

Fonte: produção da própria autora

**ANEXO 3** – Resumo da análise de variância do rendimento de sementes (RS) obtidas em duas safras agrícolas, na região de Ponte Serrada-SC.

		RS <sup>71</sup>	
F.V.	GL	Safr 2014/2015	Safr 2015/2016
Blocos	9	280094,01 **	241458,8ns
Sistema	3	4494100,84**	13387672,7**
Resíduo a	27	789663,52	149956,03
Parcela	39	547915,88	1373981,65
CV% parcela		17,21	20,12408
reboleira	1	590004,10 **	46029,44ns
sistema * reboleira	3	52498,01 **	102443,73ns
Resíduo b	36	324303,96	11105945,36
subparcela	79	449308,6	765494,46
CV% sub parcela		16,42	19,36274
Sintoma	1	1647710,46**	3561344,33**
sistema * reboleira *			
sintoma	3	63895,94 ns	173414,56ns
sistema * sintoma	3	51295,56 ns	77870,3ns
reboleira * sintoma	1	15023,38ns	512139,53**
Residuo c	36	66880,69	107628,27
sub-subparcela	159	26882,23	450188,72
CV% sub subparcela		23,49	22,17
<b>Média</b>		1832,5 kg ha <sup>-1</sup>	1924,3 kg ha <sup>-1</sup>

<sup>71</sup> Abreviaturas: RS=rendimento semente

Fonte: produção da própria autora

## ANEXO 4A - Análise de variância dos componentes físicos do solo obtidos em duas safras (2014/2015 e 2015/2016) na região de Ponte Serrada- SC.

Safr 2014/2015							
F.V.	GL	RP	DS	UCC	UCC Arg	PT	Bio
bloços	9	1.84E+05	3.70E-02	0.020794	0.4157	0.0109667	0.0078189
Sistema	3	6977239****	0.66044****	0.049877**	1.5274	0.0102949	0.0102315
Resíduo a	27	257337	0.02869	0.013592	0.6507	0.017627	0.0073031
CV% parcela		35.9	14.3	20.70	93.30	20.40	128.3
mancha	1	243525	0.0014	0.036015	0.6324**	0.0230104	0.0002604
sistema * mancha	3	1261282	0.08219**	0.031473**	7.2231****	0.0292549**	0.0008804
Resíduo b	36	6436493	0.01881	0.010586	0.1432	0.0095493	0.0075504
CV% sub parcela		29.9	11.5	18.3	43.8	15	130.4
Profundidade	2	43620638****	0.10266****	0.016255	0.0337	0.0216054	0.0166888
sistema * profundidade	6	3019077****	0.01631**	0.009343	0.467****	0.0097599	0.0072849
mancha * profundidade	2	275256	5.50E-03	0.018454	0.1576****	0.0074054	0.0004929
sistema *mancha*profundidade	6	465684	0.02713***	0.009157	0.111**	0.0045532	0.0011146
Resíduo c	144	10772296	0.00718	0.006107	0.0483	0.0078692	0.0056058
média		19.4	7.1	13.90	25.40	13.60	112.4
Safr 2015/2016							
F.V.	GL	RP	Ds	UCC	UCC Arg	PT	Bio
bloços	9	1951070	3.31E-02	0.02206	9 0.20052	9 0.15705	0.023783
Sistema	3	71369857****	1.11412****	0.93441****	3 2.78775****	3 3.11758****	0.028082
Resíduo a	27	2822604	0.12458	0.07874	27 2.33582	27 2.48746	0.025899
CV% parcela		102.4	24.8	102.20	126.60	84.90	285.50
mancha	1	4.47E+05	0.00121	5.80E-02	1 0.04732	1 0.00737	1.46E-02
sistema * mancha	3	1398723	0.48935***	0.48688****	3 1.37124****	3 1.50970****	0.025
Resíduo b	36	3134606	8.76E-02	0.052	36 1.98379	36 2.26011	0.026348
CV% sub parcela		107.9	20.8	82.2	101.1	70.1	287.9
Profundidade	2	62361033****	9.14E-02	1.82E-02	2 0.01960	2 0.06831	4.33E-02
sistema * profundidade	6	25196445**	0.03736	0.01695	6 0.07437	6 0.12450	0.025413
mancha * profundidade	2	4951008	0.06651	0.02334	2 0.10964	2 0.11479	0.025138
sistema *mancha*profundidade	6	15822680	0.02993	0.03465	6 0.16406	6 0.16289	0.021231
Resíduo c	144	233882298	0.03378	0.02047	144 2.60652	144 2.80997	0.024546
CV% sub sub parcela		77.7	2.49	51.60	57.90	39.10	277.90
média		1640	1.42	0.3	0.2	0.4	0.1

<sup>1/</sup> Abreviaturas: RP=resistência a penetração, DS=densidade do solo, UCC= umidade na capacidade de campo, UCC Arg =umidade na capacidade de campo solo argiloso, PT =porosidade total; Bio=bioporos, Micro=microporos, Macro=macroporos, Porsa=porosidade de saturação, Vol =volume de partícula, Umid=umidade, APD=água prontamente disponível

\*\* Diferença significativa a 5%; \*\*\*Diferença significativa a 1%; e \*\*\*\*< 1% Diferença significativa pelo teste F.

Fonte: produção da própria autora

## ANEXO 4B - Análise de variância dos componentes físicos do solo obtidos em duas safras (2014/2015 e 2015/2016) na região de Ponte Serrada- SC.

Safrá 2014/2015							
F.V.	GL	Micro	Macro	Porsa	vol	umi	APD
blocos	9	0.020794	0.042245	0.013342	0.007328	0.016162	0.0025176
Sistema	3	0.049877**	0.235912**	4.54E-02	2.21E-02	2.77E-02	0.0169049***
Resíduo a	27	0.013592	0.057532	0.017778	0.011748	0.015545	0.0024441
CV% parcela		20.70	202.10	84.3	30.2	24.9	119.5
mancha	1	0.036015**	0.125127	0.06767	0.029482	0.12927****	0.0085204
sistema * mancha	3	0.031473**	0.125201	0.009377	0.037596***	0.022643	0.0116426**
Resíduo b	36	0.010586	0.058585	0.016602	0.008229	0.007938	0.0026936
CV% sub parcela		18.3	204	81.5	25.3	17.8	125.4
Profundidade	2	0.016255	0.040545	2.30E-02	0.018305**	6.59E-03	2.00E-03
sistema * profundidade	6	0.009343	0.058434	1.30E-02	8.43E-03	5.94E-03	3.03E-03
mancha * profundidade	2	0.018454	0.025743	0.000912	0.000607	0.009287	0.0003304
sistema * mancha*profundidade	6	0.009157	0.029427	0.001945**	0.006339	0.014582	0.0035843
Resíduo c	144	0.006107	0.070251	0.008315	0.005896	0.005847	0.0024104
<b>média</b>		<b>13.90</b>	<b>223.40</b>	<b>57.7</b>	<b>21.4</b>	<b>15.2</b>	<b>118.7</b>
Safrá 2015/2016							
F.V.	GL	Micro	Macro	Porsa	vol	umi	APD
blocos	9	2.20E-02	2.38E-03	0.0026537	0.0017612	1.67E-02	0.02767
Sistema	3	0.93256 1****	0.0070682	0.0105494**	0.0023326	0.81044****	0.9965****
Resíduo a	27	0.07887	0.0036105	0.0025343	0.0014629	0.0322	0.07318
CV% parcela		101.20	71.40	30.3	112.9	66.10	40.8
mancha	1	0.05704	0.0097538	0.0308267**	0.0009204	0.7238****	0.00187
sistema * mancha	3	0.48608****	0.0002915	0.0005456	0.0036582	0.52911****	0.46744****
Resíduo b	36	0.05186	3.94E-03	0.0041982	0.0029775	2.38E-02	0.07863
CV% sub parcela		82.1	74.6	39	161.1	56.8	42.3
Profundidade	2	0.01847	0.0086412**	0.0076212**	0.000965	2.21E-02	0.00841
sistema * profundidade	6	0.01705	0.003334	0.004182**	0.0014306	0.01329	0.01252
mancha * profundidade	2	2.28E-02	0.0033913	0.0047904	0.0010467	0.00685	0.0403
sistema * mancha*profundidade	6	0.03481	0.003614	0.0020193	0.0014644	0.00768	0.03647
Resíduo c	144	0.02047	0.0020813	0.0016058	0.0015422	0.01249	0.02944
CV% sub sub parcela		51.60	54.20	24.1	115.9	41.20	25.9
<b>média</b>		<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.033</b>	<b>0.3</b>	<b>0.7</b>

<sup>1/1</sup> Abreviaturas: RP=resistência a penetração, DS=densidade do solo, UCC= umidade na capacidade de campo, UCC Arg =umidade na capacidade de campo solo argiloso, PT =porosidade total;

Bio=bioporos, Micro=microporos, Macro=macroporos, Porsa=porosidade de saturação, Vol =volume de partícula, Umid=umidade, APD=água prontamente disponível

\*\* Diferença significativa a 5%; \*\*\*Diferença significativa a 1%; e \*\*\*\*< 1% Diferença significativa pelo teste F.

Fonte: produção da própria autora

## ANEXO 5A - Resumo da análise de variância dos caracteres químicos do solo, de quatros sistemas de cultivo de soja, obtidos, em duas safras agrícolas nas safras 2014/2015 e 2015/2016, na região de Ponte Serrada - SC

Safr 2014/2015						
F.V.	GL	Argila	pH	SMP	P	K
blocos	1	3.00	0.1913	0.0347	143.035	15639.7
Sistema	3	376.28	4.4023	4.4707	40.736	27362.3
Resíduo a	3	824.06	2.0062	1.271	93.835	25174.5
CV% parcela		89.20	27.0000	21.20	90.20	111.50
mancha	1	168.75	0.0032	0.1463	123.515	8932.6
sistema * mancha	3	41.92	0.2186	0.342	53.123	5671.1
Resíduo b	4	186.87	0.3756	0.4625	127.882	4900.3
CV% subparcela		42.50	11.7000	12.8	105.3	49.2
Profundidade	2	56.77**	0.3095**	0.3943***	256.666***	5631.9
sistema * profundidade	6	13.05	0.0437	0.0613	48.487	1992.6
mancha * profundidade	2	1.69	0.0607	0.1259	3.849	3635
sistema *mancha*profundidade	6	11.85	0.2035**	0.1757**	19.611	8061.5**
Resíduo c	16	10.52	0.0503	0.0596	29.511	2700
CV% sub-subparcela		10.10	4.3000	4.60	50.60	36.50
<b>média</b>		<b>32.16</b>	<b>5.2300</b>	<b>5.3</b>	<b>10.7</b>	<b>142.3</b>
Safr 2015/2016						
F.V.	GL	Argila	pH	SMP	P	K
blocos	1	3.52	0.2214	0.16685	374.34	22130.2
Sistema	3	348.19	2.0189	1.2663	118.56	29659.8
Resíduo a	3	306.74	2.8523	2.41324	243.39	19995.2
CV% parcela		47.90	31.5000	30.10	111.00	92.90
mancha	1	58.52	0.0040	0.005	60.96	7202.8
sistema * mancha	3	60.19	0.7833	0.80026	212.41	1771.9
Resíduo b	4	165.94	1.1429	0.83402	218.28	7759.9
CV% subparcela		35.20	20.0000	17.7	1.5.2	57
Profundidade	2	11.31	0.49786**	0.74019**	495.21**	14479.6**
sistema * profundidade	6	42.06	0.1577	0.11004	85.5	3002.1**
mancha * profundidade	2	32.52	0.3350	0.45426***	202.62	4070.9**
sistema *mancha*profundidade	6	33.60	0.32594**	0.28812***	90.53	6632**
Resíduo c	16	36.19	0.0986	0.06292	112.47	953.3
CV% sub-subparcela		16.50	5.9000	4.90	75.50	20.30
<b>média</b>		<b>36.56</b>	<b>5.3500</b>	<b>5.2</b>	<b>14.0</b>	<b>152.2</b>

<sup>/1</sup> Abreviaturas: Argila =argila, pH= acidez ativa, SMP= tampão SMP, P= fósforo, K= potássio, MO=matéria orgânica, Al=alumínio, Ca= cálcio, Mg=magnésio, H+ Al=acidez potencial.

\*\*\*\*< 1%; \*\*\*1% e \*\*Diferença significativa a 5% pelo teste F; ns,

Não significativo.

Fonte: produção da própria autora

## ANEXO 5B - Resumo da análise de variância dos caracteres químicos do solo, de quatros sistemas de cultivo de soja, obtidos, em duas safras agrícolas nas safras 2014/2015 e 2015/2016, na região de Ponte Serrada - SC

Safrá 2014/2015						
F.V.	GL	MO	Al	Ca	Mg	H+Al
blocos	1	2.8896	7.396	43.202	0.0124	184.00
Sistema	3	4.2861	39.075**	98.371	8.0222	1246.63
Resíduo a	3	3.9666	2.969	108.289	10.0363	213.52
CV% parcela		49.10	131.90	125.3	93.7	109.00
mancha	1	1.1302	5.552	3.798	0.0579	282.64
sistema * mancha	3	0.8095	4.404	2.025	0.7137	252.15
Resíduo b	4	1.2706	3.058	13.828	1.3984	182.97
CV% subparcela		27.8	133.8	44.8	35	100.90
Profundidade	2	1.724**	2.634	8.578**	1.8726**	85.92
sistema * profundidade	6	0.1546	1.007	1.674	0.4071	29.91
mancha * profundidade	2	0.1752	0.756	1.121	0.2741	22.81
sistema *mancha*profundidade	6	0.2221	1.017	6.747**	0.9983	16.04
Resíduo c	16	0.1916	1.005	1.981	0.5037	25.46
CV% sub-subparcela		10.80	76.70	16.9	21	37.60
<b>média</b>		<b>4.1</b>	<b>1.3</b>	<b>8.3</b>	<b>3.38</b>	<b>13.41</b>
Safrá 2015/2016						
F.V.	GL	MO	Al	Ca	Mg	H+Al
blocos	1	0.72352	0.2655	13.977	1.4679	1.38
Sistema	3	2.31606	18.6743	75.096	4.4206	405.39
Resíduo a	3	1.58833	8.4564	90.821	7.136	466.94
CV% parcela		23.20	189.90	109.30	80.40	139.90
mancha	1	0.00073	0.8614	1.262	1.1122	11.83
sistema * mancha	3	0.86449	9.1148	24.804	1.7423	196.68
Resíduo b	4	1.65688	7.5769	39.163	3.1303	337.51
CV% subparcela		23.7	179.7	71.8	53.3	118.90
Profundidade	2	2.30135***	10.9977**	38.168***	2.6451***	274.97**
sistema * profundidade	6	0.74183.	4.3479	6.66	0.6417	59.18
mancha * profundidade	2	1.31858**	1.4969	20.439**	1.2828**	160.14
sistema *mancha*profundidade	6	0.54652	1.8576	11.137**	1.1547**	62.62
Resíduo c	16	0.29182	2.2254	3.291	0.3073	58.94
CV% sub-subparcela		9.90	97.40	20.80	16.70	49.70
<b>média</b>		<b>5.4</b>	<b>1.5</b>	<b>8.7</b>	<b>3.3</b>	<b>15.44</b>

<sup>†1</sup> Abreviaturas: Argila =argila, pH= acidez ativa, SMP= tampão SMP, P= fósforo, K= potássio, MO=matéria orgânica, Al=alumínio, Ca= cálcio, Mg=magnésio, H+ Al=acidez potencial.

\*\*\*\*< 1%; \*\*\*1% e \*\*Diferença significativa a 5% pelo teste F; ns, Não significativo.

Fonte: produção da própria autora

## ANEXO 5C - Resumo da análise de variância dos caracteres químicos do solo, de quatros sistemas de cultivo de soja, obtidos, em duas safras agrícolas nas safras 2014/2015 e 2015/2016, na região de Ponte Serrada - SC

Safr 2014/2015						
F.V.	GL	CTC pH 7.0	Bases%	Al %	Ca/K	Mg/K
blocos	1	55.100	423.7	798.9	1289.7	19.33
Sistema	3	520.220	5210.2	3364.8**	526.89	157.304
Resíduo a	3	217.810	2357.1	308.2	163.82	190.054
CV% parcela		58.000	92.80	129.80	47.90	116.70
mancha	1	370.290	12.6	60.2	0.97	11.188
sistema * mancha	3	212.220	124.2	305.6	692.89	143.609**
Resíduo b	4	152.820	299.3	292.1	105.33	19.974
CV% subparcela		48.500	33.1	126.3	38.4	37.8
Profundidade	2	25.250	615**	468.6	129.1	15.875
sistema * profundidade	6	19.640	107.1	132.1	37.76	5.37
mancha * profundidade	2	11.640	151.9	152.8	156.76	44.803
sistema *mancha*profundidade	6	1.410	369.8**	145.4	190.01	29.316
Resíduo c	16	11.930	128.2	153.5	87.86	16.325
CV% sub-subparcela		13.600	21.60	91.60	35.10	34.20
<b>média</b>		<b>25.460</b>	<b>52.3</b>	<b>13.5</b>	<b>26.7</b>	<b>11.8</b>
Safr 2015/2016						
F.V.	GL	CTC pH 7.0	Bases%	Al %	Ca/K	Mg/K
blocos	1	0.940	105.8	125.03	1294.14	31.407
Sistema	3	120.812	1945.2	1482.35	796.41	173.019
Resíduo a	3	175.225	3388.3	742.33	251.19	135.56
CV% parcela		47.500	116.70	180.70	63.40	113.00
mancha	1	34.053	41.8	183.44	0.01	3.63
sistema * mancha	3	64.339	1305.6	901.11	296.47	29.273
Resíduo b	4	167.805	1180.1	862.79	306.56	54.454
CV% subparcela		46.500	68.9	194.9	70	71.6
Profundidade	2	72.063	1179.5**	1089.21**	18.17***	12.983
sistema * profundidade	6	21.387	212.6	374.01	139***	19.27***
mancha * profundidade	2	47.006	681.9***	136.38	11.67	1.71
sistema *mancha*profundidade	6	32.865	527.5***	231.12	30.45	4.254
Resíduo c	16	35.946	106	209.05	30.51	3.634
CV% sub-subparcela		21.500	20.70	95.90	22.10	18.50
<b>média</b>		<b>27.880</b>	<b>49.9</b>	<b>15.1</b>	<b>25.0</b>	<b>10.3</b>

<sup>/1</sup> Abreviaturas: Argila =argila, pH= acidez ativa, SMP= tampão SMP, P= fósforo, K= potássio, MO=matéria orgânica, Al=alumínio, Ca= cálcio, Mg=magnésio, H+ Al=acidez potencial.

\*\*\*\*< 1%; \*\*\*1% e \*\*Diferença significativa a 5% pelo teste F; ns,

Não significativo.

Fonte: produção da própria autora

## ANEXO 5D - Resumo da análise de variância dos caracteres químicos do solo, de quatros sistemas de cultivo de soja, obtidos, em duas safras agrícolas nas safras 2014/2015 e 2015/2016, na região de Ponte Serrada - SC

Safr 2014/2015						
F.V.	GL	S	Zn	Cu	B	Mn
blocos	1	425.53	3.763	3.534	0.22051	743
Sistema	3	1438.61	38.035	119.911	0.14887	82239**
Resíduo a	3	764.67	52.429	17.831	0.30512	7658
CV% parcela		116.70	184.40	115.90	104.10	123.50
mancha	1	716.53	1.165	12.411	0.45964**	3900
sistema * mancha	3	803.87	4.072	5.474	0.02882	2443
Resíduo b	4	915.01	6.129	10.255	0.05178	2222
CV% subparcela		37.8	63	87	42.9	66.5
Profundidade	2	91.08	31.957**	0.045	0.02231	75
sistema * profundidade	6	120.03	1.946	0.795	0.02396	232
mancha * profundidade	2	44.55	0.381	0.511	0.06141	55
sistema *mancha*profundidade	6	155.88	1.916	0.462	0.04223	97
Resíduo c	16	161.52	2.078	0.476	0.01776	188
CV% sub-subparcela		34.20	36.70	18.90	25.10	19.40
<b>média</b>		<b>11.8</b>	<b>3.9</b>	<b>3.6</b>	<b>0.5</b>	<b>70.87</b>
Safr 2015/2016						
F.V.	GL	S	Zn	Cu	B	Mn
blocos	1	1626.41	208.396	0.027	0.001703	10.1
Sistema	3	1632.36	77.095	60.651	0.126726	26284.1
Resíduo a	3	1358.57	140.123	37.281	0.201259	2134.8
CV% parcela		116.90	225.80	186.80	140.70	111.10
mancha	1	60.49	2.904	2.08	0.225386	12814.4
sistema * mancha	3	880.17	3.664	11.702	0.275137	6035
Resíduo b	4	562.92	5.892	6.834	0.092022	3721.4
CV% subparcela		75.2	46.3	80	95.2	146.6
Profundidade	2	342.29	94.343***	0.613	0.033793	54.5
sistema * profundidade	6	181.24	6.818	2.236	0.09204	302
mancha * profundidade	2	8.63	28.667	2.625	0.093939	602.4
sistema *mancha*profundidade	6	136.65	12.328	0.79	0.051124	711.8
Resíduo c	16	184.7	14.182	1.772	0.050725	827.6
CV% sub-subparcela		43.10	71.80	40.70	70.60	69.10
<b>média</b>		<b>31.5</b>	<b>5.2</b>	<b>3.3</b>	<b>0.3</b>	<b>41.6</b>

<sup>1</sup> Abreviaturas: Argila =argila, pH= acidez ativa, SMP= tampão SMP, P= fósforo, K= potássio, MO=matéria orgânica, Al=alumínio, Ca= cálcio, Mg=magnésio, H+ Al=acidez potencial.

\*\*\*\*< 1%; \*\*\*1% e \*\*Diferença significativa a 5% pelo teste F; ns, Não significativo.

Fonte: produção da própria autora