

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Maicon Andreo Drum

252727

Associação de práticas visando o aprimoramento do sistema plantio direto

PORTO ALEGRE, Setembro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

Associação de práticas visando o aprimoramento do sistema plantio direto

Maicon Andreo Drum

252727

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: José Eloir Denardin (Doutor em Solos e Nutrição de Plantas)

Orientador Acadêmico do Estágio: Christian Bredemeier (Doutor em Agronomia)

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profa Lucia B. Franke Depto de Plantas Forrag. e Agromet. (Coordenadora)

Prof Alexandre Kessler Depto Zootecnia

Prof José Martinelli Depto Fitossanidade

Profa Magnólia da Silva Depto de Horticultura e Silvicultura

Prof Alberto Inda Depto de Solos

Prof Pedro Selbach Depto de Solos

Profa Carla Delatorre Depto de Plantas de Lavoura

Profa Catarine Markus Depto de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, Setembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Faculdade de Agronomia, pela excelência na formação proporcionada.

Ao meu orientador, professor Christian Bredemeier, pelo companheirismo desta e de muitas jornadas, contribuindo em mais uma importante etapa da minha formação. Estendendo este agradecimento aos integrantes do seu grupo de pesquisa, pelos ensinamentos e incentivos na iniciação científica.

À Embrapa Trigo, pela disponibilização de sua estrutura e equipe de trabalho, em especial, ao funcionário Luis, e aos estagiários Lucas e Gabriela, que tornaram possível a execução de todas as atividades.

Ao pesquisador José Eloir Denardin, pela energia contagiante, didática e motivação na transferência do conhecimento.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, em especial à turma 15/1, pelo acolhimento, convivência e parceria durante o curso.

À minha namorada, Cheila, pela compreensão em todos os momentos.

Aos meus primeiros professores da vida, meus pais, Celso e Vanice, e meu irmão, Marcos, pelos ensinamentos fundamentais para chegar até aqui.

A todos vocês, acima citados, deixo o meu muito obrigado!

RESUMO

O Trabalho de Conclusão de Curso foi realizado com base nas atividades desenvolvidas durante o estágio curricular obrigatório. O mesmo foi realizado durante o período de 04 de janeiro a 02 de março de 2018, na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. As atividades foram realizadas na região de Passo Fundo, RS, objetivando acompanhar as atividades de pesquisa desenvolvidas no âmbito do Projeto SPDBrasil, coletando, analisando e interpretando parâmetros físicos e químicos de solo, bem como, acompanhando atividades relativas à difusão e transferência de tecnologias na área de manejo e conservação do solo e da água. Os resultados demonstram que a associação de práticas, de acordo com os preceitos da agricultura conservacionista, preconizados para o sistema plantio direto, promovem melhorias na estrutura do solo.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Taxa de infiltração estável (TIE) avaliada utilizando o infiltrômetro de Cornell, Passo Fundo/RS, 2018	17

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Localização do município de Passo Fundo no Estado do Rio Grande do Sul	9
2. Estrutura conceitual de sistema agrícola produtivo	11
3. Haste sulcadora de ação vertical e profunda	15
4. Parcelas experimentais com alto aporte (a) e baixo aporte (b) de resíduos	16
5. Microtúbulos localizados na parte inferior do Infiltrômetro de Cornell (a) e instalação do equipamento para determinação da taxa de infiltração (b)	17
6. Regulagem de altura do tubo borbulhador (a) e substituição de mangueiras danificadas (b) do infiltrômetro de Cornell	18
7. Curso destinado aos estagiários da Embrapa Trigo	19
8. Dia de Campo Emater, Mormaço/RS	20
9. Dia de Campo Cooperativa C-Vale (a), conjunto de sistemas radiculares (b) e parcelas demonstrativas (c), Cruz Alta/RS	21
10. Equipamento com hastes sulcadoras utilizado para semear os experimentos	21
11. Experimento para avaliar o efeito da gessagem	22
12. Série histórica da produtividade de soja no Brasil	23
13. Série histórica da área plantada com soja e milho no Brasil	24
14. Efeito visual em raízes de soja pela utilização de haste sulcadora de ação profunda (HSP) e de ação rasa (HSR), na linha de semeadura	25

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução	8
2. Caracterização do meio físico e socioeconômico da região de Passo Fundo/RS.....	9
2.1 Aspectos socioeconômicos	9
2.2 Clima e solo	10
3. Caracterização da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA	10
4. Referencial teórico sobre compactação e adensamento do solo em sistemas agrícolas	11
4.1 Sistema agrícola produtivo	11
4.2 Caracterização da compactação e adensamento do solo	12
4.3 Descompactação	14
5. Atividades realizadas	15
5.1 Infiltração de água no solo	15
5.2 Calibração de equipamento	18
5.3 Demarcação de ensaios experimentais	18
5.4 Organização de evento	19
5.5 Participação em eventos	19
5.6 Experimentos didáticos	22
6. Discussão	23
7. Consideração finais	25
Referências Bibliográficas	27
Anexos	30

1. INTRODUÇÃO

Como atividade moderna, o agronegócio brasileiro apresenta magnitude que evidencia o país como potência agrícola mundial. Aliado às condições climáticas favoráveis e ao avanço tecnológico, o agronegócio tornou-se protagonista da economia brasileira. Esse status, em parte, pode ser creditado à expressiva adoção do sistema plantio direto no país, que viabilizou duas safras de grãos por ano agrícola, além de promover a integração lavoura-pecuária na região tropical (DENARDIN et al., 2012).

Atualmente, o sistema plantio direto é definido como um conjunto tecnológico de manejo de solo e de culturas, associado aos preceitos da agricultura conservacionista, capaz de explorar sistemas agrícolas de forma sustentável. Entretanto, evidenciam-se problemas de degradação da fertilidade do solo devido aos preceitos que estão sendo utilizados, diferentemente dos preconizados, estima-se que em apenas 10 milhões de hectares aplica-se os preceitos da agricultura conservacionista minimamente requeridos. Desta forma, em aproximadamente 30 milhões de hectares de lavoura anual no país, não há adoção plena dos preceitos da agricultura conservacionista, o que tem promovido estratificação química e física do solo da camada superficial, induzindo a concentração de raízes superficialmente, resultando em perdas de produtividade por estresse hídrico, mesmo em curtos períodos sem chuva, e favorecendo a erosão, quando da ocorrência de chuvas intensas, demandando aprimoramento, inovação e desenvolvimento de tecnologias. Na busca por soluções aos problemas identificados, bem como para promover a adoção do sistema plantio direto consoante os preceitos da agricultura conservacionista, desenvolveu-se o projeto **“Aprimoramento, inovação e desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias em sistema plantio direto para o agronegócio brasileiro – SPDBrasil”**, com início em abril de 2013 e finalização em março de 2018. Para condução deste projeto, organizou-se um arranjo interinstitucional e multidisciplinar, com complementaridade de competências, contemplando 15 unidades descentralizadas da Embrapa e instituições de ensino, pesquisa, assistência técnica e extensão rural, visando atuar em três níveis de ação: aprimoramento e inovação tecnológica; validação e desenvolvimento de tecnologias; e transferência de conhecimentos e de tecnologias. A estruturação se deu através de cinco planos de ação, sendo que o primeiro trata da gestão do projeto, assegurando alcance das metas projetadas, enquanto que os demais contemplam atividades inter-relacionadas e complementares: gênese da degradação da fertilidade integral do solo; mitigação da degradação da fertilidade integral do solo; validação de tecnologias mitigadoras da degradação da fertilidade integral do solo; e transferência de

conhecimentos e de tecnologias mitigadoras da degradação da fertilidade integral do solo (EMBRAPA, 2018a).

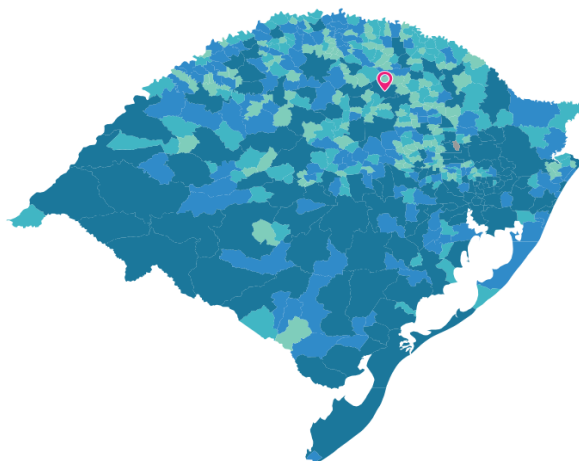
Neste contexto, o estágio curricular obrigatório foi realizado na Embrapa Trigo, unidade localizada no município de Passo Fundo, RS, no período de 04 de janeiro à 02 de março de 2018, totalizando 300 horas. A supervisão de campo foi do pesquisador Dr. José Eloir Denardin, com orientação acadêmica do Prof. Dr. Christian Bredemeier. A programação do estágio objetivou o acompanhamento das atividades de pesquisa desenvolvidas no âmbito do projeto supracitado, coletando, analisando, processando e interpretando parâmetros físicos e químicos de solo e parâmetros fitotécnicos das espécies cultivadas nos ensaios, bem como acompanhando atividades relativas à divulgação, difusão e transferência de tecnologias na área de manejo e conservação do solo e da água.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO DE PASSO FUNDO, RS

2.1. Aspectos socioeconômicos

Localizado na região do Planalto médio do estado do Rio Grande do Sul, o município de Passo Fundo (Figura 1) possui população estimada de 201.767 habitantes. No estado, ocupa a 12^a posição no ranking populacional de municípios e, economicamente, a 13^a (PIB per capita). Historicamente, o setor agropecuário apresenta significativa contribuição para a economia do município, onde destacam-se os cultivos de soja (39,2 mil ha), aveia branca (3 mil ha), milho (2,3 mil ha) e trigo (1,9 mil ha), e a criação de bovinos, suínos e aves (IBGE, 2018).

Figura 1 – Localização do município de Passo Fundo no Estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: IBGE (2018).

2.2 Clima e solo

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido, Cfa, com regime pluviométrico bem distribuído durante o ano e precipitação pluvial normal variando de 1.300 a 1.800 mm ano⁻¹, com maiores valores em maio e junho (NIMER, 1989).

Segundo Streck et al. (2018), os solos predominantes na região são Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd3) e Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (LVaf). De maneira geral, estes solos são profundos e bem drenados, o que confere boa aptidão agrícola, desde que devidamente corrigidos quimicamente.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) foi criada em 26 de abril de 1973 e é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Desde a sua criação, tem o desafio de desenvolver, em conjunto com parceiros do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), um modelo de agricultura e pecuária tropical genuinamente brasileiro, superando as barreiras que limitam a produção de alimentos, fibras e energia no Brasil (EMBRAPA, 2018b).

Dentre as 47 unidades descentralizadas, a Embrapa Trigo está localizada no município de Passo Fundo, RS. O centro de pesquisa foi criado em 28 de outubro de 1974 e possui quadro técnico de 242 colaboradores, sendo 55 pesquisadores, 33 analistas, 63 técnicos e 90 assistentes. Na época de sua criação, havia interesse no estabelecimento de unidades nacionais de pesquisa, dentre elas, a do trigo. Essa unidade seria responsável pela condução direta de trabalhos de geração, adaptação e difusão de tecnologias para esta cultura, mediante concentração multidisciplinar de pesquisadores. Neste contexto, o município de Passo Fundo/RS foi escolhido para sediar a unidade por ser um importante centro tritícola do país (EMBRAPA, 2018c).

Atualmente, a Embrapa Trigo conta com uma estrutura de aproximadamente 9.000 m² de área coberta, partilhados em 15 casas de vegetação, 4 blocos de telados, 10 laboratórios e 1 Banco Ativo de Germoplasma (BAG). Possui dois campos experimentais, sendo um junto à sede do centro de pesquisa, em Passo Fundo/RS, e outro na cidade de Coxilha/RS, além da implantação recente do Núcleo Avançado de Pesquisa em Trigo, em Uberaba/MG. Sua equipe está organizada em três Núcleos de Pesquisa (Melhoramento e Biotecnologia, Manejo e Nutrição de Plantas, e Proteção de Plantas), que promovem a discussão de temas técnicos

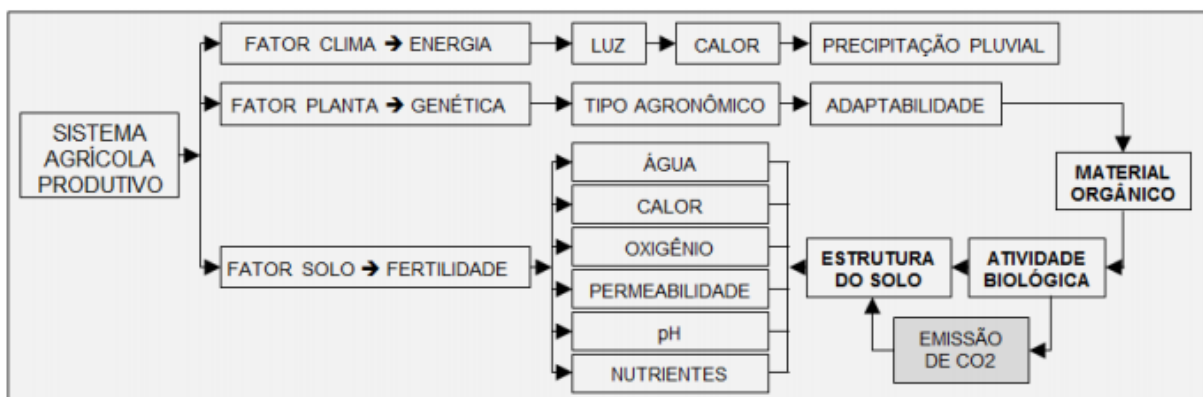
afins às áreas de conhecimento que os compõem, elaboram e conduzem projetos de pesquisa, além de contribuir para o planejamento estratégico de ações.

4. REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE COMPACTAÇÃO E ADENSAMENTO DO SOLO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS

4.1 Sistema Agrícola Produtivo

A interação entre os fatores clima, planta e solo compõem um sistema agrícola produtivo (Figura 2), visto que, na ausência de qualquer um desses fatores ou sem a interação entre eles, não há geração de produto. O modelo de produção, que compreende o arranjo espaço-temporal das espécies vegetais e/ou animais que compõem os sistemas agrícolas produtivos, determina a quantidade e a qualidade do material orgânico aportado ao solo e a frequência com que esse aporte ocorre, atuando diretamente na taxa de decomposição do material orgânico aportado ao solo e, conseqüentemente, a intensidade da atividade biológica do solo. Por sua vez, a atividade biológica define a qualidade da estrutura do solo, o que possibilita diferentes níveis de fertilidade do solo, não apenas pela disponibilidade de nutrientes e reação do solo, mas pela interação entre armazenamento e disponibilidade de água às plantas, armazenamento e difusão de calor, fluxo de ar ou de gases, permeabilidade, reação do solo (pH) e disponibilidade de nutrientes (DENARDIN et al., 2012).

Figura 2 – Estrutura conceitual de sistema agrícola produtivo.



Fonte: DENARDIN et al. (2012).

A estrutura do solo, construída pela interação entre plantas e organismos, emerge da atividade biológica ao decompor o material orgânico aportado ao solo pelas espécies cultivadas (VEZZANI & MIELNICZUK 2009). Para as regiões subtropical e tropical do Brasil, são exigidos aproximadamente 10 t ha⁻¹ de matéria seca por ano para manutenção dos

estoques de matéria orgânica do solo, atendendo à demanda da atividade biológica do solo, mantendo e construindo a fertilidade química, física e biológica (BAYER, 1996).

Com o objetivo de preservar, manter e restaurar ou recuperar os recursos naturais, a agricultura conservacionista é entendida como a agricultura conduzida sob a proteção de um complexo de tecnologias de caráter sistêmico, compreendendo um conjunto de práticas agrícolas considerando o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, devidamente compatibilizados com o uso de insumos externos. Nesse contexto, o “sistema plantio direto” pode ser caracterizado como um complexo que contempla parte dos preceitos da agricultura conservacionista visando à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo mobilização de solo apenas na linha de semeadura, manutenção de resíduos culturais na superfície do solo e diversificação de espécies através de rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas. Posteriormente, a ampliação deste conceito se deu através da redução no intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura subsequente, incorporando, assim, o termo “colher-semeiar”. Este processo é primordial, tanto na manutenção quanto na restauração ou recuperação da fertilidade do solo, devido à ampliação da biodiversidade, diversificando modelos de produção que proporcionam aumento do número de safras por ano agrícola, mantendo cobertura permanente de solo e aportando ao solo material orgânico, atendendo a demanda biológica do solo. (DENARDIN et al., 2005; BAYER & MIELNICZUK, 2008; DENARDIN et al., 2012)

Devido à falta da adoção plena do sistema plantio direto, a estabilidade da produção agrícola é comprometida pela utilização de um modelo de produção com o predomínio da sucessão soja/pousio (vegetado com aveia preta e/ou azevém espontâneos), que dificilmente aportam mais do que 3,5 t/ha/ano de resíduos, sequer cobrindo o solo satisfatoriamente, tornando evidente a progressiva degradação biológica, física e química do solo. Este modelo, denominado “plantio direto”, resulta no aumento da densidade do solo e da resistência do solo à penetração, reduzindo a porosidade e da taxa de infiltração de água no solo, concentrando as raízes na camada superficial do solo e potencializando ocorrência de erosão, além de tornar prematura a expressão de déficit hídrico, por ocasião de pequenas estiagens (DENARDIN et al., 2008).

4.2 Caracterização da compactação e adensamento do solo

Segundo Klein (2014), a estrutura do solo pode ser definida como o arranjo das partículas e a sua aglomeração, formando agregados maiores. Os cultivos afetam a densidade

do solo, resultante da relação existente entre a massa de sólidos e seu volume, alterando a estrutura, arranjo e o volume dos poros.

A degradação da estrutura do solo, promovida pelo emprego de técnicas inadequadas de manejo de solo e de culturas no sistema agrícola produtivo, se expressa através da redução e/ou descontinuidade da porosidade. A mobilização intensa da camada arável durante o preparo de solo fraciona mecanicamente os macroagregados e diminuem sua estabilidade pela elevação da taxa de oxidação da matéria orgânica. Estes processos, associados ao intenso tráfego de máquinas agrícolas na lavoura, promovem aproximação das partículas do solo, resultando no aumento da densidade. Na camada superficial, o encrostamento superficial aumenta a taxa de enxurrada, dificulta a emergência de plântulas e eleva os riscos de erosão. Na camada subsuperficial, esses processos manifestam-se pela presença de uma camada de maior densidade, a qual reduz a capacidade de armazenamento de água, a disponibilidade da água armazenada para as plantas e a taxa de mobilização de água no perfil do solo, limitando o desenvolvimento radicular das plantas (DENARDIN et al., 2011).

Spera et al. (2008) verificou que a calagem pode, em parte, contribuir para a compactação do solo, devido ao aumento na dispersão de microagregados com a aplicação de calcário, pois o efeito foi crescente até à incubação de 50% ($3,8 \text{ t ha}^{-1}$) da dose recomendada para elevar o pH em água a 6,0.

Segundo Meurer (2012), o pH na camada superficial do solo é maior do que o valor de pH em que ocorre o Ponto de Carga Zero (PCZ), valor de pH em que a quantidade de cargas elétricas positivas é igual à quantidade de cargas elétricas negativas. Entretanto, devido à presença da matéria orgânica e à predominância de cátions di e trivalentes, a floculação predomina sobre a dispersão.

Desta forma, aplicações superficiais de doses elevadas de calcário, utilização de equipamentos mal regulados para a operação de calagem ou a falta de critério para determinação da dose, associados ao baixo aporte de resíduos anualmente, promovem a dispersão das partículas, devido à elevação do valor de pH em sítios específicos do solo muito acima do pH em que ocorre o PCZ. Devido à movimentação no perfil do solo, a argila dispersa pode mover-se para camadas subsuperficiais com a água de percolação. Concomitantemente ao adensamento, esta migração promove o entupimento dos poros, resultando em aumento da resistência à penetração e diminuição na porosidade total e na continuidade do sistema poroso do solo, promovendo alterações em sua estrutura (NUNES, 2018).

4.3 Descompactação

A descompactação do solo consiste em práticas que promovam a redução da densidade, através da interação de processos mecânicos e biológicos. O processo mecânico (subsolagem) está fundamentado no princípio de romper a camada compactada utilizando equipamentos que operam em profundidades maiores do que aquelas empregadas no preparo de solo. São indicados para esta operação, preferencialmente, equipamentos com hastes sulcadoras (escarificadores), pela menor intensidade de mobilização de solo e menor superfície de contato entre o implemento e o solo, principalmente no limite inferior da profundidade de trabalho. No processo biológico, a penetração e o rompimento das camadas compactadas se dão pelo desenvolvimento de raízes, desde que possuam sistema radicular vigoroso (plantas com raízes pivotantes, por exemplo) para que, após sua morte e decomposição, obtenha-se macroporos no solo (KOCHHANN et al., 2000).

Desta forma, os processos tornam-se complementares para que a descompactação ocorra com eficiência e persistência, estando associado à adição de material orgânico ao solo, durante o processo de descompactação, e à redução da intensidade de preparo do solo após a intervenção, prevenindo o aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica, desagregação e dispersão do solo.

Nunes et al. (2014) aponta que a utilização de haste sulcadora na semeadora/adubadora, além de aumentar a macroporosidade e a porosidade total do solo e reduzir a densidade e resistência do solo à penetração da camada compactada na linha de semeadura, promoveu diminuição da estratificação química no perfil do solo, principalmente de fósforo e potássio. Também, o ajuste para atuação da haste a 17 cm de profundidade apresentou maior eficiência em mitigar problemas de ordem física e química do solo em plantio direto, persistindo por, pelo menos, 12 meses no solo.

Neste contexto, Drescher et al. (2011) verificou potencial efêmero para mitigar a compactação do solo quando utilizada aração ou escarificação em solo manejado sob Sistema Plantio Direto, onde o conjunto disco e facão que equipava a semeadora para plantio direto mostrou-se mais efetivo, mitigando a compactação do solo e reduzindo o esforço de tração nas operações posteriores.

Avaliando variáveis indicadoras do estado estrutural do solo (densidade, porosidade total e macroporosidade), Drescher et al. (2016) constatou que a duração das alterações após escarificação mecânica foi inferior a uma safra agrícola, enquanto que condutividade hidráulica e taxa de infiltração estável de água no solo apresentaram efeito por até 24 meses.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período do estágio, foram realizadas atividades teóricas, realizando leituras referente à agricultura conservacionista, e práticas a campo, como avaliação e condução de parcelas experimentais e participação em eventos visando a difusão de resultados obtidos pelo projeto “Aprimoramento, inovação e desenvolvimento de conhecimento e tecnologias em sistema plantio direto para o agronegócio brasileiro – SPD Brasil”.

5.1 Infiltração de água no solo

O experimento foi instalado no campo experimental da Embrapa Trigo, localizado no município de Coxilha/RS, no ano de 2013. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela interação entre a ação vegetativa, promovida por três aportes de fitomassa (alto: $>12 \text{ t ha}^{-1}$; médio: 6 t ha^{-1} ; e baixo: 3 t ha^{-1}), e a intervenção mecânica, através de hastes sulcadoras utilizadas na semeadora na semeadura da cultura de verão, utilizando sulcador raso, com atuação máxima de 0,1 m de profundidade, e sulcador estreito, de ação vertical e profunda (Figura 3), adaptado para romper impedimentos de natureza física solo, com atuação superior a 0,15 m de profundidade. Nos cultivos de inverno, todas as parcelas foram semeadas com semeadora equipada exclusivamente com discos duplos defasados. Desta forma, os tratamentos foram intitulados: T1, elevado aporte de fitomassa e sulcador profundo (EASP); T2, médio aporte de fitomassa e sulcador profundo (MASP); T3, baixo aporte de fitomassa e sulcador profundo (BASP); T4, elevado aporte de fitomassa e sulcador raso (EASR); T5, médio aporte de fitomassa e sulcador raso (MASR); e T6, baixo aporte de fitomassa e sulcador raso (BASR).

Figura 3 – Haste sulcadora de ação vertical e profunda.



Foto do autor.

Para adição dos distintos aportes anuais de fitomassa (Figura 4), utilizou-se a rotação de culturas Milho ou Sorgo-Aveia / Soja-Centeio / Milho-trigo / Soja-Centeio, visando valores superiores a 12 t ha^{-1} ; Soja-Aveia / Milho-Trigo / Soja-Aveia / Milho-Trigo, para aproximadamente 6 t ha^{-1} ; e a sucessão Soja-Pousio para 3 t ha^{-1} .

Figura 4 – Parcelas experimentais com alto aporte (a) e baixo aporte (b) de resíduos.



Foto do autor.

O manejo nutricional, em cada safra agrícola e com especificidade para cada espécie cultivada, foi realizado na linha de semeadura, em conformidade com os resultados das análises de fertilidade do solo determinados em amostras de solo coletadas na camada de 0 a 10 cm. O manejo de pragas, doenças e plantas daninhas é realizado de acordo com as indicações técnicas específicas de cada cultura.

A taxa de infiltração foi avaliada durante os meses de janeiro e fevereiro de 2018, com equipamentos portáteis, construídos na Embrapa Trigo, baseado no Infiltrômetro de Cornell, instalados na linha de semeadura da soja. Este equipamento consiste em um reservatório de água de aproximadamente 20 L, contendo, na parte inferior, microtúbulos que simulam um sistema de gotejamento (Figura 5a). Após o seu abastecimento e estabilização do fluxo de água, o infiltrômetro é instalado na parte superior de um cilindro metálico (Figura 5b), que é fixado e nivelado ao solo anteriormente, onde simula-se uma chuva de alta intensidade (300 mm h^{-1}) na parte interna. Assim, o escoamento superficial de água no solo é determinado a partir da coleta do excesso de água através de uma mangueira instalada na parte externa deste anel. A taxa de infiltração é calculada através da diferença, para cada intervalo de tempo avaliado (dois minutos), entre a chuva aplicada e o escoamento.

Figura 5 – Microtúbulos localizados na parte inferior do Infiltrômetro de Cornell (a) e instalação do equipamento para determinação da taxa de infiltração (b).

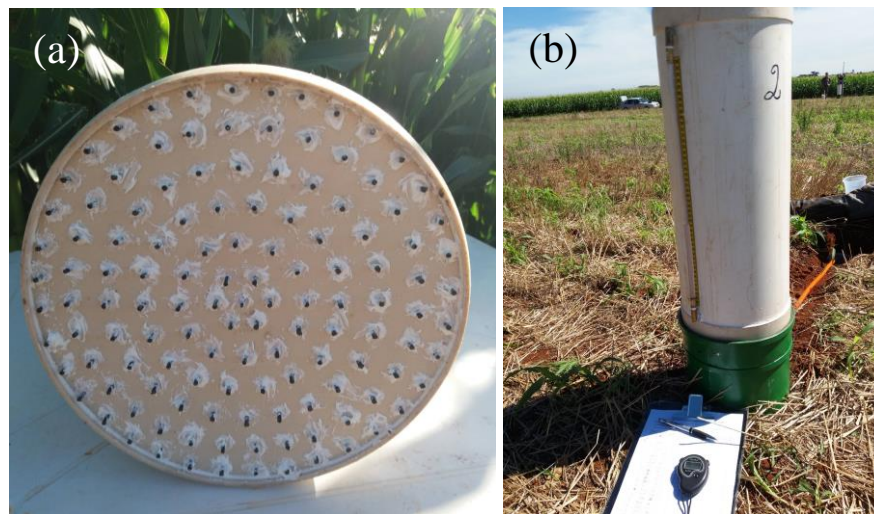


Foto do autor.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F, $p < 0,05$) e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SASM-AGRI (CANTERI et al., 2001).

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram efeitos significativos para os níveis de aporte de resíduos ao solo, associados à utilização de hastes sulcadoras. Menores valores de taxa de infiltração estável foram obtidos para baixo e médio aporte de resíduos utilizando haste sulcadora de ação rasa. Quando utilizado haste sulcadora de ação profunda, obteve-se os maiores valores, independentemente da quantidade aportada.

Tabela 1. Taxa de infiltração estável (TIE) avaliada utilizando o infiltrômetro de Cornell, Passo Fundo/RS, 2018.

Tratamento	TIE (mm h ⁻¹)
T4 – AASR	183 a*
T1 – AASP	176 a
T3 – BASP	125 ab
T2 – MASP	115 abc
T5 – MASR	64 bc
T6 – BASR	47 c
C.V. (%)	33,3

*médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: O Autor

5.2 Calibração de equipamento

No Laboratório de Solos da Embrapa Trigo, realizou-se a calibração dos Infiltrômetros de Cornell, os quais seriam utilizados para determinação da taxa de infiltração estável. Para ajustar a intensidade de chuva desejada, foi necessário realizar a regulagem de altura do tubo borbulhador (Figura 6a), determinante da cota de entrada de ar dentro do equipamento, e a substituição de mangueiras danificadas (Figura 6b), assim como realizar a vedação nas junções, para evitar possíveis locais de entrada de ar.

Figura 6 – Regulagem de altura do tubo borbulhador (a) e substituição de mangueiras danificadas (b) do infiltrômetro de Cornell.

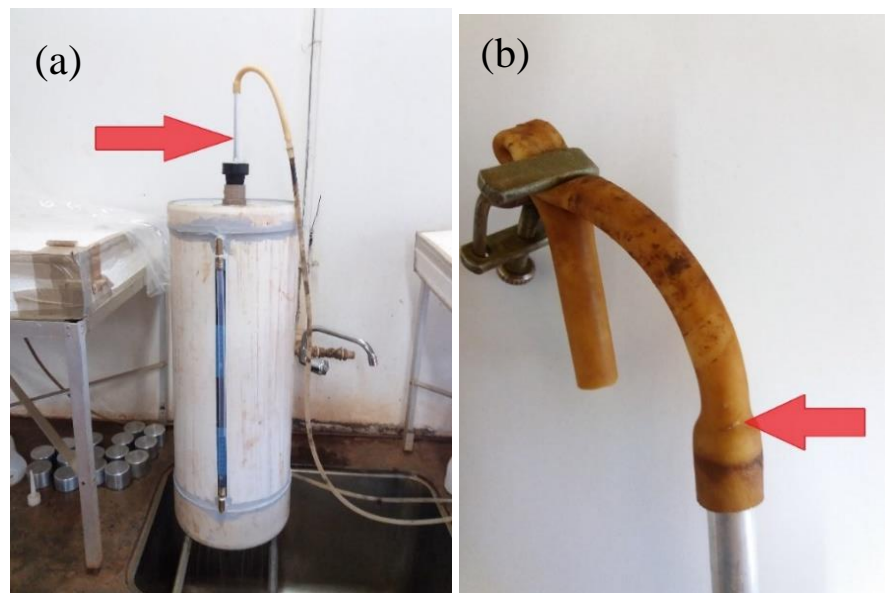


Foto do autor.

5.3 Demarcação de ensaios experimentais

Com o intuito de facilitar e otimizar a implantação dos experimentos, a semeadura é realizada em faixas contínuas e, posteriormente, realiza-se a demarcação das parcelas através de roçada mecânica das plantas, nas ruas e caminhos do experimento e entre parcelas e blocos. Desta forma, durante o período de estágio foram realizadas atividades periódicas de manutenção das parcelas experimentais, tais como: identificação dos marcadores que delimitam os blocos e tratamentos, utilizados desde a implantação do experimento; roçada de plantas da cultura entre parcelas e capina de plantas invasoras.

O monitoramento de pragas e doenças foi realizado por equipe multidisciplinar de funcionários que vistoriavam periodicamente as áreas experimentais da unidade para identificar possíveis ocorrências, bem como realização de tratamentos fitossanitários.

5.4 Organização de evento

Diante ao desafio de idealizar um curso destinado aos estudantes em estágio obrigatório na unidade, como membro da comissão organizadora (ANEXO A), promoveu-se o curso intitulado “Treinamento em Parâmetros Fitotécnicos de Culturas Abordadas pela Pesquisa da Embrapa Trigo”, o qual foi realizado em Passo Fundo/RS, nos dias 29 e 30 de janeiro de 2018, totalizando 08 horas (Figura 7). O evento objetivou contemplar os três núcleos de pesquisa da Embrapa Trigo (Melhoramento e Biotecnologia; Manejo e Nutrição de Plantas; Proteção de Plantas), assim como atender a demanda dos estudantes de Curso Técnico em Agropecuária e acadêmicos do Curso de Agronomia.

As palestras foram ministradas pelos pesquisadores José Pereira da Silva Júnior, Sírio Wietholter, Jane Rodrigues Machado, Mércio L. Strieder, Maria Imaculada Pontes M. Lima e Leandro Vargas. Na comissão organizadora, o representante da unidade foi o Chefe Adjunto de Transferência de Tecnologia da Embrapa Trigo, Jorge Lemainski.

Figura 7 – Curso destinado aos estagiários da Embrapa Trigo.



Foto do autor.

5.5 Participação em eventos

Durante o período de estágio, houve a oportunidade de acompanhamento, junto ao supervisor e demais pesquisadores da unidade, em palestras realizadas em Dias de Campo, onde foram reforçados e detalhados, pela exposição de resultados de pesquisa e da

experiência dos pesquisadores, assuntos no âmbito do projeto em que o estágio estava inserido.

No Dia de Campo promovido pela Emater/RS no município de Mormaço/RS (Figura 8), no dia 16 de fevereiro de 2018, foi abordada a caracterização, origem, riscos, danos e soluções referente a compactação e adensamento em solos agrícolas. Também, com a presença do pesquisador da Área de Mecanização Agrícola, Antônio Faganello, apresentou-se aos participantes a haste sulcadora de ação vertical e profunda, a qual está sendo utilizada nos experimentos de aprimoramento do sistema plantio direto como mecanismo mecânico para o rompimento da camada que impede o desenvolvimento do sistema radicular das culturas em profundidade. Utilizou-se uma semeadora adaptada equipada com esta ferramenta para demonstração.

Figura 8 – Dia de Campo Emater, Mormaço/RS.



Foto do autor.

No Dia de Campo da Cooperativa C-Vale, realizado em Cruz Alta/RS nos dias 27 e 28 de fevereiro de 2018, também foram abordados os fatores associados a compactação e adensamento em solos agrícolas. Porém, utilizou-se para exposição um conjunto de sistemas radiculares de diversas culturas e parcelas demonstrativas (Figura 9), com o cultivo de soja e milho, em quatro tratamentos: semeadura com discos defasados em solo compactado, semeadura com haste sulcadora em solo compactado, semeadura com discos defasados em solo escarificado, e semeadura com utilização de haste sulcadora em solo escarificado.

Figura 9 – Dia de Campo Cooperativa C-Vale (a), conjunto de sistemas radiculares (b) e parcelas demonstrativas (c), Cruz Alta/RS.



Foto do autor.

Por fim, no dia 01 de março de 2018 acompanhou-se a visita técnica de um grupo de produtores, técnicos e agrônomos do Estado da Pensilvânia - USA à Embrapa Trigo, onde foram abordadas a caracterização e as soluções para a compactação e adensamento em solos agrícolas brasileiros. Utilizou-se, para fins de demonstração, a semeadora utilizada na implantação dos experimentos (Figura 10), a qual estava equipada com hastes sulcadoras de ação rasa (<10 cm) e de ação profunda (>15 cm).

Figura 10 – Equipamento com hastes sulcadoras utilizado para semear os experimentos.

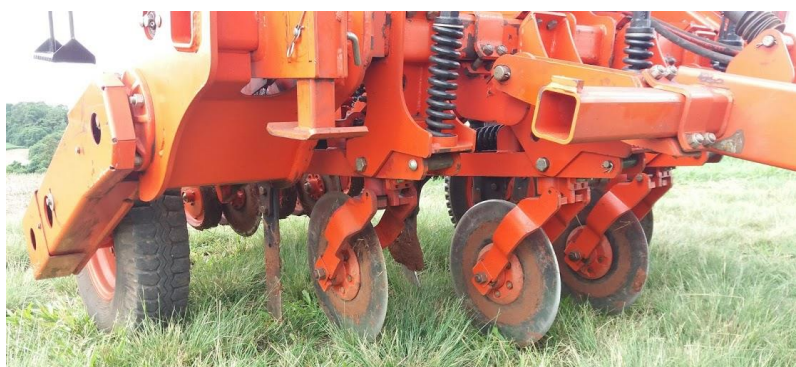


Foto do autor.

5.6 Experimentos didáticos

A problemática apresentada em estudos recentes alerta para efeitos negativos relacionados à utilização de elevadas doses de calcário agrícola, aplicadas superficialmente, em solos manejados com baixo aporte anual de resíduo vegetal. Desta forma, a redução no teor de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo favorece o processo de dispersão de partículas de argila, as quais descem no perfil, depositando-se na parede dos poros (criptoporos), causando o entupimento destes. Com o intuito de tornar visível o efeito da dispersão de argila, realizou-se a incubação de 8 tratamentos com doses crescentes de calcário, que após o período de incubação serão utilizados pelos pesquisadores em palestras e eventos.

Na temática da utilização do gesso agrícola como alternativa para reduzir o estado de compactação do solo através da reestruturação, em razão do seu efeito flocculante e ao aumento da disponibilidade de cálcio e enxofre às plantas, permitindo maior crescimento de raízes quando há carência desses nutrientes no solo e neutralização do alumínio tóxico em profundidade, montou-se um experimento com aplicação incorporada e superficial de doses crescentes de gesso (Figura 11), mantido por sete semanas, em casa de vegetação, recebendo duas irrigações semanais, proporcionalmente ao volume médio semanal de precipitação em Passo Fundo/RS. Para proteção do impacto da gota da chuva da irrigação, utilizou-se, como cobertura do solo, palha de trigo fragmentada. Ao final do experimento, realizou-se a coleta de solo, em duas profundidades, para realização de análise química.

Figura 11 – Experimento para avaliar o efeito da gessagem.

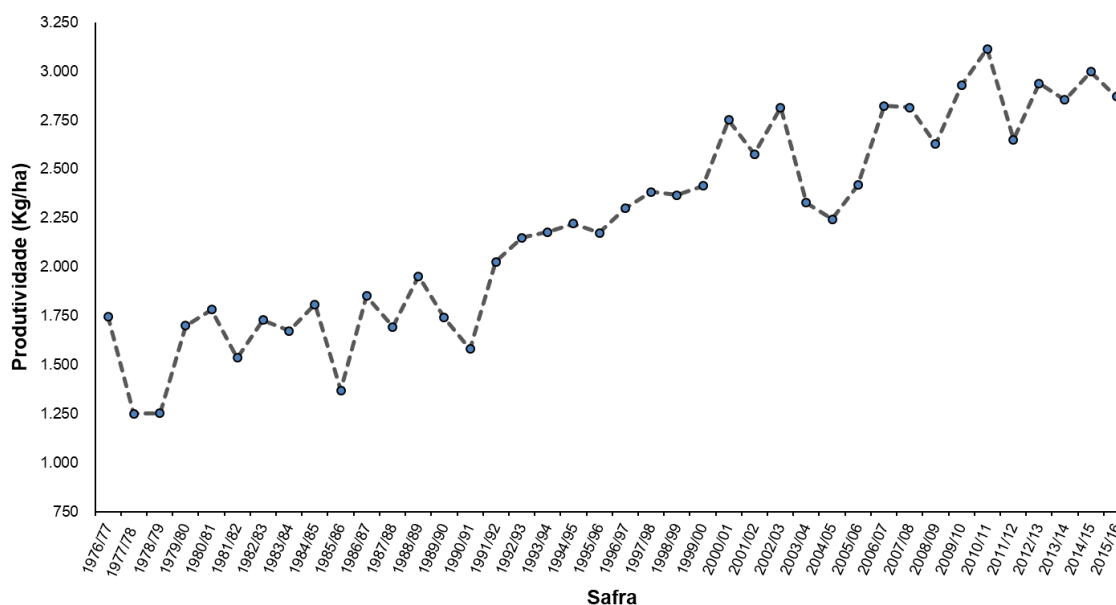


Foto do autor.

6. DISCUSSÃO

De acordo com dados da Conab (2018), verifica-se que a produtividade média nacional da cultura da soja entre as safras 2000/01 e 2015/16 foi de 2.735 kg ha⁻¹. Porém, este valor é inferior aos 2.751 kg ha⁻¹ obtidos na safra 2000/01 (Figura 12), evidenciando a estagnação na produtividade média de soja no Brasil, mesmo diante a tantos avanços tecnológicos nos últimos 16 anos.

Figura 12 – Série histórica da produtividade de soja no Brasil.

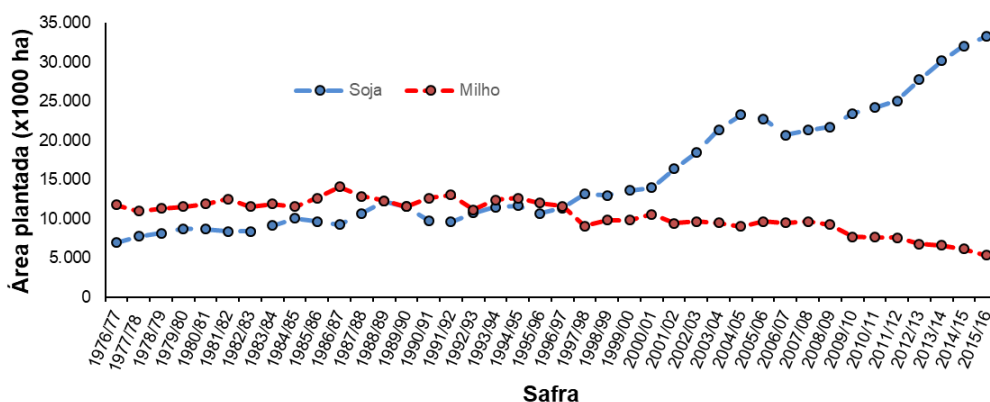


Adaptado de CONAB (2018).

A utilização de modelos de produção inadequados, como o predomínio de monocultivo, promovem a estratificação química e/ou física do solo na camada superficial, limitando os fluxos descendentes e ascendentes de água no perfil, potencializando perdas de produtividade por estresse hídrico mesmo em curtos períodos.

Na Figura 13, é apresentado a série histórica da área plantada com soja e milho (1ª safra) no Brasil (CONAB, 2018). Percebe-se que nacionalmente existe uma redução linear no cultivo de milho, enquanto que a área de cultivo de soja continua expandindo, desde a década de 90, comprometendo a adoção completa à rotação de culturas devido a redução no cultivo de milho, principalmente nos últimos anos.

Figura 13 – Série histórica da área plantada com soja e milho no Brasil.



Adaptado de CONAB (2018).

Segundo Mallmann (2017), métodos pontuais podem superestimar a taxa de infiltração estável devido ao aumento do bulbo de melhoramento do solo, ocasionado por desvios laterais nas linhas de fluxo. Além disso, pela área que estes métodos representam, pode haver subestimação nos valores, resultante da alta variabilidade espacial da infiltração de água no solo. Entretanto, Zwirtes et al. (2013) verificou superestimação nos valores de infiltração de água no solo avaliado pelo infiltrômetro de duplo anel quando comparado ao infiltrômetro de Cornell. A flexibilidade na construção e uso, aliado ao baixo custo dos materiais tornam o infiltrômetro de Cornell vantajoso para utilização a campo (OGDEN et al., 1997), devendo ser utilizado criteriosamente.

Os maiores valores de taxa de infiltração estável obtidos para os diferentes níveis de aporte de resíduos utilizando haste sulcadora de ação profunda (Tabela 1) demonstram que a associação de práticas, envolvendo a interação positiva entre os fatores do sistema agrícola e um modelo de produção adequado, podem promover melhorias na estrutura do solo. A utilização de haste sulcadora de ação profunda apresenta-se efetiva no rompimento de possíveis estratificações físicas no perfil. Entretanto, atentando aos preceitos da agricultura conservacionista, o aporte abundante de resíduos deve ser considerado como prioridade visando à proteção da superfície e a melhoria e estabilidade da estrutura do solo (MIELNICZUK, 1988; SALTON, 2008).

Possivelmente motivados pela praticidade, produtores acabam retirando os mecanismos sulcadores de solo, tipo facão, das semeadoras. Porém, a utilização de facão estreito de ação profunda nas semeadoras possibilitaria o rompimento de camadas compactadas e a deposição profunda dos fertilizantes (maior que 10 cm de profundidade), favorecendo o aprofundamento de raízes (Figura 14).

Figura 14 – Efeito visual em raízes de soja pela utilização de haste sulcadora de ação profunda (HSP) e de ação rasa (HSR), na linha de semeadura.



Foto do autor.

Durante o processo de descompactação de solo, é indispensável estabelecer culturas com alta densidade de plantas, com elevada produção de massa vegetativa e com abundante sistema radicular (KOCHHANN et. al., 2000). Neste contexto, a diversificação de culturas no processo colher-semear, utilizando cereais de verão, é fundamental para prevenir a compactação do solo, assim como deve ser associada à ação mecânica de descompactação, visando aumentar a persistência das ações realizadas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estágio, foi oportunizada a relação entre a teoria adquirida nas salas de aula com a prática requerida pela realidade profissional pertinente à área selecionada. Assim, o raciocínio lógico, a visão integrada, a criatividade e a própria independência na tomada de decisão, tudo isto, sob a devida supervisão, foi essencial para a formação profissional. O estágio oferecido permitiu o aprofundamento nos conhecimentos em agricultura conservacionista e na gestão de modelos de produção e sistemas agrícolas produtivos, oportunizando confirmar e consolidar a vocação profissional.

A agricultura conservacionista, entendida como a agricultura conduzida sob a proteção de um complexo de tecnologias que objetiva preservar, manter e recuperar os recursos naturais, mediante o manejo integrado dos fatores clima, solo e biodiversidade, se constitui em tema de ampla abrangência, o que permite o confronto de conhecimentos teóricos com experiências práticas.

Além do tema abordado, junto ao corpo técnico da Embrapa Trigo houve oportunidade de conviver e compartilhar ideias e informações com profissionais de outras áreas do conhecimento, proporcionando a integração com as diferentes áreas da agronomia.

A transferência de conhecimentos e tecnologias relativas aos conceitos que fundamentam o sistema plantio direto necessita ser enfatizado pelas instituições de pesquisa, assistência técnica e ensino, capacitando os produtores rurais para planejarem e monitorarem o seu maior capital, Solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYER, C. Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos. 1996. 241 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. ver. e atualiz. Porto Alegre: Metrópole, 2008.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.
- CONAB. **Série histórica das safras**. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SANTI, A. Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo. **Revista Plantio Direto**, v. 18, p. 33-34, 2008.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FLORES, C. A.; FERREIRA, T. N.; CASSOL, E. A.; MONDARDO, A.; SCHWARTZ, R. A. Manejo de enxurrada em sistema plantio direto. Porto Alegre: Fórum Estadual de Solo e Água, 2005.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; SILVA JUNIOR, J. P. da; WIETHÖLTER, S. FAGANELLO, A.; SATTTLER, A.; SANTI, A. Sistema plantio direto: evolução e implementação. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da. Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011.
- DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1713-1722, 2011.
- DRESCHER, M. S.; REINERT, D. J.; DENARDIN, J. E.; GUBIANI, P. I.; FAGANELLO, A.; DRESCHER, G. L. Duração das alterações em propriedades físico-hídricas de Latossolo

argiloso decorrentes da escarificação mecânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 2, p. 159-168, 2016.

EMBRAPA (2018a). **Aprimoramento, inovação e desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias em sistema plantio direto para o agronegócio brasileiro – SPDBrasil**.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/busca-de-projetos/-/projeto/203747/aprimoramento-inovacao-e-desenvolvimento-de-conhecimentos-e-tecnologias-em-sistema-plantio-direto-para-o-agronegocio-brasileiro---spdbrazil>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

EMBRAPA (2018b). **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/quem-somos>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

EMBRAPA (2018c). **Apresentação e história**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/apresentacao>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/passos-fundos/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

KLEIN, V. A. Física do solo. 3. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; BERTON, A. L. Compactação e descompactação de solos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000.

MALLMANN, M. S. Infiltração de água no solo condicionada pelo uso de plantas de cobertura. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. 5. ed. Porto alegre: Evangraf, 2012.

MIELNICZUK, J. Desenvolvimento de sistemas de culturas adaptadas à produtividade, conservação e recuperação de solos. In: XXI Congresso Brasileiro de Ciência do solo: A responsabilidade social da ciência do solo. SBCS, 1988.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NUNES, M. R. Estrutura de solos altamente intemperizados cultivados sob sistema plantio direto. 2018. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

NUNES, M. R.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. Efeito de semeadora com haste sulcadora para ação profunda em solo manejado com plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 627-638, 2014.

OGDEN, C. B.; VAN ES, H. M.; SCHINDELBECK, R. R. Miniature rain simulator for field measurement of soil infiltration. **Soil Science Society of America Journal, Madison**, v. 61, n. 4, p. 1041-1043, 1997.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 11-21, 2008.

SPERA, S. T.; DENARDIN, J. E.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; SANTOS, H. P. dos; FIGUEROA, E. A. Dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, p. 2613-2620, 2008.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 3. ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 743-755, 2009.

ZWIRTES, A. L.; SPOHR, R. B.; BARONIO, C. A.; MENEGOL, D. R.; ROSA, G. M. da; MORAES, M. T de. Utilização do infiltrômetro de cornell e dos anéis concêntricos para determinação da infiltração de água em um Latossolo Vermelho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3489-3500, 2013.

ANEXOS

ANEXO A – Certificado de participação na comissão organizadora do Treinamento em Parâmetros Fitotécnicos de Culturas Abordadas pela Pesquisa da Embrapa Trigo.



Treinamento em Parâmetros Fitotécnicos de Culturas Abordadas pela Pesquisa da Embrapa Trigo
 Data: 29 e 30 de janeiro de 2018
 Local: Passo Fundo/RS

Registro nº. 03
 Livro nº. 02
 Página nº. 199 v
 Data: 30/01/2018

Programa

Dia 29/01/2018	
08h	Abertura e início das apresentações
08h15	Aspectos microbiológicos do manejo conservacionista do solo - José Pereira da Silva Júnior
09h15	Fertilidade do solo: Correção da acidez e adubação - Sírio Wietholter
10h15	Intervalo
10h30	Manejo e melhoramento da cultura do milho - Jane Rodrigues Machado
11h30	Considerações finais
12h	Encerramento
Dia 30/01/2018	
08h	Abertura e início das apresentações
08h15	Manejo da cultura da soja e novas cultivares da Embrapa - Mércio L. Strieder
09h15	Gibrela e brusone em cereais de inverno - Maria Imaculada Pontes M Lima
10h15	Intervalo
10h30	Controle de plantas daninhas em sistemas de produção - Leandro Vargas
11h30	Considerações finais
12h	Encerramento