

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CURSO DE
ENGENHARIA AMBIENTAL

JORDANA SAMARA EKERT

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SUBMETIDOS A DIFERENTES
SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO
2017

JORDANA SAMARA EKERT

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SUBMETIDOS A DIFERENTES
SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental, da Coordenação de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Michelle Milanez França.

Coorientador: Prof. Dr. Hernan Vielmo

FRANCISCO BELTRÃO
2017

TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 2
ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SUBMETIDOS A DIFERENTES
SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

por
JORDANA SAMARA EKERT

Monografia apresentada 8:30 horas do 24 de novembro 2017, como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHARIA AMBIENTAL, Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a Michelle Milanez França
UTFPR
Orientadora

Prof. Dr. Hernan Vielmo
UTFPR
Co-Orientador

Prof^a Ediane Cristina Daleffe
UTFPR
Membro da banca examinadora

Prof^a. Dr^a Denise Andreia Szymczak
UTFPR
Coordendora do TCC 2

O termo de aprovação assinado encontra-se na coordenação de Engenharia Ambiental.

LISTA DE SIGLAS

SPD - Sistema Plantio Direto

ILP - Integração Lavoura-Pecuária

MOS - Matéria Orgânica do Solo

C - Carbono

CO - Carbono Orgânico

N - Nitrogênio

P - Fósforo

$\text{NH}_4\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - Sulfato ferroso amoniacal

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ - Dicromato de potássio

H_2SO_4 - Ácido sulfúrico concentrado

N - Normalidade

IAP - Instituto Agrônomo do Paraná

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IHO - Intervalo hídrico ótimo

EMATER - Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural

AMSOP - Associação dos Municípios do Sudoeste do Paraná

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado forças e perseverança para chegar onde cheguei, a minha família por me incentivar e acreditar em meu potencial, em especial ao meu pai José por me ajudar na execução do Trabalho de conclusão de curso, ao meu namorado por me apoiar e me ajudar sempre, a minha amiga Laís por sempre estar ao meu lado com suas palavras e atitudes amiga, ao meu amigo Kelvin por seus conselhos, ajuda e amizade.

Aos meus orientadores, professora Michelle e professor Hernan por me ajudarem desenvolver e executar esse projeto. A professora Ediane por ter aceito ser banca e ajudar o trabalho com suas contribuições.

Aos laboratoristas por terem me dado ajuda e suporte nas análises de laboratório.

RESUMO

EKERT, Jordana S. Comparação entre características do solo em área de Plantio Direto e Integração Lavoura-pecuária. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2016.

A agricultura na região Sul do Brasil vem utilizando, cada vez mais, sistemas de manejo com integração de animais no inverno, visando aumentar a produtividade e renda dos agricultores. Porém, a presença de animais e máquinas agrícolas pode causar modificações na qualidade física do solo. Diante disso foi realizado em estudo sobre degradação de solo no município de Honório Serpa, Sudoeste do estado do Paraná, cujos solos compreendem as ordens de Latossolo, Neossolo e Litossolo. Para comparar os dois sistemas plantio direto (SPD) e o sistema integração lavoura pecuária (ILP) foram analisados três parâmetros, o escoamento superficial, a densidade e a matéria orgânica. No (ILP) a taxa de lotação animal era de 477,91 kg ha⁻¹ e no SPD não havia animais. Em ambos os sistemas a declividade era baixa. Para essas condições não foram verificadas diferenças significativas entre os dois sistemas com relação a capacidade de infiltração, densidade do solo e concentração de matéria orgânica.

Palavras chave: Escoamento Superficial. Densidade. Matéria Orgânica.

ABSTRACT

EKERT, Jordana S. Comparison between soil characteristics in the area of Direct Planting and Crop-Livestock Integration. Course Completion Work (undergraduate) - Bachelor in Environmental Engineering. Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2016.

Agriculture in the southern region of Brazil has been using more and more management systems with integration of animals in the winter, aiming to increase farmers' productivity and income. However, the presence of animals and agricultural machinery can cause changes in the physical quality of the soil. This study was carried out on soil degradation in the municipality of Honório Serpa, Southwest of the state of Paraná, whose soils comprise the orders of Latossolo, Neossolo and Litossolo. In order to compare the two no-till systems (SPD) and the crop husbandry integration system (ILP), three parameters were analyzed: surface runoff, density and organic matter. In the (ILP) the animal stocking rate was 477.91 kg ha⁻¹ and in the SPD there were no animals. In both systems the slope was low. For these conditions, no significant differences were verified between the two systems in terms of infiltration capacity, soil density and organic matter concentration.

Keywords: Surface Flow. Density. Organic matter.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	10
3.1 SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD) E INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA (ILP).....	10
3.2 ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10
3.3 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO	12
3.4 DENSIDADE DO SOLO	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	16
4.2 DETERMINAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	19
4.2.1 Confecção da calha	20
4.2.2 Cálculos para determinação do volume de água por minutos	20
4.2.3 Determinação do escoamento superficial	21
4.3 DETERMINAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA PELO MÉTODO CARBONO ORGÂNICO	25
4.3.1 Materiais e reagentes	25
4.3.2 Preparo das soluções	26
4.3.2.1 <i>Dicromato de potássio 0,4N</i>	26
4.3.2.2 <i>Solução de Sulfato Ferroso amoniacal 0,1N</i>	27
4.3.2.3 <i>Difinilamina (indicador)</i>	27
4.3.3 Procedimento para obtenção de Carbono Orgânico	28
4.3.4 Cálculos do Carbono orgânico e da Matéria Orgânica	30
4.4 DETERMINAÇÃO DE DENSIDADE	30
4.5 ANÁLISES ESTÁTISTICAS	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 ESCOAMENTO SUPERFICIAL	34
5.2 DENSIDADE	36
5.3 MATERIA ORGÂNICA	39
6. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) surgiu na década de 1970 no Brasil com o propósito de diminuir a perda dos solos por erosão, os quais eram muito impactados pelos sistemas de plantio convencional, envolvendo preparo do solo com aração e gradagem. Atualmente, o SPD predomina no cenário da agricultura brasileira, uma vez que seu uso abrange grande parte da área agrícola brasileira. E no Paraná segundo a (FEBRAPDP, 2014) esse tipo de manejo ultrapassa os 90% das propriedades.

O SPD é considerado um manejo conservacionista pelo fato de diminuir a degradação do solo, ajudando os mesmos não perderem suas qualidades físicas, químicas, e biológicas e isso é de grande valia, tendo em vista que muitas lavouras estão degradadas no Brasil, devido ao manejo incorreto do solo.

O manejo integração lavoura-pecuária (ILP) em plantio direto é muito adotado atualmente pelos agricultores. Tendo em vista o crescimento populacional, tem-se o objetivo de aproveitar cada vez mais as áreas onde no verão possuem culturas comerciais e no inverno culturas de pastagens, sendo nestes introduzidos bovinos para produção de leite e engorda, com isso pode-se maximizar a área o ano todo, consequentemente produzindo mais alimento e aumentando a renda familiar.

Na região Sudoeste do Paraná esse manejo é usado principalmente por pequenos produtores rurais. A maioria do pastejo é feito por gado leiteiro, isso porque que a região tem grande crescimento da pecuária leiteira (IPARDES, 2008).

O sistema ILP possivelmente causa impactos no solo como aumento da compactação e densidade, diminuição de matéria orgânica, erosão, entre outros, sendo que esses impactos se correlacionam. O pastejo pode afetar diretamente o plantio direto diminuindo a palhada necessária para conter a erosão do solo.

A degradação dos solos vem aumentando consideravelmente e os impactos causados pelo sistema ILP carecem de mais estudos, por isso se faz relevante analisar alguns parâmetros de solo obtidos nesse sistema, e compara-los com os obtidos no Sistema Plantio.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar dois sistemas de manejo do solo de uma propriedade de agricultura familiar em relação a parâmetros físicos e químicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Identificar em que manejo ocorre maior compactação do solo;
- Identificar qual dos sistemas de manejo possui maior drenagem no perfil;
- Identificar qual o sistema de manejo que possui maior armazenamento de carbono no solo.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD) E INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (ILP)

O Sistema Plantio Direto (SPD) revolucionou a agricultura brasileira, sendo que esse é baseado em um conjunto de tecnologias, com intuito de aumentar a produtividade de culturas, a preservação dos solos e a melhorar a capacidade produtiva do solo. O SPD é fundamentado no não revolvimento, na cobertura permanente do solo e na rotação de culturas. Para evitar uma maior degradação seu uso é de grande valia, uma vez que diminui os impactos causados pela erosão, que carrega junto com a água adubos e outros produtos químicos, os quais poluem e degradam rios e outros mananciais (SALTON; HERNANI; ZANON, 1998).

A integração lavoura-pecuária (ILP) fundamenta-se em plantios consorciados, sequencial ou rotacional, onde são implantados diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia entre outros. O uso da terra é alternado, no tempo e no espaço, entre lavoura e pecuária. É o potencial de sinergismo entre os componentes de pastagem e lavoura que residem muitos dos benefícios da ILP (VILELA *et al.*, 2008).

3.2 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Na semeadura direta onde o solo é mobilizado, o efeito protetor da cobertura vegetal é melhor evidenciando, mesmo que em pouca extensão, portanto em solos em que a cobertura vegetal é parcial os mesmos ficam desprotegidos da ação das gotas das chuvas, e de enxurradas (BERTOL *et al.*, 2007). Essa proteção ocasionada pelos resíduos de vegetais é devido à dissipação de energia cinética das gotas da chuva, fazendo com que a infiltração aumente, e que o selamento superficial e a desagregação das partículas diminuam (COGO; LEVIEN; SCHWARZ, 2003), diminuindo assim a erosão hídrica.

O sistema plantio direto é o método de preparo conservacionista mais eficaz em relação à perda de solo por erosão hídrica pluvial, porém, a respeito da redução

da perda de água no solo, esta apresenta comportamento variável (BERTOL *et al.*, 2007).

Um dos principais processos causadores da erosão hídrica é o escoamento superficial. Primeiro acontece o impacto das gotas que causam a desagregação das partículas de solo, entretanto quem transportará as partículas de solo será o escoamento superficial, o qual levará as partículas até um escoamento concentrado, e dependendo da capacidade de transporte e da carga de sedimentos desses é que ocorrerá deposição ou liberação de sedimentos (PRUSKI; RODRIGUES; SILVA, 2001).

O escoamento superficial está ligado ao grau de compactação dos solos, uma vez que esses são proporcionais. Segundo Lanzanova *et al.* (2007) a compactação causada pelo pisoteio de animais (integração lavoura-pecuária), intenso tráfego de máquinas agrícolas são as principais causas da degradação em áreas cultivadas.

A degradação rápida do solo é resultado de sistemas agrícolas que associam a monocultura contínua ao uso de equipamentos inadequados de preparo do solo. Para diminuir essa degradação tem-se usado forrageiras rústicas do gênero *brachiaria*, como alternativa para aproveitamento de áreas, entretanto com o tempo nem essas conseguem se desenvolver devido ao consumo de massa vegetal pelos animais, e a compactação, deixando a área mais suscetível a erosão (MOREIRA *et al.*, 2005).

Para Albuquerque, Sangoi e Ender (2001) o plantio direto com integração lavoura-pecuária causou impactos no solo, onde se observou a compactação superficial e o aumento da resistência à penetração.

O pisoteio de bovinos causou a compactação do solo na camada superficial de 0 - 5 cm de profundidade quando avaliada pela densidade do solo, entretanto quando foram avaliadas pela macroporosidade do solo e porosidade total do solo essa compactação foi verificada em camadas mais profundas de 0 - 15 e 0 - 20 cm (LANZANOVA *et al.*, 2007).

O pisoteio de animais aumenta a compactação diminuindo a infiltração principalmente nos primeiros 20 cm de solo, sendo que o maior grau de compactação foi observado nos primeiros 10 cm de solo chegando a uma redução de infiltração de 73,3% (MIGUEL; VIEIRA; GREGO, 2009).

Conte *et al.* (2007) verifica-se que a uma profundidade de até 18 cm em áreas com uma intensidade mais elevada de pastejo de 20 cm a 40 cm houve uma maior

resistência a penetração, ou seja, maior compactação o que ocasiona um escoamento superficial mais intenso.

3.3 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

A matéria orgânica é um fator importante para que haja manutenção da micro e mesofauna do solo, sendo composta pelas substâncias mortas, degradadas por microorganismos, as quais são provenientes de excreções de animais e plantas em decomposição. As raízes de plantas não estão na constituição da matéria orgânica, uma vez que essas são vivas (PRIMAVESI, 2002).

Segundo Salton *et al.* (2008) para a existência de macroagregados o aporte de C ao solo, via raízes, é fundamental. Em seu experimento pode observar que em manejo com plantio direto com pastagem a incidência de macroagregados o aumento de C foi de 0,44 Mg/ha ano⁻¹, e no manejo plantio direto com lavoura permanente não foi observado aumento de matéria orgânica. Para Salton *et al.* (2005) o C esta na superfície do solo e no sistema radicular, isso em pastagens, sabendo que o C esta relacionando ao teor de MOS, sabe-se que esse também encontra-se na superfície do solo tendo um decréscimo conforme a profundidade aumenta.

Em sistema de integração pastagem em plantio direto usando gramíneas seguido de soja com intensidade de pastejo moderada de 20 cm e 40 cm comparado com plantio direto sem pastejo, observa-se que os valores de matéria orgânica foram semelhantes, onde se pode observar um aumento no estoque de CO total, CO particulado, N total e N na matéria orgânica, entretanto em sistema de plantio direto com integração lavoura pecuária com intensidade elevada de pastejo de 10 cm foi observado perdas desses componentes a partir do terceiro ano da implantação desse manejo (SOUZA *et al.*, 2009).

Para (NICOLOSO *et al.*, 2008) a quantidade de aporte de C diminuiu conforme aumentou-se a frequência de pastejo em sistema de lavoura-pecuária, sendo que a diminuição na armazenagem de C orgânico foi de 0,05 a 0,27 Mg/ha ano⁻¹. No entanto em sistema onde não ouve pastejo no inverno teve maior aporte de C orgânico apresentando retenção de 0,19 a 0,30 Mg/ha/ano em áreas em que foi cultivado milho no verão.

Em manejo de plantio direto sem pastejo foi verificado o mesmo nível de qualidade biológica que na integração lavoura-pecuária em plantio direto com intensidade moderada de pastejo, não havendo redução de N, P e C, entretanto em pastejo com intensidade elevada 10 cm foi observado redução de N, P e C na biomassa microbiana (SOUZA *et al.*, 2010).

A atividade microbiana e a diversidade funcional da microbiota sofrem alterações negativa em sistema de pastejo mais intensivo de 10 cm, já em sistema de pastejo de intensidade moderado 20 cm e 40 cm observa-se uma maior diversidade funcional da microbiota (CHAVEZ *et al.*, 2011).

Vilela *et al.* (2008) observou que o teor de matéria orgânica aumentou no manejo integração lavoura-pecuária sem a atividade de pisoteio bovino, visto que nessa fase aumentou os MOS e na fase lavoura perene diminuíram. Já no plantio direto de lavoura permanente não foi observado aumento de MOS.

3.4 DENSIDADE DO SOLO

Para caracterização física do solo tem-se usado a densidade como parâmetro de indicação de compactação (PIRES; ROSA; TIMM, 2011).

O tráfego de máquinas agrícolas e o pisoteio de animais na integração Lavoura-pecuária causa pressões no solo, onde se pode observar modificação na densidade, sendo que esses estavam acima de $1,4 \text{ Mg.m}^{-3}$ o que indica degradação física do solo (COLLARES *et al.*, 2011).

Para Kunz *et al.* (2013) o procedimento semeadura direta com pastagem apresentou maiores valores de microporos e densidade e menores de macroporos e porosidade total na camada superficial, quando confrontado aos da semeadura direta sem pastejo.

No plantio direto com pisoteio de animais a uma profundidade de 0 - 5 cm, o pisoteio influenciou no aumento da densidade do solo. Observou-se também que o aumento da densidade do solo acarreta a aumento da microporosidade e redução da macroporosidade (SILVA; REINERT; REICHERT, 2000).

Salton *et al.* (2002) verificaram que no manejo integração Lavoura-pecuária a uma profundidade de 0 - 5 cm, os valores de densidade aumentaram cerca de 60%

da área, porém a uma profundidade de 20 - 25 cm é possível afirmar que o sistema radicular da aveia ocasionou a diminuição da densidade em torno de 50% da área.

Em um estudo feito por Flores *et al.* (2007) verificou-se que a uma profundidade de 0 - 0,5cm havia alterações de um manejo para outro, sendo que em áreas com pastejo a densidade a essa profundidade aumentou e a porosidade total diminuiu, em relação a áreas sem pastejo.

Em áreas com pisoteio de animais foi verificado um aumento da densidade de 15% na camada superficial 0,7 - 5 cm. A macroporosidade teve uma diminuição de 38% enquanto na microporosidade não foi observado diferença significativa (GAGGERO; TREIN; IPPOLITI, 2002).

Observou-se modificação da densidade nas camadas de 0 - 7,5cm de profundidade, com pressão de pastejos de 7cm, 14cm e 21cm, sendo observado um aumento, já para maiores profundidades e pastejos com 28cm não foi observado modificações na qualidade física (PETEAN *et al.*, 2009).

Na camada superficial 0 – 20 cm de profundidade foram observados maiores valores de densidade em integração lavoura-pecuária, comparado a outros manejos como plantio direto, plantio convencional e pastagem contínua (SANTOS *et al.*, 2011).

A intensidade do pastejo influencia o grau de degradação do solo, em pastejos com 7 cm de altura a uma camada superficial de 0 - 7,5 cm de profundidade a densidade ficou mais elevada que densidade crítica, com isso houve uma diminuição na aeração e uma maior resistência a penetração no intervalo hídrico ótimo (IHO) (MOREIRA *et al.*, 2014).

Debiasi e Franchini, (2012) verificaram que na camada superficial a 0 - 5 cm de profundidade, os sistemas sem pastejo com o mesmo intervalo entre a dessecação e a semeadura apresentaram uma maior porosidade total e maior macroporosidade em relação às áreas que tiveram pastejo, sendo que nesse a densidade e a microporosidade apresentaram maiores valores. A resistência a penetração desenvolvia conforme aumentava a pressão do pastejo.

Lanzanova *et al.* (2007) verificou que para uma profundidade de 0 – 5 cm havia diferença na densidade do solo, porém a partir disso não foi mais observado diferença, seu estudo foi realizado com uma intensidade de 200 bovinos por hectares.

No estudo de Carrasai *et al.* (2011) não foram observados efeitos prejudiciais sobre a densidade do solo em áreas com pisoteio de animais no ciclo de pastejo de azevem e sem pisoteio de animais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O presente estudo foi realizado na propriedade do Sr. José Aloisio Ekert, em áreas cultivadas, por mais de 10 anos, em Sistema de Plantio Direto e de Integração Lavoura e Pecuária (26°08'28"S; 52°23'13"W), está localizado na comunidade Linha São Miguel, município de Honório Serpa, Sudoeste do Paraná como apresenta a figura 1.

O clima da região pode ser classificado conforme Köppen como clima Cfb, não apresentando estação seca durante o ano, com geadas frequentes e severas no inverno, sendo representada na figura 2. A região apresenta precipitação pluviométrica média anual de 1986 mm, com uma temperatura média de 17 °C, sendo considerado clima quente e temperado, conforme a figura 3.

Os tipos de solo mais abrangentes no município compreendem as classes Latossolo, Neossolo e Litossolo numa escala de 1:2.000.000 (EMBRAPA/EMATER, 1999) sendo representado pela figura 4.

A área onde está instalado o sistema ILP possui 19,92 ha (199200 m²). Na área, há uma carga bovina de 32 cabeças cujo peso médio está em torno de 250 kg e uma carga ovina de 38 cabeças, com peso médio de 40 kg. Já o manejo SPD possui 28,8 ha (288000 m²).

Os cálculos para obtenção da taxa de lotação animal é feito com a soma dos animais vezes o peso de cada um deles, e então pega-se o peso total e divide-se pela área de pastagem. Esse cálculo é importante por que todos os autores usam essa taxa de lotação, ou seja, é uma unidade muito usual para quantificar a pressão exercida pelos animais.

Para quantificar em kg ha⁻¹ a taxa de lotação animal calculou-se:

Tabela 1: Cálculos para obtenção do peso total de cada tipo de animal.

Número de Animais (cabeça)	Peso (kg)	Peso total (kg)
32 bovinos	250	8000
38 ovinos	40	1520

Fonte: Própria, 2017.

Tabela 2: Cálculos para obtenção do peso total de todos os animais.

Soma de animais (cabeça)	Soma de peso dos animais (kg)	Soma dos pesos totais (kg)
32 + 38	250 + 40	9520

Fonte: própria, 2017.

Tabela 3: Valores da lotação animal.

Peso total dos animais (kg)	Área total (ha)	Taxa de lotação animal (kg ha⁻¹)
9520	19,92	477,911

Fonte: própria, 2017.

Os dois sistemas possuem mesmo tempo médio de uso de implementos agrícolas para plantio e passagem de defensivos agrícolas. No sistema ILP os bovinos e ovinos foram introduzidos no mês de junho do presente ano de 2017, tendo permanecido até final de outubro, pastejando.



Figura 1 – Vista aérea das áreas a serem estudada.

Fonte: Google Earth, 2014.

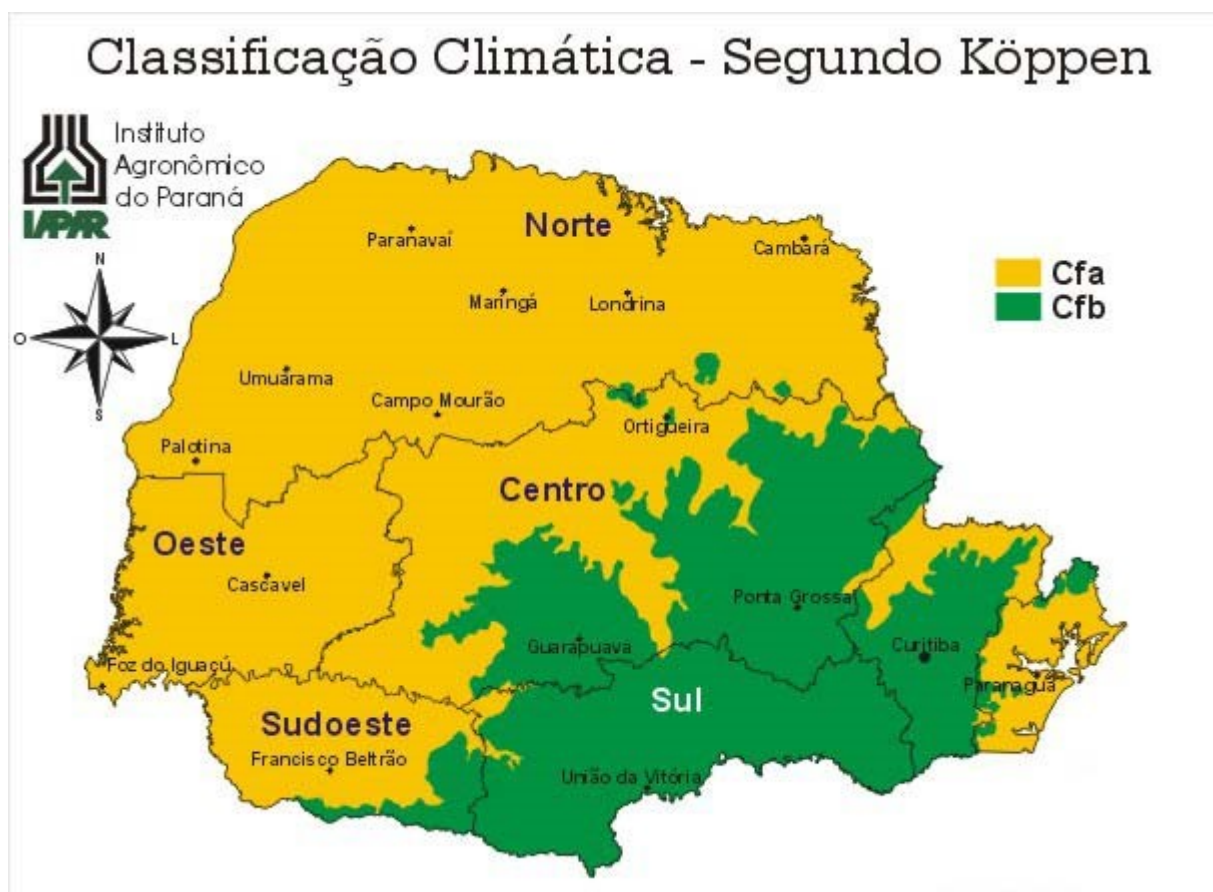


Figura 2 - Classificação Climática - Segundo Köppen.

Fonte: IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná, 2017.

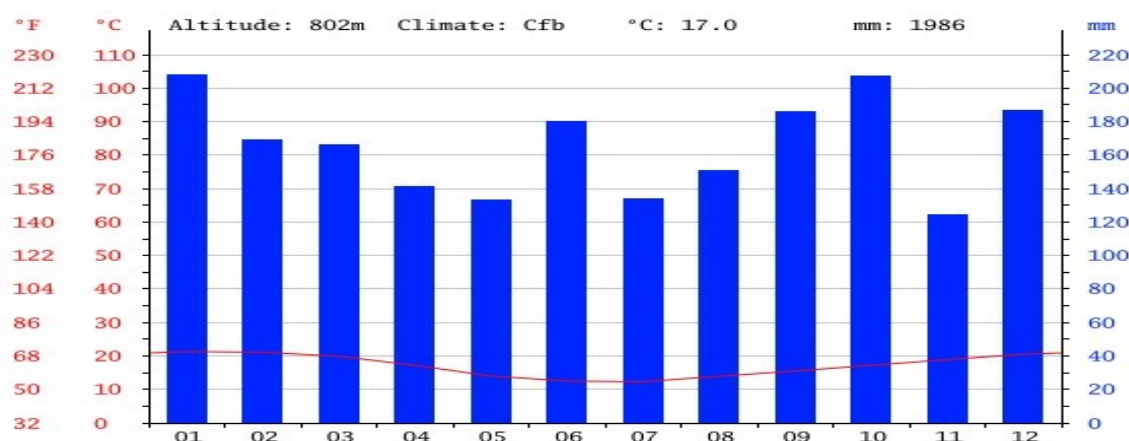


Figura 3 – Altitude, Clima, Temperatura média, e precipitação pluviométrica média anual em Honório Serpa, Paraná.

Fonte: CLIMATE-DATA.ORG, 2017.

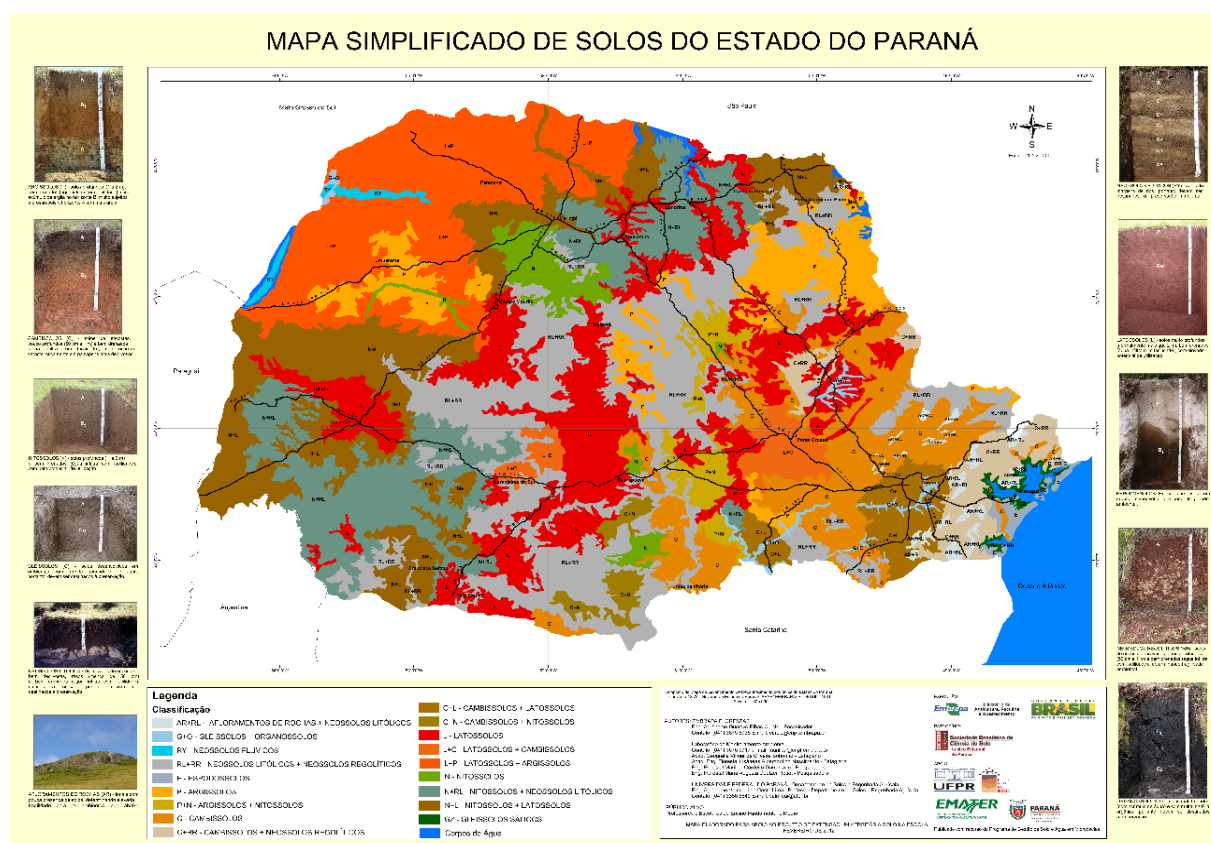


Figura 4 – Mapa da classificação de solos do Paraná.

Fonte: EMBRAPA/EMATER, 2008.

4.2 DETERMINAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

4.2.1 Confeção da calha

Foram confeccionadas oito calhas de material galvanizado, ocas de 10cm altura e 50cm x 60cm de largura, elas possuem uma rampa interna em um dos lados, começando a 5cm, chegando na parte mais baixa a 0cm conforme figura 5. A parte mais baixa da rampa apresenta uma abertura que se encaixa em um pequeno cano e essa conduz a água que não infiltrou, ou seja, o excesso de água que escoou para o reservatório. Levando em consideração que a rampa ocupa 10cm dos 60cm de largura, a parte em que vai chover é de 50cmx50cm.

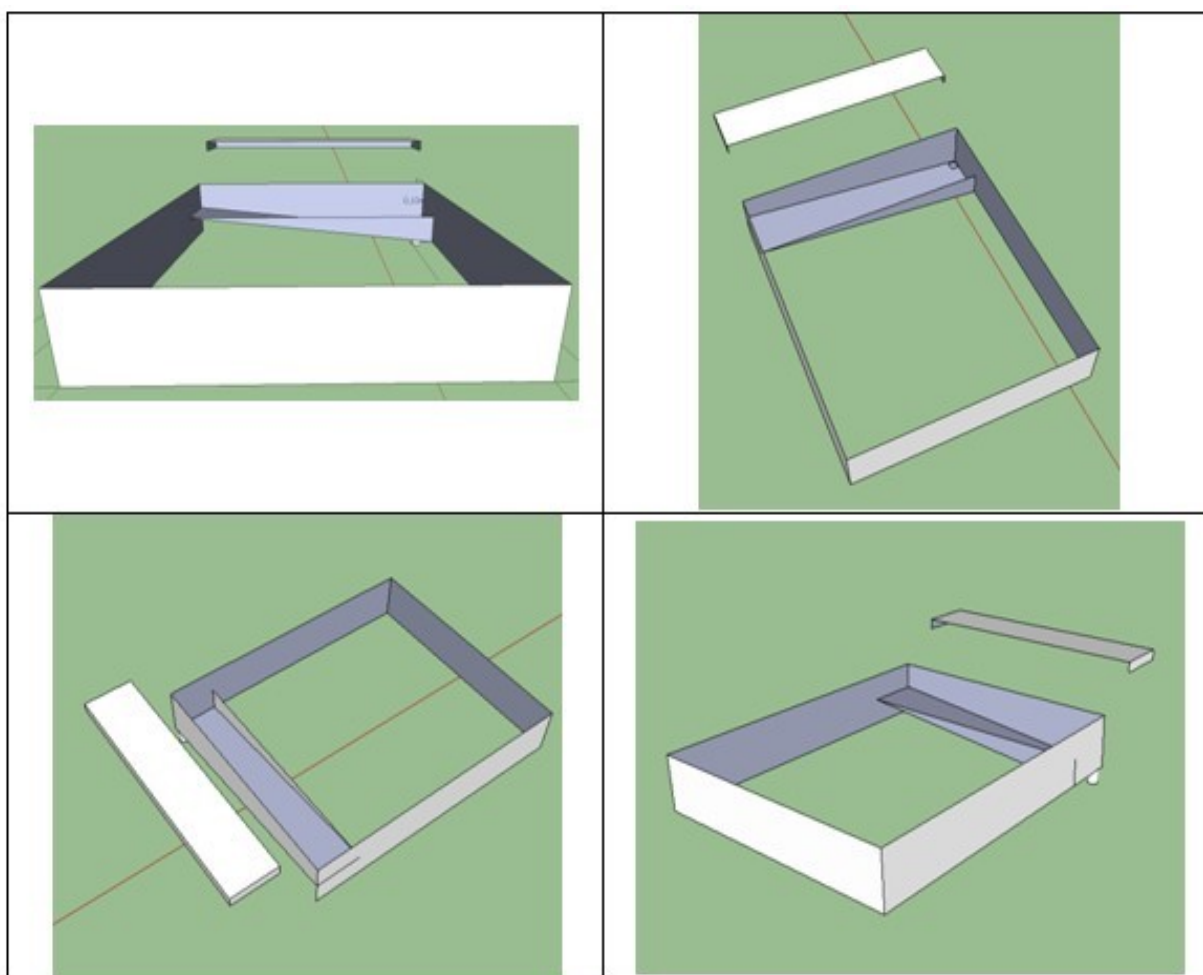


Figura 5 – Calha coletora.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

4.2.2 Cálculos para determinação do volume de água por minutos

Por não ter precipitado muito durante o experimento, optou-se por chuva simulada onde foram feitos cálculos para simular uma chuva de 100 mm/h. Trata-se de uma precipitação intensa e já foram registradas na região precipitações semelhantes a essa, para facilitar na hora de fazer a chuva simulada aplicou-se uma precipitação de 108 mm/h, sendo que a essa intensidade seria jogado exatamente 450 ml de água por minuto. Fez-se os cálculos para ficar apenas 15 minutos jogando a água e não 60 minutos, isso para otimizar o tempo, e evitar desgaste físico, levando em conta que seriam 8 calhas cada repetição. E por fim calculou-se quantos ml seriam jogados por minuto chegando à conclusão que seriam adicionados 450 ml de água por minuto durante um período de quinze minutos consecutivos. A simulação de chuva foi feita com o uso de um regador.

Foi aplicado uma intensidade de 108 mm, isso para o tempo de uma hora, calculando para 15 min, obteve-se um volume de 27 litros. Lembrando que 1 litro de água para cada metro quadrado, então precisa-se de uma intensidade de 27mm ou 17 litros a cada 15 minutos. Porém a calha não tem medidas de 1m² e sim 0,25m² então foram multiplicados pelo tamanho real e dividido pelo 1m² chegando a 6,75 litros. Para facilitar a simulação foram calculados quanto seria necessário jogar por minutos, isso para ter uma boa distribuição de chuva, para isso foi multiplicado o volume de 6,75 litros pelo 1min e dividiu-se pelos 15 minutos totais de análise.

$$- 108\text{mm} \times 15\text{min} / 60\text{min} = 27\text{litros} \quad (\text{eq. 1})$$

$$- 27\text{litros} \times 0,25\text{m}^2 / 1\text{m}^2 = 6,75\text{litros} \quad (\text{eq. 2})$$

$$- 6,75\text{litros} \times 1\text{min} / 15\text{min} = 0,45 \text{ litros ou } 450\text{ml}. \quad (\text{eq. 3})$$

4.2.3 Determinação do escoamento superficial

O pluviômetro auxiliou no registro das chuvas durante os meses de agosto, setembro e meados de outubro, para verificar as precipitações durante as repetições da análise de escoamento superficial.

Inicialmente foram instaladas quatro calhas coletoras em cada sistema de manejo, sendo que essas foram instaladas a 5cm de profundidade até ficarem do mesmo nível que a rampa da calhas conforme figura 8 e 9. As calhas foram instaladas aproximadamente três metros de distância uma da outra em terreno com pouca declividade conforme figura 10 e foram instaladas dia 30 de setembro de 2017, permanecendo até 19 de outubro.

Com as calhas instaladas realizou-se o processo de chuva simulada conforme figura 11 e como mencionado acima foram medidos e despejados, 450 ml de água por minuto, com o auxílio de um regador, durante 15 minutos.

A primeira simulação foi realizada no dia 30 de setembro de 2017, sendo após uma precipitação de 55 mm no dia anterior. Entretanto, a área encontrava-se sob estiagem de quarenta e três dias conforme figura 6 e 7. O procedimento foi realizado, identicamente no ILP e SPD.

A segunda repetição foi realizada dia 11 de outubro de 2017, após um intervalo de 11 dias, sendo que houve uma precipitação 226 mm a primeira e a última análises.

A última repetição foi realizada dia 15 de outubro, sendo que no intervalo entre a anterior não houve precipitação. Durante o período experimental, precipitaram 281mm de chuva, e em nem um momento foi verificado presença de água nos coletores.

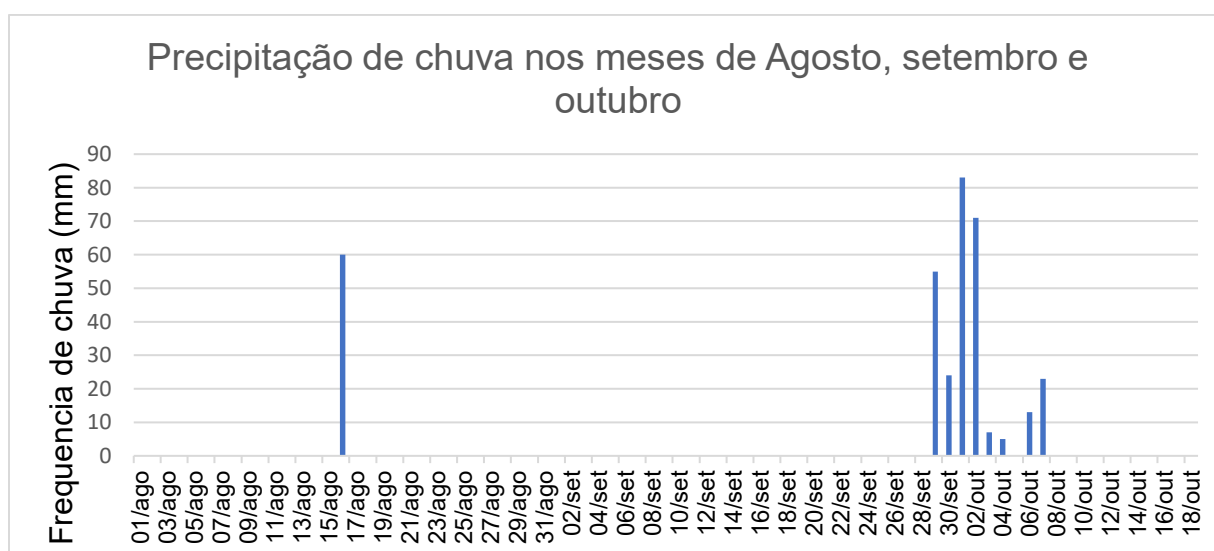


Figura 6 : Hidrograma de chuva (agosto, setembro, outubro).

Fonte: própria, 2017.

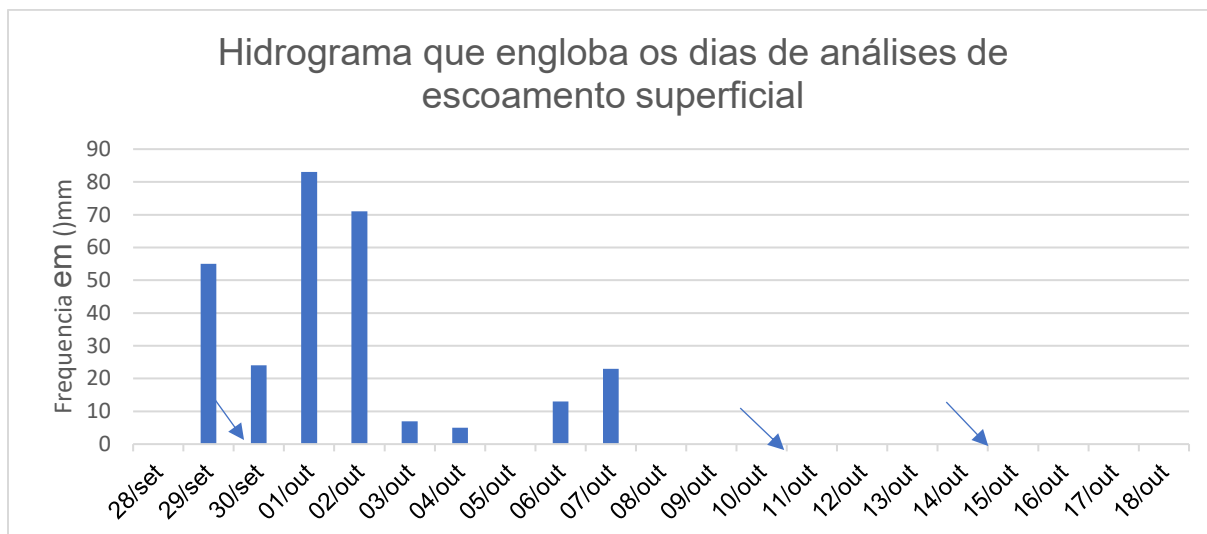


Figura 7: Hidrograma de chuva que engloba os dias de análises de escoamento superficial.

Fonte: própria, 2017.



Figura 8 – instalação da Calha coletora na área (ILP).

Fonte: própria, 2017.



Figura 9: Instalação de calha coletora (ILP).

Fonte: Própria, 2017.



Figura 10: Calhas instaladas (SPD).

Fonte: própria, 2017.



Figura 11: Chuva simulada na área (SPD).

Fonte: própria, 2017.

4.3 DETERMINAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA PELO MÉTODO CARBONO ORGÂNICO

Essa análise foi feita levando em conta o princípio de oxidação da matéria orgânica úmida, sendo usado o dicromato de potássio em meio sulfúrico, e empregando o calor desprendido do ácido sulfúrico como fonte de energia. O excesso de dicromato de potássio sofrera oxidação, então esse excesso será titulado com a solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (sal de mohr) sendo seguido a metodologia do carbono orgânico da EMBRAPA (1997).

4.3.1 Materiais e reagentes

Vidrarias de laboratório

Reagentes: Ácido sulfúrico, Dicromato de potássio 0,4N, Difenilamina e Sulfato ferroso amoniacal 0,1N.

4.3.2 Preparo das soluções

4.3.2.1 Dicromato de potássio 0,4N

Em um Erlenmeyer de 1 litro foi adicionado 250 ml de água, e após isso, na capela foram adicionados 500 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) dentro do mesmo Erlenmeyer, e então, foi deixado a mistura esfriar com o auxílio de gelo ao seu redor.

Enquanto ocorria o processo de resfriamento do ácido com a água, pesou-se 30 g de Dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), e colocou-se em uma estufa a $130\text{ }^\circ\text{C}$ durante uma hora, após isso foi colocado em um dessecador contendo sílica por 60 minutos até esfriar.

Passados os 60 minutos pesou-se em uma balança analítica 19,61 g de dicromato de potássio e então adicionou-se em um Erlenmeyer de 500 ml, contendo 250 ml de água para solubilização do dicromato de potássio. Posteriormente misturou-se a solução de ácido sulfúrico com o dicromato solubilizado, esperando essa mistura esfriar com auxílio de gelo, conforme a figura 12. Após esfriar foi adicionada ao balão de 1 l, e então preencheu-se o balão até completar 1 l.



Figura 12: Dicromato de potássio em meio sulfúrico esfriando.

Fonte: própria, 2017.

4.3.2.2 Solução de Sulfato Ferroso amoniacal 0,1N

Pesou-se 40 g de sulfato ferroso amoniacal $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cristalizado e dissolveu-se em um Erlenmeyer com capacidade de 1 l contendo 500 ml de água e 10 ml de ácido sulfúrico concentrado, após a dissolução preencheu-se com água o Erlenmeyer.

Como a solução de sulfato ferroso amoniacal é muito instável (reage com a luz) preparou-se a solução com as luzes do laboratório apagadas, ou seja, pouca incidência de luz, e após terminar a solução o Erlenmeyer foi enrolado em um papel alumínio para não sofrer reação com a luz, conforme a figura 13.



Figura 13: Sulfato ferroso amoniacal.

Fonte: própria, 2017.

4.3.2.3 Difenilamina (indicador)

Pesou-se 1 g de difenilamina e dissolveu-se em 100 ml de ácido sulfúrico concentrado.

4.3.3 Procedimento para obtenção de Carbono Orgânico

O solo foi coletado a uma profundidade de 20 cm conforme a figura 14 a uma declividade baixa.



Figura 14: Medição dos 20cm de profundidade da coleta de solo para análise de M.O

Fonte: própria, 2017.

Após a coleta pegou-se aproximadamente 50 g de solo conforme figura 15 e levou-se a estufa durante duas horas a 60 °C. Posteriormente passou-se o rolo de madeira no solo para destorroar. Após a moagem do solo foi feito o seu peneiramento em peneira de 80 mesh. Após isso foram pesados 0,5 g de solo peneirado e adicionados em um Erlenmeyer de 250 ml.



Figura 18: Amostras de solo, após a secagem.

Fonte: Própria, 2017.

Com o solo já dentro do Erlenmeyer foram pipetados inicialmente 10 ml de dicromato de potássio e então colocado para aquecer em uma placa elétrica, e durante esse aquecimento foi alocado um tubo de ensaio contendo água destilada na boca do Erlenmeyer, sendo que esse servia como condensador. Passado em torno de 2 minutos aquecendo a cor ficou verde, diante disso foram adicionados mais 10 ml de dicromato de potássio e a cor não teve alteração, pipetou-se então mais 10 ml, somando um total de 30 ml de dicromato de potássio até a cor ficar amarela, seguindo então com o aquecimento. Terminado o aquecimento deixou-se esfriar e então fez-se a diluição em 150 ml de água. Com a diluição feita pipetou-se 50ml dessa solução e dilui novamente em 50 ml de água em outro Erlenmeyer. Nessa nova solução foi adicionado 2 ml de ácido ortofosfórico (H_3PO_4) e 3 gotas de indicador de difenilamina. Por fim fez-se a titulação com sulfato ferroso amoniacal até ficar cor verde esmeralda conforme figura 16, e anotou-se o valor gasto desse.

Um branco também foi feito sendo que nesse continha apenas 10 ml de Dicromato de potássio e titulou-se com sulfato ferroso e anotou-se o valor gasto no mesmo.



Figura 16: Amostras já com a cor verde esmeralda.

Fonte: própria, 2017.

4.3.4 Cálculos do Carbono orgânico e da Matéria Orgânica

Para obter o valor da matéria orgânica, calculou-se primeiramente a carbono dado pela fórmula:

$$C \text{ (g/kg)} = ((40 - \text{volume gasto}) \times 3) \times f \times 0,6 \quad (\text{eq. 4})$$

$$\text{Sendo que } f = 40 / \text{volume sulfato ferroso gasto na prova em branco} \quad (\text{eq. 5})$$

A percentagem de matéria orgânica é calculada multiplicando-se o resultado do carbono orgânico por 1,724. Este fator é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média dos húmus, o carbono participa com 58%.

$$\text{Matéria orgânica (g/kg)} = C \text{ (g/kg)} \times 1,724 \quad (\text{eq. 6})$$

4.4 DETERMINAÇÃO DE DENSIDADE

Para realizar essa análise coletou-se no mês de junho de 2017 quatro amostras de solo para cada área de estudo. A amostragem foi feita com o auxílio de um coletor para amostra indeformada conforme as figuras 17 e 18. O material foi coletado e

armazenado em anéis cilíndricos de kopperck identificados com tampas de plástico nas duas extremidades.

Após as quatro coletas as amostras foram levadas até o laboratório da UTFPR Câmpus Francisco Beltrão, onde essas foram transferidas para uma placa de petri de vidro devidamente identificada. Na sequência as amostras foram pesadas e colocadas para secagem a estufa a 105°C, onde ficaram durante o período de 24 horas. Passado o período de secagem todas as amostras foram tiradas da estufa e pesadas. As placas de petri e os anéis foram pesados separadamente para obtenção dos valores da densidade, conforme cálculos apresentados abaixo.

Cálculos para diferença de peso:

$$DP = AaS - AdS \quad (\text{eq.7})$$

DP= Diferença de peso;

Sendo que AaS= Amostra antes da secagem;

AdS = Amostra depois da secagem.

Cálculos para saber a quantidade de solo de cada amostra:

$$QS = (PA - (PP + A)) - (PD - (PP + A)) \quad (\text{eq. 8})$$

QS= Quantidade de solo;

Sendo que PA = Peso Antes;

PP = Placa de petri;

A = Anel;

PD = Peso depois da secagem.

Cálculos para saber a densidade através da formula:

$$D = \text{massa/volume} \quad (\text{eq.9})$$

D = Densidade;

Sendo que massa = Amostra de solo seco;

volume = volume dos anéis onde foram coletadas as amostras.



Figura 17: Trado com anel acoplado com solo dentro.

Fonte: Própria, 2017.



Figura 18: Trado enterrado no solo.

Fonte: própria, 2017.

4.5 ANÁLISES ESTÁTISTICAS

As análises estatísticas para calcular se houve diferença significativa entre os valores encontrados de Densidade e Matéria orgânica nos dois manejos foram feitos no programa Excel usando o teste T de Student a 95% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Na análise de escoamento superficial realizada para os dois sistemas de manejo não houve escoamento superficial, tanto em eventos de chuva natural como em chuva simulada portanto os dois solos apresentaram taxa de infiltração semelhantes isso com uma taxa de lotação animal em torno de 477,91 kg ha⁻¹. Porém com uma lotação variável média de 1.154 e 1.640 kg ha⁻¹ quase três vezes maior que a do presente estudo (LANZANOVA *et al.*, 2007) verificou que em solo com pisoteio de animais havia maior compactação do solo nos primeiros 20cm.

Tanto no sistema SPD quanto no ILP havia espessa camada de palha conforme figura 19 . Esta camada não só evita o impacto da gota de chuva, mas também, absorve parte desta água e, ainda, permite a sua infiltração, o que auxilia na redução do escoamento superficial. Essa palhada também diminui o impacto (pressão) do peso dos animais no solo, reduzindo o seu poder compactante e conseqüentemente favorecendo a infiltração.

Em contraponto aos resultados obtidos neste trabalho, Miguel, Vieira e Grego (2009), constataram que o pisoteio de animais influenciou na compactação, sendo que o seu aumento foi maior, principalmente, nos primeiros 10 cm de solo, diminuindo conforme aumentava a profundidade.



Figura 19: Camada Superficial de solo (SPD)

Fonte: própria, 2017.

Além da lotação de animais de $2,700 \text{ kg ha}^{-1}$ sendo essa quase 5 vezes maior que a do presente estudo, a diferença de resultados também pode ser justificada pela diferença de solo dos dois estudos, sendo que o solo do presente estudo é classificado como Latossolo, Neossolo e Litossolo e do estudo feito por Miguel, Vieira e Grego (2009) é Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, textura entre arenosa e média.

Foi possível verificar durante o primeiro evento de chuva artificial, em que o solo não estava tão úmido, que em ambos os manejos, a água caía sobre solo e rapidamente infiltrava, mostrando assim, que a taxa de infiltração de ambos os sistemas de manejo estava elevada.

Nos demais eventos de chuva artificial, os solos estavam mais encharcados, pois havia chovido nos dias anteriores. Foi possível observar que no sistema SPD a camada de palha era maior, não sendo observado qualquer vestígio de água, pois a infiltração foi muito rápida. Já no ILP a água chegava a formar pequenas poças, entretanto, não suficientes para gerar o escoamento superficial. Resultado semelhante foi observado por Spera *et al.*

(2008) onde verificaram em um estudo aplicando 10 anos o mesmo sistema de manejo que a porosidade total e macroporosidade não foi modificadas a ponto de causar degradação do solo.

Os três eventos de chuva artificial, em ambos os sistemas, foram feitos em terrenos planos, e a taxa de lotação do sistema ILP era baixa de 477,91 kg ha⁻¹, apresentando 32 bovinos e 38 ovinos, sendo que esses fatores (declividade baixa e moderada taxa de lotação) possam ter contribuído para os escoamentos terem sido semelhantes.

O aumento da pressão de pastejo influenciou a compactação do solo no estudo feito por Conte *et al.* (2007) sendo que ele observou que a 10 cm de pastejo a compactação era grande. Conforme diminuía o pastejo a compactação também diminuía, essa diferença de compactação foi observada nos primeiros 18 cm, após isso não teve mais diferença. Entretanto Flores *et al.* (2007) após submeter os resultados a uma análise estatística conseguiu rejeitar hipótese de que quando maior a pressão de pastejo menor é a macroporosidade e porosidade total.

5.2 DENSIDADE

Não houve diferença significativa entre as médias de densidade encontrada no ILP e no SPD conforme tabela 6, apesar de numericamente esses resultados apresentarem menores valores em sistema ILP e maiores valores para SPD conforme figura 20, após análise estatística é considerada insignificante, sendo estatisticamente iguais os dois sistemas. Entretanto esse detalhe pode ser dado pelo ponto de amostragem no SPD, levando em consideração o tráfego de máquinas agrícolas no local, o ponto de coleta de amostra pode ser em local de maior intensidade das mesmas comparado ao ILP.

Nos dados apresentados nesse estudo até uma profundidade de 10 cm não houve diferença estatística a 5% de significância, esses resultados estão de acordo com os observados por Carassai *et al.* (2011) onde o aumento da pressão de pastejo não acarretou em aumento da densidade do solo. O autor atribui essa indiferença de densidade com diferentes pressões de pastejo se

dá pelo fato das raízes das culturas de verão influenciarem a compressibilidade do solo. Entretanto essa recuperação do solo só ocorre se a pressão aplicada sobre o solo não ultrapassar a pressão de pré-consolidação, que é o ponto que delimita as deformações (compactação) reversíveis e irreversíveis.

A densidade observada com o estudo afirma que não houve diferença significativa entre os sistemas estudados a 10cm de profundidade, sendo que a pressão de bovinos e ovinos foi moderada. Esse resultado poderia ser diferente caso a taxa de lotação fosse aumentada, isso foi observado por (LANZANOVA *et al.*, 2007) em que ao trabalhar com uma taxa de lotação de 200 animais/ha o mesmo verificou aumento da densidade do solo na camada superficial de 0 – 5 cm de profundidade, porém, para as profundidades maiores, já não observou mais diferenças significativas.

As tabelas 4 e 5 mostram os valores dos cálculos que foram realizados e pesagens para obtenção da densidade.

Tabela 04: Pesagem e cálculos feitos para obtenção da perda de umidade.

Manejos	Amostra antes de secar (g)	Amostra depois de secar (g)	Peso do anel (g)	Peso da placa de petri (g)	Peso apenas do solo (molhado) (g)	Perda de umidade (g)
SPD 1	264,18	215,42	60,30	47,48	156,4	48,76
SPD 3	253,19	210,71	60,45	51,68	141,06	42,48
SPD 4	240,98	196,49	60,01	39,39	141,58	44,49
SPD 5	241,30	196,31	60,48	39,00	141,82	44,99
ILP 6	223,69	187,33	60,35	39,25	124,09	36,36
ILP 7	245,95	208,4	60,66	50,63	134,66	37,55
ILP 8	236,02	204,11	60,60	48,51	126,91	31,91
ILP 18	219,16	191,55	60,47	50,81	107,88	27,61

Fonte: própria, 2016.

Tabela 05: Peso apenas do solo (seco) (massa), valores dos anéis e os valores de cada densidade.

Manejos	Peso apenas do solo (seco) (g)	Volume do anel (cm ³)	Densidade g/cm ³
SPD 1	107,64	73,39	1,47
SPD 3	98,58	73,39	1,34
SPD 4	97,09	73,39	1,32
SPD 5	96,83	73,39	1,32
ILP 6	87,73	73,39	1,20
ILP 7	97,11	73,39	1,32
ILP 8	95	73,39	1,29
ILP 18	80,27	73,39	1,09

Fonte: própria, 2016.

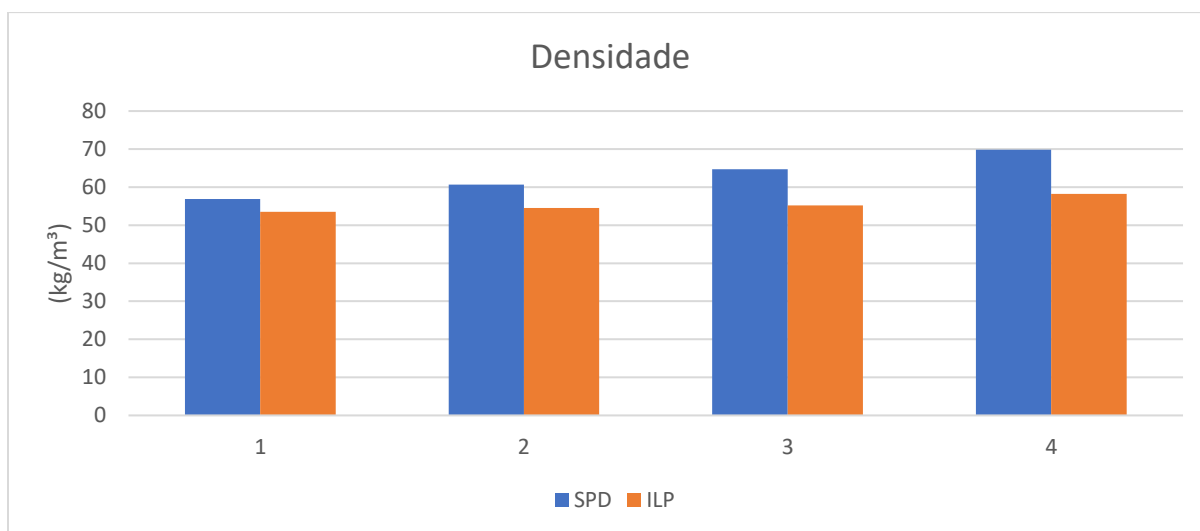


Figura 20: Gráfico representando os valores de densidade nos dois manejos.

Fonte: própria, 2017.

Analise estatística

Tabela 6: Resultado do teste T para Densidade.

Sistemas	Densidade
SPD	1,326667 +- 0,011547 a
ILP	1,225 +- 0,103441 a

Letras iguais indicam médias iguais pelo teste T, ao nível de 5 % de significância.

Com base no teste T foi possível verificar que as médias das amostras de densidade do solo, nos dois sistemas avaliados, foram estatisticamente iguais.

5.3 MATERIA ORGÂNICA

Pela análise da matéria orgânica foi possível observa que para ambos os sistemas os teores foram elevados conforme tabela 7 e figura 21. No entanto, com base na análise estatística, não foram observadas diferenças significativas entre os dois manejos conforme tabela 8. Pode-se assim dizer que em ambos os solos há quantidades estatisticamente semelhantes de matéria orgânica.

Isso pode explicar os resultados obtidos nas análises de escoamento superficial e de densidade, onde os resultados obtidos também foram semelhantes, isso se dá ao fato de que os três fatores observados estarem relacionados.

O possível efeito sobre a compactação do solo, ocasionada pelo pisoteio dos animais e máquinas agrícolas, não foi observado nas áreas estudadas. Este resultado se sustenta, se levarmos em consideração que o aumento da compactação promove o aumento da densidade do solo, diminuindo seus macroporos e matéria orgânica, bem como, promovendo o escoamento superficial. A tabela 04 mostra os teores de carbono orgânico encontrados e, posteriormente, o valor da matéria orgânica.

Estudos de (SOUZA *et al.*, 2010) também demonstram que uma pressão moderada de pastejo (20cm e 40cm de altura), não promoveram diferenças de aporte de C, N, P, ou seja, não há diferença de teor de matéria orgânica, quando se compara áreas de SPD, porém com o aumento da pressão de

pastejo, abaixo que 10cm de altura, verifica-se diminuição na concentração de CO.

Esse resultado semelhante também foi observada por (NICOLOSO *et al.*, 2008), entretanto em seu estudo ele não usou altura de pastejo e sim intervalos de pastejo, verificando a diminuição no aporte de C conforme o a frequência de pastejo, em intervalos de 14 dias a diminuição no aporte de C foi maior que para intervalos de 28 dias. Os autores também verificaram aumento de aporte de C em áreas que não haviam pastejo, ou seja, em áreas ILP a quantidade de matéria orgânica foi menor que em áreas SPD isso devido ao pastejo do pasto.

No estudo feito por Souza *et al.* (2008), os autores verificaram resultado diferentes dos citados acima, sendo que, não foram observadas diferenças de estoque de carbono orgânico total entre os dois sistemas, sob diferentes pressões de pastejo.

Tabela 7: Valores de Sulfato ferros gasto, carbono Orgânico e Matéria Orgânica.

Sistemas	Vol. Sulfato ferroso amoniacal gasto	%C	M.O.
SPD1	23,3	33,00	56,90
SPD2	22,2	35,17	60,95
SPD3	19,5	40,51	69,84
SPD4	21	37,55	64,73
ILP1	24	31,66	54,51
ILP2	24,3	37,55	53,49
ILP3	23,8	32,01	55,19
ILP4	22,9	33,79	58,26

Fonte: própria, 2017.

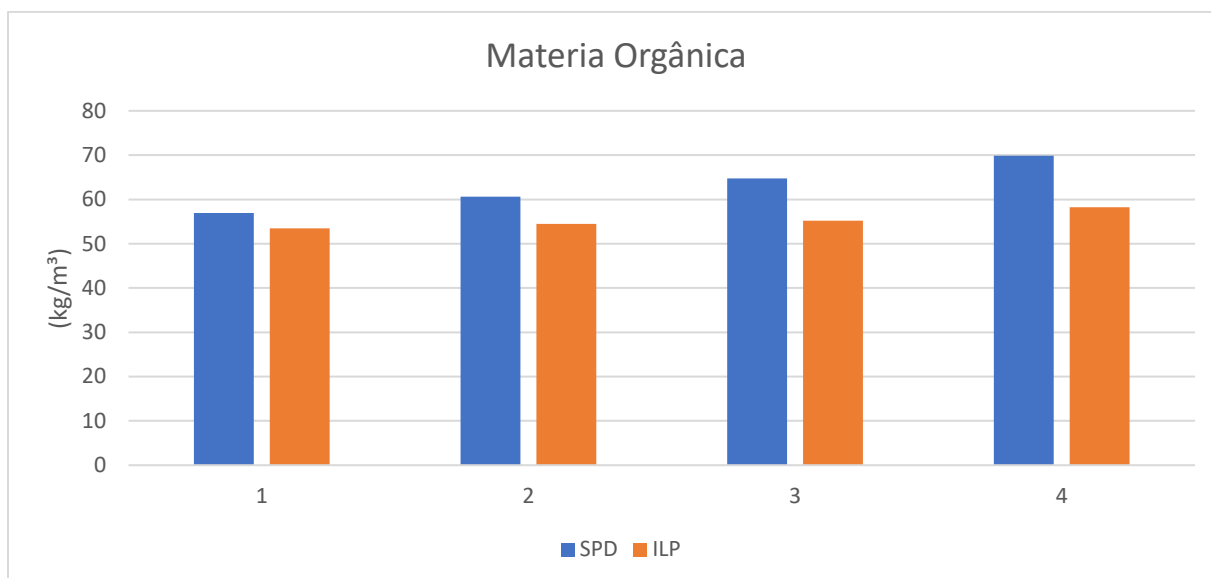


Figura 21: Gráfico com os resultados de matéria orgânica dos dois manejos estudados.

Fonte: própria, 2017.

Tabela 8: Resultado do teste T para Matéria Orgânica.

Sistemas	Matéria Orgânica
SPD	63,03 +- 5,552999 a
ILP	55,3625 +- 2,054124 a

Letras iguais indicam médias iguais pelo teste T, ao nível de 5 % de significância.

Com base nesses resultados, pode-se inferir que a integração lavoura pecuária, com taxa de lotação moderada, em terrenos planos, pode ser uma boa opção para os pequenos agricultores da região, pois constata-se que os mesmos usam o solo de uma maneira similar ao presente estudo. O ILP pode ser uma fonte de renda extra já que a região é forte na produção leiteira, e esse não promove danos expressivos ao solo. Segundo Silva *et al.* (2011) a integração lavoura-pecuária é uma tática promissora para desenvolver sistemas de produção sustentáveis, e dois anos de manejo, é o período adequado para a rotação lavoura-pecuária.

6. CONCLUSÃO

Os sistemas de produção, nas condições estudadas, demonstraram ser eficientes com relação a redução do escoamento superficial.

Os sistemas de produção, nas condições estudadas, demonstraram proporcionar uma densidade de solo adequada para permitir altas taxas de infiltração de água no solo.

Os sistemas de produção, nas condições estudadas, demonstraram proporcionar um significativo aporte de matéria orgânica, acima de 5%, nas camadas superficiais do solo (0-20cm).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavourapecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Lages - SC, v.25, p. 717-723, abr. 2001.

BERTOL, Oromar J.; RIZZI Nivaldo E.; BERTOL Ildegardis; ROLOFF Gláucio. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.31, n.4, p. 781-792, jul /ago. 2007.

CARASSAI, Igor J.; CARVALHO, Paulo C. F.; CARDOSO, Raquel R.; FLORES, João Paulo C.; ANGHINONI, Ibanor; NABINGER, Carlos; FREITAS, Fabiana K.; MACARI, Stefani; TREIN, Carlos R. Atributos físicos do solo sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. **Revista Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1284-1290, out. 2011.

CHÁVEZ, Luis F.; ESCOBAR, Luisa F.; ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, Paulo C. F.; MEURER, Egon J. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob diversidade de pastejo. **Revista Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1254-1261, out. 2011.

COLARES, Gilberto L.; REINERT, Dalvan J.; REICHERT, José M.; KAISER, Douglas R. Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura – pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria – RS, v.41 n.2, p.246-250, fev. 2011.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v.27, n.4, p.743-753. jul/ago. 2003.

CONTE, Osmar, LEVIEN, Renato; TREIN, Carlos R.; CEPIK, Carla T. C.; DEBIASI, Henrique. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavourapecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal – SP, v.27, n.1, p.220-228, jan/abr. 2007.

DEBIASI, Henrique; FRANCHINI, Julio Cezar. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.42, n.7, p. 1180-1186, jul. 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Embrapa informação tecnológica, Dourados. **Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul**. 21ª ed. Dourados, 2005. 58p.

EMBRAPA. Informação tecnológica, Brasília. **500 perguntas, 500 respostas: Sistema Plantio Direto**. 1ª Ed. Brasília, 1998. 248p.

EMATER - Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Evolução do sistema plantio direto no Paraná**. 2014.

FEBRAPDP- Federação Brasileira de Plantio Direto e irrigação. **Evolução do sistema plantio direto no Paraná**. 2014.

FLORES, João Paulo. C.; ANGHINONI, Ibanor; CASSOL, Luis. C.; CARVALHO, Paulo C. de F.; LEITE, João G. D.B.; FRAGA, Thiago 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**, Viçosa – MG, v.31, n.4, July/Aug. 2007.

GAGGERO, Marcelo R.; TREIN, Carlos R.; IPPOLITI, Gabriela. Influência de sistemas de preparo e pastejo nas características físicas do solo. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta - MT, v.1, n.1, p.1-16, nov. 2002.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, Curitiba. **Caracterização Socioeconômica da atividade leiteira no Paraná**, 2008. 187p.

KUNZ, Marcelo; GONÇALVES, Adriano D. M. A.; REICHERT, José M.; GUIMARÃES, Rachel M. L.; REINERT, Dalvan J.; RODRIGUES, Mirian F. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Santa Maria – RS, v.37, p. 1699-1708, set. 2013.

LANZANOVA, Mastrângello E.; NICOLOSO, Rodrigo S.; LOVATO, Thomé; ELTZ, Flávio L. F.; AMADO, Telmo J. C.; REINERT, Dalvan J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Santa Maria - RS, v. 31, p. 1131-1140, jun. 2007.

MIGUEL, Fernanda R. M.; VIEIRA, Sidney R.; GREGO, Célia R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Revista Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1513-1519, nov. 2009.

MOREIRA, José A. A.; OLIVEIRA, Itamar P.; GUIMARÃES, Cleber M.; STONE, Luís F. Atributos químicos e físicos de um latossolo vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Revista Pesquisa Agropecuária tropical**, Santo Antônio de Goiás - GO, v. 35, n. 3, p. 155-161, ago. 2005.

MOREIRA, Wagner H.; TORMENA, Cássio A.; JUNIOR, Edner B.; PETEAN, Leonardo P.; ALVES, Sérgio J. Influência da altura de pastejo de azevém e aveia em atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico, após sete anos sob integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira Ciência do solo**, Viçosa - MG, v.38, n.4, p. 1315-1326, jul/ago. 2014.

NICOLOSO, Rodrigo S.; LOVATO, Thomé; AMADO, Telmo J. C.; BAYER, Cimélio; LANZANOVA, Mastrângelo E. Balanço do carbono orgânico do solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Santa Maria - RS, v. 32, p. 2425-2433, out. 2008.

PETEN, Leonardo p.; TORMENAL, Cássio a.; FIDALSKI, Jonez; ALVES, Sérgio J. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob integração lavoura-pecuária. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 30, p. 1009-1016, ago. 2009.

PIRES, Luiz F.; ROSA, Jandir A.; TIMM, Luís C. Comparação de métodos de medida da densidade do solo. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá - PR, v. 33, n. 1, p. 161-170, 2011.

PRIMAVESI, A.; *Manejo Ecológico do Solo: A agricultura em regiões tropicais*. São Paulo, Nobel, 2002. 549 p.

PRUSKI, Fernando F.; RODRIGUES, Lineu N.; DA SILDA, Demetrius D. Modelo hidrológico para estimativa do escoamento superficial em áreas agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB v.5, n.2, p.301-307, mai/ago 2001.

SALTON, Júlio C.; FABRICIO, Amoacy C.; MACHADO, Luís A. Z.; OLIVEIRA, Henrique. Pastoreio da aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo - RS, n. 69, p. 40, maio/jun. 2002.

SALTON, Cesar J.; MIELNICZUK, João; BAYER, Cimélio; BOENI, Madalena; CONCEIÇÃO, Paulo C.; FRABRICIO, Amoacy C.; MACEDO, Manuel C. M.; BROCH, Dirceu L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.32, n.1, p. 11-21, jan/fev. 2008.

SANTOS, Glenio G.; MARCHÃO, Robélio L., SILVA, Euzébio M.; SILVEIRA, Pedro M.; BECQUER, Thierry. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. no solo em sistema de integração lavoura-

pecuária sob diversidade de pastejo. **Revista Pesquisa agropecuária Brasileira**,

Brasília, v.46, n.10, p. 1339-1348, out. 2011.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, M. J. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Santa Maria - RS, v. 24, p. 191-199, 2000.

SILVA, Rogerio F. da; GUIMARRÃES, Fatima M. de; AQUINO, Adriana M. de; MERCANTE, Fábio M.; Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.10, p.1277-1283, out. 2011.

SPERA, Silvio,T.; SANTOS, Henrique, P.; FONTANELI, Renato, S.; TOMM, Gilberto, O.; integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa v.33, n.1, Jan./Feb. 2009.

SOUZA, Edicarlos D.; COSTA, Sergio E. V. G. A.; ANGHINONI, Ibanor; CARVALHO, Paulo C. F.; ANDRIGUETI, Marcelo; CAO, Eduardo. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Jataí - GO, v.33, n.6, p.1829-1836, ago. 2009.

SOUZA, Edicarlos D.; COSTA, Sérgio E. V. G. A.; ANGHINONI, Ibanor; LIMA, Christina V. S.; CARVALHO, Paulo C. F; MARTINS, Amanda P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas - SP, v.34, n.1, p.79-88, jan/fev. 2010.

SOUZA, Edicarlos D.; COSTA, Sérgio E. V. G. A.; ANGHINONI, Ibanor; LIMA, Christina V. S.; CARVALHO, Paulo C. F; MEURER, Egon J.; Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa-MG, v.32 no.3, May/June 2008.

VIELMO, H. *Dejeto líquido de suínos na adubação de pastagem de tifton 85. 2008. 94 f.* Universidade federal do Paraná - UFPR, Curitiba. 2008. Tese (Doutorando em agronomia).

VILELA, L.; JUNIOR, M. B. G.; MARCHÃO, R. L.; JUNIOR R.G.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A. O. de.; Integração Lavoura-pecuária. 934 a 962 pg.