



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA**

GISELE FABIANA ZABOT

**MANEJO SUSTENTÁVEL DO SOLO: PRÁTICAS DE
MANEJO E CONSERVAÇÃO EM UMA PROPRIEDADE FAMILIAR**

**ERECHIM
2014**

GISELE FABIANA ZABOT

**MANEJO SUSTENTÁVEL DO SOLO: PRÁTICAS DE MANEJO E
CONSERVAÇÃO EM UMA PROPRIEDADE FAMILIAR**

Trabalho de conclusão de
curso apresentado como requisito
para obtenção de grau de
Engenheiro Agrônomo da
Universidade Federal da Fronteira
Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo
Castamann

ERECHIM
2014

GISELE FABIANA ZABOT

**MANEJO SUSTENTÁVEL DO SOLO: PRÁTICAS DE MANEJO E
CONSERVAÇÃO EM UMA PROPRIEDADE FAMILIAR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como
requisito para obtenção de grau de Engenheiro (a) Agrônomo (a) da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alfredo Castamann –UFFS

Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta –UFFS

Prof. Msc. Tarita Deboni –UFFS

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esta etapa acadêmica, muitas pessoas foram essenciais no decorrer. E a estas minha eterna e fiel gratidão:

A Deus pelas forças explicáveis e inexplicáveis que regem minha vida;

A minha família: meus pais pela educação, oportunidades e sacrifícios; ao meu namorado pela dedicação, compreensão e ajuda; e principalmente ao meu irmão pelo incentivo e apoio que mesmo distante sempre esteve presente;

Ao meu orientador Alfredo Castamann pela orientação, amizade e exemplo de profissionalismo;

Aos meus amigos que fizeram parte desta caminhada tornando-a mais leve. Meu agradecimento pelas horas de conversas e risadas;

Ao seu Narciso Grolli que gentilmente disponibilizou sua propriedade para que pudesse realizar meus estudos;

E a todos que de alguma forma contribuíram nesta caminhada:

Meu sincero obrigado!

*Não faz mal que seja pouco,
o que importa é que o avanço de
hoje seja maior que o de ontem.
Que nossos passos de amanhã
sejam mais largos que os de hoje.
(Daisaku Ikeda)*

RESUMO

Um dos mais importantes desafios atuais colocados à humanidade está relacionado ao uso e o manejo adequado dos solos. Nesse contexto, objetivou-se verificar se as práticas de manejo conservacionista adotadas pelos agricultores estão sendo adequadas ao tipo de solo. Este trabalho é um estudo de caso realizado em uma propriedade rural do município de Barra do Rio Azul – RS. Foram analisadas as características químicas e físicas do solo constatando-se ser um Chernossolo. A declividade do terreno também foi calculada sendo inferior a 8%, não havendo necessidade de construção e terraços. Foram avaliadas ainda as densidades e porosidades em camadas de 0-10 m e 10-20 cm em quatro áreas: lavoura, pomar, mato e pastagem. A taxa de infiltração básica de água no solo para cada área também foi avaliada. A densidade do solo aumentou em profundidade nas camadas avaliadas em todas as áreas, ocorrendo o inverso para a porosidade. Tais condições influenciaram na taxa de infiltração básica de água no solo.

Palavras-chave: Manejo do solo; Densidade; Porosidade.

ABSTRACT

One of the current challenges of our society is linked to the correct use of soils. In this sense, we aimed to verify whether the modes of traditional handle of soils by farmers are or not suitable for that specific kind of soil. This study was performed on a farm area belonging to Barra do Rio Azul, a city located in the north of RS state. The physical and chemical characteristics of the soil demonstrated a Chernossolo-kind soil. The declivity of the area was also calculated, and its value was lower than 8%; thus, there was not the need of constructing terraces. The densities and porosities of the soil were also evaluated in layers of 0-10 m and 10-20 m in four plots: grains plantation, fruits cultivation, forest and pasture. The water infiltration rate in the soil for each plot was evaluated as well. The densities of the soil, in the four plots, have increased by distancing the profundity from its surface. Notwithstanding, we observed the inverse for the porosities; they have decreased by distancing the profundity from its surface. Such conditions have influenced the water infiltration rate in the soil.

Keywords: Handle of soils; density; porosity.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teor de argila, matéria orgânica e demais atributos químicos do solo em diferentes áreas e camadas (cm).....	21
Tabela 2 – Avaliação da densidade (Mg m^{-3}) e porosidade do solo em diferentes áreas e camadas.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	GERAL.....	12
2.2	ESPECÍFICOS.....	12
3	JUSTIFICATIVA.....	13
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1	MATÉRIA ORGÂNICA.....	14
4.2	DENSIDADE DO SOLO.....	15
4.3	POROSIDADE.....	16
4.4	TAXA DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DE ÁGUA NO SOLO.....	17
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1	Histórico das áreas.....	19
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
7	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A agricultura no Alto Uruguai Gaúcho se caracteriza pela pequena propriedade rural em que as famílias vivem essencialmente dos recursos obtidos na propriedade, sendo basicamente uma agricultura familiar. A “modernização” da agricultura, especialmente a partir dos anos 70, levou a um empobrecimento do campo e a degradação ambiental (SUZUKI, 2007).

O desenvolvimento e as transformações da agricultura no Alto Uruguai sempre estiveram vinculados a diversos processos de mercantilização da agricultura e modernização da sua base tecnológica, ainda que com intensidades variadas entre os agricultores. A partir disso, aspectos como qualidade dos solos, relevo, tamanho das propriedades e sistemas de cultivo sofreram interferência (CONTERATO e SCHNEIDER, 2006).

De acordo com Balssan (2006), o processo de modernização agrícola aumentou a produtividade das lavouras. No entanto, este mesmo processo ocasionou impactos ambientais indesejáveis. Os problemas ambientais mais frequentes, provocados pelo padrão produtivo monocultor foram: a destruição das florestas e da biodiversidade genética, a erosão dos solos e a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos.

Dando ênfase a um dos problemas mais frequentes, o recurso natural mais afetado pela agricultura é o solo. A falta de conhecimento das características e propriedades do solo, aliada ao modelo de monocultura têm levado à aceleração da erosão física e biológica dos solos, bem como a processos mais agressivos, como é o caso da desertificação, presente em algumas áreas do Rio Grande do Sul (BALSSAN, 2006).

Neste contexto, as consequências dos impactos decorrentes dos usos inadequados dos solos são bastante conhecidas, bem como os prejuízos econômicos e sociais que acarretam. As razões dos efeitos do descumprimento da legislação ambiental e da falta de práticas conservacionistas acabam por potencializar ou induzir a erosão dos solos e a instalação de focos erosivos lineares de rápida evolução (RÓS-GOLLA e LEAL, 2005).

Para Richart *et al.* (2005), as modificações nas características físicas do solo e as consequências em função do manejo inadequado são várias, dentre as quais destacam-se a resistência do solo à penetração das raízes e a

redução da sua macroporosidade. Tais características comprometem a infiltração de água e a penetração das raízes no perfil do solo, que se torna mais suscetível à erosão. Conforme mencionado pelos autores, os efeitos acima podem ser minimizados por meio da adoção de algumas técnicas de manejo adequadas por parte dos agricultores. Nesse caso, o ambiente para desenvolvimento do sistema de raízes das culturas pode ser melhorado.

Contudo, a degradação do solo pelos sistemas agrícolas só poderá ser controlada se houver simultaneamente o emprego de práticas conservacionistas e um manejo correto. O manejo do solo consiste em um conjunto de operações realizadas com o objetivo de propiciar condições favoráveis à semeadura, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, por tempo ilimitado. Para que esses objetivos sejam atingidos, é imprescindível a adoção de diversas práticas, dando-se prioridade aos sistemas conservacionistas (CARVALHO FILHO, 2004).

Alguns atributos físicos do solo podem ser alterados pelas práticas de manejo se adotadas de maneira incorreta. Dessa maneira a taxa de infiltração de água no solo modifica-se, permitindo, em alguns casos, o aumento do escoamento superficial e a aceleração das perdas de solo e de água, alterando o equilíbrio hidrológico natural do sistema (PANACHUKI et al., 2011).

As práticas conservacionistas têm por objetivo fundamental manter bons teores de matéria orgânica no solo, garantir a máxima infiltração da água, o menor escoamento superficial das águas pluviais, reduzir a desestruturação de agregados e diminuir o impacto das gotas de água das chuvas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Verificar se as práticas de manejo conservacionista adotadas pelo agricultor estão sendo adequadas àquele tipo de solo.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Calcular a declividade da área para construção de terraços, se necessário;
- b) Determinar a densidade do solo;
- c) Estimar a porosidade do solo considerando as densidades de sólidos e do solo;
- d) Avaliar a qualidade física do solo com a determinação da taxa de infiltração básica da água;
- e) Divulgar práticas de caráter conservacionistas do solo, difundindo conceitos fundamentais relacionados com os recursos naturais solo e água;
- f) Estimular o emprego de práticas de caráter conservacionista do solo, de forma a aumentar a taxa de infiltração da água no solo e reduzir a perda de solo por erosão e a contaminação dos recursos hídricos;
- g)

3 JUSTIFICATIVA

O solo é fundamental ao desenvolvimento dos cultivos uma vez que oferece condições ao estabelecimento das plantas. No entanto, esta não é sua única função ambiental, pois pode ser também um importante amenizador de impactos ambientais. Neste contexto, o solo atua como meio de filtragem, tamponamento e transformação, sendo ainda considerado um importante habitat biológico e reserva genética. O solo serve também como reservatório de água, ao permitir que esta infiltre durante as precipitações, retendo-a nos microporos (capilaridade). Através da macroporosidade permite que a água seja conduzida lentamente em seu interior, tanto em profundidade quanto em drenagem lateral, o que é fundamental na manutenção de fontes de água e do nível dos rios. Assim, o uso do solo tendo em conta as suas potencialidades, sua capacidade e suas necessidades, possibilita não apenas a sua conservação, mas também a proteção de mananciais e garante a produção de alimentos para o ser humano (RAKSSA, 2007).

Um dos mais importantes desafios atuais colocados à humanidade está relacionado ao uso e o manejo adequado dos solos. Este desafio relaciona-se com a sustentabilidade das diferentes formas de vida, assim como, com as atividades do ser humano e seus impactos (RAKSSA, 2007).

Tendo em vista a importância do manejo correto do solo na conservação dos recursos naturais por ele oferecido e que na maioria das vezes as práticas adotadas pelo agricultor são realizadas de forma incorreta, justificou-se a necessidade do estudo para verificar a qualidade do solo da propriedade e se o manejo adotado está sendo efetivo tanto para a produtividade como para a conservação dos recursos naturais.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A agricultura está cada vez mais competitiva, sendo necessário produzir mais por área, com menor custo e alta qualidade. Sendo a agricultura o meio de sustentação de muitos agricultores familiares, se fazem necessários a busca por qualidade física, química e biológica do solo, qualidade ambiental, menor degradação do solo e do meio ambiente (SUZUKI, 2005).

Quando o Brasil adotou métodos conservacionistas do solo inicialmente o manejo era voltado à práticas mecânicas. A construção de terraços, curvas de níveis, escoadouros, plantio em nível ou em faixas com o tempo mostraram-se ineficientes. Só a partir dos anos 70 é que se percebeu a importância em manejar adequadamente o solo (PRADO et al., 2010). Desta maneira a evolução da conservação do solo através do manejo surgiu para viabilizar a agricultura brasileira, dando sustentabilidade aos sistemas de produção.

A qualidade do solo, em sua natureza, depende dos fatores de formação e da interferência antrópica relacionada ao uso e manejo (CEOLA, 2011). Com isso o conhecimento sobre os atributos físicos e seu papel são requisitos básicos para se estabelecer um manejo adequado para cada solo.

As propriedades físicas, químicas e biológicas do solo são importantes componentes de sua produtividade (WENDLING et al., 2012). Dentre os atributos indicadores de qualidade do solo destaca-se o teor de matéria orgânica, como fator essencial na caracterização do solo e na influência sobre a densidade, porosidade e infiltração da água.

4.1 MATÉRIA ORGÂNICA

Os solos se diferenciam de acordo com suas características de textura, agregação e matéria orgânica. A dinâmica da matéria orgânica no solo influencia os principais processos químicos, físicos e biológicos, sendo fundamental na relação direta com a qualidade do solo (ROSSATO, 2007). Deste modo, solos mantido sob vegetação natural apresentam características em densidade, porosidade e infiltração adequada.

A matéria orgânica é fundamental para elevar a capacidade de troca de cátions, consequentemente, favorecer o acúmulo de nutrientes, estabilizar o pH e manter uma boa estrutura do solo (FIGUEIREDO, 2008). Contudo, se os cuidados com o uso do solo não forem adequados o baixo teor de matéria orgânica refletirá em menor retenção e armazenamento de água no solo bem como menor aeração dos poros.

Wendling, et al. (2012) avaliaram o teor de matéria orgânica total em quatro diferentes tipos de solos estudados estes constataram que os mesmos apresentaram teores em ordem decrescente: pastagem > semeadura direta > cerrado > pinus. Os autores destacaram que este resultado refletiu diretamente o tipo de uso, manejo, sistema radicular, bem como o histórico de uso das áreas em cada condição.

4.2 DENSIDADE DO SOLO

A densidade do solo é afetada por cultivos que alteram a estrutura do solo, e consequentemente, o arranjo e volume dos poros (KLEIN, 2012). A redução do volume do solo aumenta sua densidade, podendo ou não causar compactação adicional ao solo.

As causas da alteração da densidade do solo podem ser naturais agindo lentamente no solo, ou então provocadas pela ação antrópica, decorrente das forças mecânicas ocasionadas por máquinas agrícolas ou pelo pisoteio animal. Conforme Klein, (2012) o tráfego exagerado, realizado sem controle, sob diferentes condições de umidade o solo é o principal responsável pela compactação.

Conte et al. (2011) ao avaliarem alguns atributos físicos do solo em sistema de lavoura-pecuária, observaram que a compactação resultante do pisoteio animal interferiu nos atributos físicos do solo, ao elevar a densidade e a microporosidade do solo e diminuir a macroporosidade e a porosidade total, na fase pastagem; porém, sem atingir níveis capazes de causar a degradação do solo.

O solo, quando submetido a algum cultivo agrícola tende a perder sua estrutura original pela desestruturação dos agregados, com efeitos na redução da porosidade e aumento da densidade. Conforme Camargo (2011), essas alterações afetam a porosidade de aeração, a retenção de água no solo, a

disponibilidade de água às plantas e a resistência do solo à penetração das raízes.

Ceconi et al. (2007) avaliaram a influência da intensidade de uso do solo na densidade, em uma pequena propriedade rural. Os usos do solo na propriedade eram com lavouras de culturas anuais, pastagem permanente, cana-de-açúcar, mato nativo, horta e parreiral. Perceberam que a densidade foi maior nos solos com culturas anuais (lavoura), com pastagem permanente e com cana-de-açúcar, apresentando valores entre 1,2 e 1,3 g cm⁻³. Para os solos das glebas com mato nativo, horta e parreiral, os valores de densidade observados foram menores.

Para Wendling et al. (2012), em média a densidade da área de plantio apresentou os maiores valores nas duas profundidades analisadas. Em contrapartida o solo da área de pinus apresentou o menor adensamento nas duas profundidades analisadas.

4.3 POROSIDADE

A deformação do solo tem uma relação direta com a porosidade total do solo, especialmente a macroporosidade, indicando que, quanto maior a deformação do solo, maiores serão as reduções de macroporosidade e porosidade total do solo (CECONI, 2007). A alteração do solo pode ser considerada também como outra maneira de representar o efeito da aplicação de pressões no solo (SILVA et al., 2000).

Em estudo realizado por Ceconi et al. (2007), ao avaliarem lavouras de culturas anuais, pastagem permanente, cana-de-açúcar, mato nativo, horta e parreiral, verificaram que a porosidade foi menor nas glebas com maior intensidade de uso. O solo sob mato nativo, entre as glebas avaliadas, foi o que apresentou maior porosidade total do solo, aproximadamente 75%. Considera-se para esta situação às condições do solo em que a porosidade é adequada em decorrência do teor de matéria orgânica ser elevado.

Oliveira et al. (2013) analisando a porosidade de um Chernossolo, em diversas camadas, constatou que ocorre redução da porosidade de aeração do solo com o aumento da profundidade. Spera et al. (2004) descrevem que a perda da porosidade está vinculada à redução do teor de matéria orgânica, ao efeito do impacto das gotas de chuva e a compactação pelo pisoteio animal.

Estes fatores causam uma redução no tamanho dos agregados diminuindo, em consequência o tamanho dos poros.

4.4 TAXA DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DE ÁGUA NO SOLO

De acordo com Klein et al. (2012) a infiltração é a entrada de água no solo através da superfície. A taxa de infiltração de água no solo é dependente de alguns fatores como, textura do solo, estrutura do solo, umidade inicial, declividade do terreno, estabilidade dos agregados entre outros.

A taxa de infiltração da água no solo reflete a quantidade de água que atravessa uma unidade de área da superfície do solo por uma unidade de tempo (KLEIN et al. 2012). Esta é de grande importância para definir técnicas de conservação, planejamento de projetos de irrigação e sistemas de drenagem (SATO et al., 2012).

Bertol et al. (2001) verificaram redução de infiltração de água no solo sob pastagens compactadas pelo pisoteio animal em relação ao solo com vegetação natural, devido ao aumento da densidade e redução da macroporosidade do solo. Verificaram ainda que a taxa de infiltração de água no solo, tanto inicial quanto final, foi maior no sistema plantio convencional com aração e gradagem do que nos demais tratamentos.

Sabe-se que o preparo convencional altera as condições físicas do solo por desagregação e compactação das camadas superficiais, diminuindo a infiltração de água e facilitando o processo erosivo (SATO et al., 2012).

Bono et al. (2012) ao avaliarem a influência de diferentes sistemas de manejo sobre a infiltração de água no solo em um Latossolo Vermelho distrófico relatam que o solo com vegetação nativa não teve variação na taxa de infiltração estável de água. Na comparação entre a lavoura contínua convencional e a pastagem contínua observaram que o sistema de lavoura apresentou menor velocidade de infiltração básica.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto consistiu em um estudo de caso conduzido em uma propriedade rural familiar na comunidade de Rio Brasil, situada no município de Barra do Rio Azul – RS, latitude sul 27°26'31,7" e longitude oeste 52°22'48,3". Há predominância de clima subtropical úmido (Cfa) e de solo classificado como sendo da ordem dos Chernossolos.

Nesta propriedade foram avaliados os atributos químicos e físicos do solo em quatro áreas com diferentes ocupações: área 01: lavoura de milho em sistema convencional; área 02: pomar de citros; área 03: mata; área 04: pastagem. A declividade de cada área corresponde a 0,5 %; 7,5 %; 6,8 % e 7,9 %, respectivamente. Em cada uma das áreas foram obtidas amostras com o objetivo de realizar análise química do solo e determinar a densidade do solo, nas camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm.

Para a obtenção das amostras visando a determinação dos atributos químicos do solo, foi adotado o método de amostragem descrito no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 2004). O procedimento foi composto da escolha aleatória de 10 pontos subamostrais em cada área para formar uma amostra composta. Foram coletadas amostras das camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm, perfazendo um total de 8 unidades amostrais. O equipamento utilizado para coleta foi o trado calador e um recipiente para armazenamento e homogeneização das subamostras. Da quantidade coletada foi retirado ½ kg de solo de cada área e camada, que foi acondicionado em sacos plásticos limpos e etiquetados. As amostras foram levadas ao laboratório para remeter à análise.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com 3 repetições, sendo que os tratamentos caracterizaram-se nas 4 áreas e em 2 camadas. O arranjo dos tratamentos foi em esquema fatorial (4x2) totalizando 24 unidades amostradas. Foi realizada a análise química do solo, determinação da densidade, a porosidade total e taxa de infiltração básica de água no solo.

O método utilizado para determinação da densidade do solo foi do cilindro volumétrico. Consiste em utilizar cilindro de aço inoxidável, com borda inferior cortante, que é cravado diretamente no solo. Esse tipo de mecanismo é conhecido por "Anel de Kopeck". Para cada cilindro foram retiradas as medidas

de diâmetro, altura e peso. Sobre o cilindro é acoplado um dispositivo denominado “castelo”, que recebe as pancadas do martelo e direciona a penetração do anel no solo (KLEIN, 2012).

Para obtenção das amostras, em cada área foram selecionados, aleatoriamente, três pontos de amostragem. Em cada ponto foram coletadas amostras nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, utilizando amostrador metálico, perfazendo um total de 12 amostras para cada profundidade. Para cada anel foram retiradas as medidas de massa, altura e diâmetro. Após a coleta, retirou-se o excesso de solo de suas extremidades, em seguida as amostras foram tampadas. No laboratório, as amostras foram envoltas por papel alumínio em uma das extremidades a fim de evitar perdas de solo, em seguida pesadas e levadas para secagem em estufa com temperatura de 110°C por 48 horas. Passado o tempo de secagem, as amostras foram retiradas e pesadas novamente para assim calcular a densidade, usando-se a equação:

$$\text{Densidade de solo} = \frac{\text{massa seca dos sólidos (g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}}.$$

Para determinação da porosidade total foi realizado o cálculo, para cada área e camada, a partir da equação:

$$Pt = \left[1 - \left(\frac{ds}{dp} \right) \right] * 100$$

Onde:

Pt: porosidade total;

Ds: densidade do solo;

Dp: densidade de partículas.

A taxa de infiltração básica de água no solo foi determinada pelo método de cilindros concêntricos. Este método consiste em manter uma lâmina de água com altura constante na superfície do solo e determinar o volume infiltrado, em determinado intervalo de tempo até uma taxa constante. O cilindro maior serve apenas como efeito de bordadura, sendo a determinação propriamente dita feita no cilindro menor. O cilindro interno e o cilindro do reservatório utilizado possuíam diâmetros diferentes e por isso foi necessário fazer o ajuste. Os cálculos foram realizados com o uso da equação: $V = \pi r^2 * h$.

Obtendo-se assim o valor da área para poder calcular a taxa de infiltração

básica descrita pela equação: $TIB = \frac{V}{A}$.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) no esquema de parcelas subdividas, onde os tratamentos (4 áreas) foram consideradas como parcelas e as camadas (2 profundidades) como subparcelas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$.

5.1 HISTÓRICO DAS ÁREAS

A área de lavoura apresenta a seguinte sequência de culturas: milho silagem, aveia de inverno e milho grão. Tradicionalmente a área é fertilizada com o equivalente 200 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 5-30-15, 200 kg ha⁻¹ de ureia e esterco líquido de suíno na dose de 30.000 L ha⁻¹ ano⁻¹. Até o ano de 2009 o preparo do solo era realizado com uso do arado seguido da grade aradora, sempre antecedendo a implantação das culturas. No ano de 2010 semeou-se soja. Já no ano de 2013 foi realizada a correção do solo, aplicando 200 kg ha⁻¹ da fórmula 9-33-12, 200 kg ha⁻¹ de ureia e 30.000 L ha⁻¹ de dejetos líquido suíno.

Na área de pastagem cultivava-se milho até 2004. A partir deste ano implantou-se a forrageira Tifton. Desse período em diante a terra não foi mais revolvida. A adubação é realizada com aplicação de dejetos líquidos de suíno, aplicando-se em média 40.000 litros ha⁻¹ ano⁻¹. No ano de 2013 foi realizada a correção da acidez do solo, sendo o calcário aplicado sobre a superfície, sem incorporação.

Na área de pomar cultivava-se milho até 2005. Entre 2005 e 2008 foi implantado pomar de citros consorciado com a cultura do milho entre as linhas. A partir de 2009 não foi mais cultivado milho nas entre-linhas do pomar. Em 2010 foi realizada a correção do solo, com a aplicação de 500 g do fertilizante mineral da fórmula 5-30-15, mais 500 g de cloreto de potássio e 200 g de ureia por planta.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos físicos e químicos que o solo estudado apresenta podem ser observados na Tabela 1. Esta caracterização edáfica complementa as informações que permitiram diagnosticar a classe do solo. Os resultados obtidos indicam que o solo em questão apresenta as características de um Chernossolo, que pode ser confirmada com as descrições que constam em Becker (2008) e Embrapa (2013).

Na região Sul há pouca ocorrência destes solos. Suas principais características são bem diferenciais, apresentado alta saturação por bases no horizonte A, denominado de A chernozêmico, com predomínio de cálcio e magnésio entre os cátions trocáveis, moderadamente ácidos e, portanto, altamente férteis. Possuem argila de atividade alta, com elevada capacidade de troca de cátions. São solos geralmente pouco profundos, podendo ou não apresentar aumento no teor de argila em profundidade (EMBRAPA, 2013).

Tabela 1 – Teor de argila, matéria orgânica e demais atributos químicos do solo em diferentes áreas e camadas (cm).

Áreas	Argila (%)		M. O. (%)		P (mg/dm³)		K (mg/dm³)		V (%)		pH		CTC (cmolc/dm³)	
	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20
Lavourea	38	32	3,4	2,7	16	10	321	224	77	75	5,7	5,9	19	16
Pastagem	34	48	3,8	2,8	10	4,9	239	101	85	80	6,4	6,2	18,	13,8
Pomara	38	47	3,6	2,9	37	5,6	400	215	62	42	5,4	5,1	16,	13,6
Mato	14	22		7,2	8,3	5,8	147	135	85	80		5,7	27,	22,3

Observa-se na Tabela 1, que os teores de argila foram semelhantes entre as diferentes áreas, em especial na camada mais próxima à superfície. Destaca-se aqui a exceção observada na área de mato, onde os teores de argila foram os menores, característica essa não muito comum para esse tipo de solo. Pode-se inferir que o método utilizado na determinação da granulometria foi impróprio, tendo o alto teor de matéria orgânica influenciado no resultado. É muito provável que este solo possua predomínio de argila do tipo 2:1. Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013), solos que possuem horizonte superficial rico em matéria orgânica e alto conteúdo de cálcio e magnésio tendem ao desenvolvimento de argilominerais 2:1.

Os teores de matéria orgânica apresentados na Tabela 1 atendem a descrição feita pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. São teores médio a alto e que caracterizam cada área. Embora os teores diminuam conforme a profundidade aumenta, este decréscimo é aceitável porque a matéria orgânica concentra-se na camada mais superficial do solo (CIOTTA et al., 2003). A matéria orgânica é a base essencial para a produtividade agrícola sustentável, pois através dos seus efeitos diretos, é capaz de modular as condições químicas, físicas e biológicas do solo, sendo considerado um fator determinante na fertilidade e fundamental na indicação da qualidade do solo (COSTA et al., 2013).

Assim como a matéria orgânica, a saturação por bases também apresentou índices adequados (Tabela 1), em média 76% para área de lavoura, 82,5% para as áreas de pastagem e mato e 53% para área de pomar. A saturação por bases é a soma dos teores de cálcio, magnésio e potássio em relação a capacidade de troca de cátions (CTC). Ela é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RONQUIM, 2010).

O pH indica a quantidade de íons de hidrogênio presentes na solução do solo. Um solo alcalino possui poucos íons de hidrogênio e muitos íons de cálcio, magnésio e potássio adsorvidos em se complexo coloidal de troca (RONQUIM, 2010). Assim como os outros atributos, o pH fornece um indicativo das condições químicas do solo. Solos com baixa acidez, como os

Chernossolos apresentam baixo teor de alumínio tóxico e consequentemente possuem maior capacidade em reter nutrientes.

A capacidade de troca de cátions é uma propriedade físico-química intrínseca aos constituintes minerais e orgânicos do solo (BORTOLUZZI et al., 2009). Na matéria orgânica as cargas negativas desenvolvem-se em pH baixo. Portanto, a condição favorável do solo para ocorrer a troca de cátions é apresentar valores de pH inferiores a 6 (RAIJ, 1981). O solo estudado apresentou bons resultados em capacidade de troca de cátions (CTC), tais resultados (Tabela 1) devem-se ao teor de argila e principalmente de matéria orgânica.

Os solos da propriedade estão na parte plana do terreno onde a maior declividade calculada foi de 7,9% na área de pastagem e em seu entorno o relevo é montanhoso. Estes solos estão numa posição da paisagem que recebem sedimentos da parte mais alta. Esta condição, associada ao fato de que o solo tem uma saturação por bases originalmente alta, juntamente com a CTC e a matéria orgânica alta, promove condição ideal para acumular os sedimentos vindos da parte mais alta e assim reter mais nutriente.

Os valores de densidade, porosidade do solo e taxa de infiltração de água no solo são apresentados na Tabela 2. A análise de variância indicou que houve interação entre os fatores avaliados, quais sejam as diferentes áreas e camadas. A área de lavoura apresentou a maior densidade na camada de 0-10 cm e o pomar apresentou maior densidade na camada de 10-20 cm. Oliveira et al. (2013) analisando a densidade em várias profundidades constataram que os valores de densidade do solo aumentaram com a profundidade, com maior valor na camada de (10 - 20 cm) em comparação a camada inicial de solo.

Em contrapartida, o solo da área de mato apresentou menor adensamento nas duas profundidades avaliadas. Esta situação explica-se por ser uma área onde não há tráfego constante de máquinas nem pisoteio animal. Ceconi et al. (2007) avaliando a densidade de um Chernossolo com culturas anuais e pastagem permanente encontrou resultados de densidade (1,2 e 1,3 g cm³) semelhantes ao estudo realizado, constatando ainda que em solos com mata nativa a densidade foi menor. Albuquerque et al. (2001) também observaram aumento significativo da densidade média do solo nos sistemas de preparo convencional (1,09 Mg m⁻³) em relação a mata (0,79 Mg m⁻³).

Tabela 2 – Avaliação da densidade (Mg m^{-3}) e porosidade do solo em diferentes áreas e camadas

ÁREAS	Camadas (cm)				Porosidade total média	TIB *
	0 a 10	10 a 20	0 a 10	10 a 20		
	ρ (Mg m^{-3})		Porosidade (%)		(%)	(m m/h)
Lavoura	A	B	5	6	58,49	7,4
	1,167 a	1,033 a	59,66	10,26		
Pastagem	A	A	5	1	60,64	19,9
	1,060 ab	1,027 ab	50,62	19,59		
Pomar	A	A	2	9	61,13	79,1
	0,993 b	1,067 a	53,73	74,66		
Mato	B	A	3	6	69,89	150,6
	0,707 c	0,890 b	32	42		

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

* Estimativa.

A porosidade média do solo tendeu a um aumento para a sequência lavoura, pastagem, pomar e mato conforme a densidade diminuiu. De acordo com Ceconi et al. (2007) há uma relação inversamente proporcional entre a densidade do solo e a porosidade total, sendo que quanto maior a densidade, menor a porosidade total.

Como era previsto, a porosidade foi maior em solos com uso menos intensivo. O solo sobre mato foi o que apresentou maior porcentagem, seguido da área de pomar (Tabela 2). Observa-se também que conforme aumenta a profundidade diminui a porosidade. Oliveira et al. (2013) analisando a porosidade em diversas camadas constataram que ocorre redução da porosidade de aeração do solo com o aumento da profundidade. Em contrapartida, a lavoura e a pastagem foram as glebas com menor porosidade (Tabela 2). Este fato explica-se pelo uso e manejo deste solo, onde há trânsito

constante de máquinas agrícolas e pisoteio animal. Spera et al. (2004) relatam que a perda da porosidade está ligada à redução do teor de matéria orgânica, ao efeito do impacto das gotas de chuva e a compactação pelo pisoteio animal e tráfego de implementos agrícolas, fatores estes que, ocasionando uma diminuição no tamanho dos agregados reduzem o tamanho dos poros.

Na área de lavoura o revolvimento do solo é responsável pelos menores valores de porosidade observados. Ceconi et al. 2007 em estudo sobre a influencia do uso do solo nas propriedades físicas do solo observaram que na área com lavoura a camada superficial (0-10 cm) apresentou uma densidade do solo ligeiramente menor que a camada de 10-20 cm. Isto se deve, provavelmente, ao preparo convencional do solo, que acaba deixando o solo em superfície mais solto e revolvido.

Na área de pomar observou-se a segunda maior porosidade, em relação as demais que sofreram ação antrópica (Tabela 2). Ceconi et al. 2007 citam que esta é uma condição ideal para obter boas produtividades, pois a porosidade é essencial ao desenvolvimento radicular.

A avaliação referente à infiltração de água no solo pelo método de cilindros concêntricos aponta valores característicos para cada área. Observa-se maior infiltração no solo sobre área de mato. Tal condição é dada principalmente pelo alto teor de matéria orgânica, a qual influencia no menor adensamento das partículas e conseqüentemente na porcentagem de poros.

De acordo com Carvalho e Silva (2006), a taxa de infiltração da água no solo é alta no início do processo de infiltração, particularmente quando o solo está inicialmente muito seco, mas tende a decrescer com o tempo, aproximando-se de um valor constante, denominado taxa de infiltração básica.

O elevado valor da taxa de infiltração também para área de pomar pode ser explicado pelo fato de a camada superficial não ter sido revolvida por mais de três anos, podendo influenciar na porosidade do solo pela ação de raízes, que favorecem a infiltração de água no mesmo.

Nas áreas de lavoura e pastagem a baixa taxa de infiltração de água pode ser explicada pelo uso e manejo das mesmas. São áreas em que o revolvimento do solo e o pisoteio animal é frequente. Práticas de aração e gradagem contribuem para condição de compactação do solo. Nesta situação as partículas são adensadas, deixando o solo com baixa porosidade e como

consequência a taxa de infiltração básica desses solos são menores. Bono et al. (2012) em estudo realizado sobre diversas áreas agrícolas constataram que os solos com lavoura de soja e pastagem foram os que apresentaram menor taxa de infiltração.

Estes valores comprovam que quanto menor a densidade maior será a porcentagem de poros presentes no solo contribuindo para uma elevada taxa de infiltração de água no solo.

7 CONCLUSÃO

Não é necessária a construção de terraços na propriedade agrícola estudada, pois sua declividade não passa de 8%. A densidade do solo aumentou em profundidade nas camadas avaliadas em todas as áreas, ocorrendo, em consequência o inverso para a porosidade. Tais condições influenciaram na taxa de infiltração básica de água no solo.

Os valores insatisfatórios de densidade e porosidade dos solos com lavoura e pastagem indicam que o manejo adotado pelo agricultor não está sendo adequado ao tipo de solo, afetando a capacidade de infiltração de água nestes solos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. J et al. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e Características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Lages, SC, v. 25, n. 3, p. 717-723, 2001.
- BALSSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo – Território: revista de geografia agrária**, v. 1, n. 2, p. 123-151, agosto, 2006.
- BECKER, E. L. S. **Solo do Rio Grande do Sul e sua relação com o clima**. Santa Maria, 2008, 99 f.
- BERTOL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE, D. & BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Ciência Agrícola**, v. 58, p.555-560, 2001.
- BONO, J. A. M.; MACEDO, M. C. M.; TORMENA, C. A.; NANNI, M. R.; GOMES, E. P.; MÜLLER, M. M. L. Infiltração de água no solo em um latossolo Vermelho da região sudoeste dos cerrados com Diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Maringá, PR, v. 36, p. 1845-1853, 2012.
- BORTOLUZZI, E. C.; RHEINHEIMER, D. dos S.; PETRY, C.; KAMINSKI, J. Contribuição de constituintes de solo à capacidade de troca de cátions obtida por diferentes métodos de extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.33, p.507-515, 2009.
- CAMARGO, E. S. **Manejo conservacionista do solo e rotação de culturas para cebola**. Lages: [s.n], 2011. 80 p.
- CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Hidrologia. In: _____ **Infiltração**. Rio de Janeiro: 2006, p 60 – 80 (Apostila completa).
- CECONI, D. E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F. Influência do Uso do Solo nas principais propriedades físicas na Microbacia Hidrográfica do Lajeado Biguá, Alecrim-RS. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Anais** Gramado – RS: 2007, p. 5.
- CEOLA, G. **Fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas mineradas no Município de Lauro Müller, Sul de Santa Catarina**. 2011. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do estado de Santa Catarina, curso de pós graduação em ciência agroveterinária, Lages, 2011.
- CIOTTA, M.; N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.
- CONTERATO, M. A.; SCHENEIDER, S. A agricultura familiar do Alto Uruguai, RS: mercantilização e estratégia de reprodução no município de Três Palmeiras. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 23, n. 2/3, p. 159-189, maio/dez. 2006.
- COSTA, E. M. da; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. de A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p.1842, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2013. 306p.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sobre sistemas de manejo e Cerrado nativo. **Biosciência**. Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 24-30, 2008.

FILHO, C. A. **Alterações em latossolo vermelho e na cultura da soja em função de sistemas de preparo**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária campus de Jaboticabal. Jaboticabal, São Paulo, Brasil, 2004, 93 p.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. 2. Ed. Passo Fundo. Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012.

OLIVEIRA, J. F. de; SALES, E. J. de; SILVA, S. S. da; LIMA, V. I. de A.; PEREIRA, J. O. Compactação de um chernossolo rendzico em sistema lavoura- pecuária pelo método uniaxial. **Revista Verde**. Mossoró – RN, v. 8, n. 3, p. 52 - 59, 2013.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, p.1777-1785, 2011.

PRADO, R. B. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 486 p.

RAIJ, B. V. **Avaliação a fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto Internacional da Potassa e Fosfato, 1981.

RAKSSA, M. L. **Análise estrutural da cobertura pedológica no primeiro planalto paranaense: estudo de caso da topossequência fazenda Canguiri**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007, 115 p.

RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n.3, p. 321-344, jul./set. 2005.

ROLAS - Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004. 400 p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas – SP. Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

RÓS-GOLLA, A.; LEAL, A. C. Palestra proferida no III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira – Presidente Prudente, 11 a 15 de novembro de 2005.

ROSSATO, O. B.; STÜRMER, S. L. K.; COPETTI, A. C. C.; RHEINHEIMER, D. S. **Recuperação de carbono orgânico em um Chernossolo de uma Bacia Hidrográfica de Cabeceira**. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Gramado – RS, p. 4, 2007.

SATO, J. H.; FIGUEIREDO, C. C. de; LEÃO, T. P.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio

milho e forrageiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande – PB, v.16, n.2, p.189–193, 2012.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Suscetibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Escuro e de um Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.4, p.239-249, 2000.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELLI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.533-542, 2004.

SUZUKI, J. C. Modernização, território e relação campo-cidade - uma outra leitura da modernização da agricultura. **Agrária**. São Paulo, nº 6, p. 83-95, 2007.

WENDLING, B.; FREITAS, I. C. V.; OLIVEIRA, R. C. de; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. **Biosciencia**. Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 256-265, 2012.