

Solos nos Biomas Brasileiros

3

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)



 **Atena**
Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

Solos nos Biomas Brasileiros 3

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S689 Solos nos biomas brasileiros 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Solos nos Biomas Brasileiros; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-010-0

DOI 10.22533/at.ed.100181412

1. Agricultura – Sustentabilidade. 2. Ciências agrárias. 3. Solos – Conservação. 4. Tecnologia. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. III. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Solos nos Biomas Brasileiro*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume III, apresenta, em seus 17 capítulos, conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo na área de Agronomia.

O uso adequado do solo é importante para a agricultura sustentável. Portanto, com a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, esse campo de conhecimento está entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As descobertas agrícolas têm promovido o incremento da produção e a produtividade nos diversos cultivos de lavoura. Nesse sentido, as tecnologias nas Ciências do solo estão sempre sendo atualizadas e, em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. A evolução tecnológica, pode garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ciência do solo traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade biológica, química e física do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências do solo, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE NATAL/RN	
<i>Daniel Nunes da Silva Júnior</i>	
<i>João Daniel de Lima Simeão</i>	
<i>Martiliana Mayani Freire</i>	
<i>Éric George Morais</i>	
<i>Anna Yanka de Oliveira Santos</i>	
<i>Sandja Celly Leonês Fonsêca</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814121	
CAPÍTULO 2	12
POTENCIAL AGRONÔMICO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NA CULTURA DO MILHO	
<i>Rafael Gomes da Mota Gonçalves</i>	
<i>Dérique Biassi</i>	
<i>Danielle Perez Palermo</i>	
<i>Juliano Bahiense Stafanato</i>	
<i>Everaldo Zonta</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814122	
CAPÍTULO 3	19
PRODUTIVIDADE DE COLMOS E ÍNDICE DE MATURAÇÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA	
<i>Diego Moura de Andrade Oliveira</i>	
<i>Renato Lemos dos Santos</i>	
<i>Victor Hugo de Farias Guedes</i>	
<i>José de Arruda Barbosa</i>	
<i>Maria José Alves de Moura</i>	
<i>Nayara Rose da Conceição Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814123	
CAPÍTULO 4	27
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES USOS DO SOLO	
<i>Lidiane Martins da Costa</i>	
<i>Marta Sandra Drescher</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814124	
CAPÍTULO 5	37
QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO EM SOLOS DO CERRADO DO ESTADO DO AMAPÁ	
<i>Evelly Amanda Bernardo de Sousa</i>	
<i>Iolanda Maria Soares Reis</i>	
<i>Nagib Jorge Melém Júnior</i>	
<i>Ivanildo Amorim de Oliveira</i>	
<i>Laércio Santos Silva</i>	
<i>Ludmila de Freitas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.1001814125	

CAPÍTULO 6 46

QUANTIFICAÇÃO DE ÓXIDOS DE FERRO, ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DOS SOLOS EM DIFERENTES ECOSISTEMAS DO ESTADO DO AMAPÁ

Evelly Amanda Bernardo de Sousa
Iolanda Maria Soares Reis
Nagib Jorge Melém Júnior
Laércio Santos Silva
Ivanildo Amorim de Oliveira
Ludmila de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.1001814126

CAPÍTULO 7 57

REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DE UM ARGISSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

Leonardo Pereira Fortes
Marcelo Raul Schmidt
Tiago Stumpf da Silva
Michael Mazurana
Renato Levien

DOI 10.22533/at.ed.1001814127

CAPÍTULO 8 67

RESPOSTA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM GIRASSOL NO INÍCIO DO ESTÁDIO VEGETATIVO

Samara Ketely Almeida de Sousa
Maria Nusiene Araújo de Lima
Karolainy Souza Gomes
Wendel Kaian Oliveira Moreira
Krishna de Nazaré Santos de Oliveira
Raimundo Thiago Lima da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1001814128

CAPÍTULO 9 79

RESPOSTA DE PLANTAS DE RÚCULA A DOSES CRESCENTES DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA MANDIOCA

Martiliana Mayani Freire
Gleyse Lopes Fernandes de Souza
Éric George Moraes
Ellen Rachel Evaristo de Moraes
Gabriel Felipe Rodrigues Bezerra
Gualter Guenther Costa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1001814129

CAPÍTULO 10 89

RETORNO DE NUTRIENTES VIA DEPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (CATINGUEIRA)

José Augusto da Silva Santana
Luan Henrique Barbosa de Araújo
José Augusto da Silva Santana Júnior
Camila Costa da Nóbrega
Juliana Lorensi do Canto
Claudius Monte de Sena

DOI 10.22533/at.ed.10018141210

CAPÍTULO 11 99

USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO URBANO EM MARABÁ-PA

Silvio Angelo Rabelo
Josué Souza Passos
Nicolau Akio Kubota
Stephanie Regina Costa Almeida
Daiane da Costa Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.10018141211

CAPÍTULO 12 107

VARIABILIDADE E CORRELAÇÃO ESPACIAL DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, NUMA CATENA DO PAMPA GAÚCHO

Jéssica Santi Boff
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Daniel Nunes Krum
Pedro Maurício Santos dos Santos
Higor Machado de Freitas
Lucas Nascimento Brum

DOI 10.22533/at.ed.10018141212

CAPÍTULO 13 117

VARIABILIDADE ESPACIAL DA ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO pH SMP EM NEOSSOLOS COM CULTIVO DA SOJA

Guilherme Guerin Munareto
Claiton Ruviano

DOI 10.22533/at.ed.10018141213

CAPÍTULO 14 127

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PROFUNDIDADE DO SOLO E SUAS RELAÇÕES COM OS ATRIBUTOS DO TERRENO, NUMA CATENA DO PAMPA

Daniel Nunes Krum
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Lucas Nascimento Brum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.10018141214

CAPÍTULO 15 138

VARIABILIDADE ESPACIAL DO FÓSFORO, POTÁSSIO E DA MATÉRIA ORGÂNICA DE NEOSSOLOS, SOB CAMPO NATIVO E SUAS RELAÇÕES ESPACIAIS COM OS ATRIBUTOS DO TERRENO

Daniel Nunes Krum
Julio César Wincher Soares
Claiton Ruviano
Lucas Nascimento Brum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos
Gabriel Rebelato Machado

DOI 10.22533/at.ed.10018141215

CAPÍTULO 16 149

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO PH SMP DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL.

Lucas Nascimento Brum

Guilherme Favero Rosado

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Daniel Nunes Krum

Jéssica Santi Boff

Higor Machado de Freitas

Pedro Maurício Santos dos Santos

Vitória Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.10018141216

CAPÍTULO 17 160

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM DIFERENTES PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

Jéssica Santi Boff

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Daniel Nunes Krum

Pedro Maurício Santos dos Santos

Higor Machado de Freitas

Lucas Nascimento Brum

Matheus Ribeiro Gorski

DOI 10.22533/at.ed.10018141217

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 172

REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DE UM ARGISSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO

Leonardo Pereira Fortes

Estudante de agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS

Marcelo Raul Schmidt

Estudante de doutorado; Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS

Tiago Stumpf da Silva

Estudante de doutorado; Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS

Michael Mazurana

Professor adjunto; Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS

Renato Levien

Professor titular; Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, RS

RESUMO: A estrutura do solo é um fator importante do ponto de vista físico, químico e biológico, pois a dinâmica de infiltração e armazenamento de água e os processos para o desenvolvimento das plantas dependem diretamente da condição estrutural do solo. Assim, este estudo objetivou avaliar a reorganização estrutural do solo sob diferentes sistemas de manejo em um Argissolo Vermelho

Distrófico típico de Eldorado do Sul/RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas. Os tratamentos estudados foram: sistema plantio direto com 16 anos (SPD16); sistema plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo reduzido (SPD3ISPR) e sistema plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo convencional (SPD3ISPC). Foram avaliadas a condutividade hidráulica saturada (K_{sat}), densidade do solo (D_s), Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi) e Porosidade total (Pt). Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando detectada significância, ao teste de Tukey ($p < 0,05$). A K_{sat} apresentou diferenças significativas na profundidade de 0-0,1 m, sendo que o SPD16 apresentou o melhor resultado ($29,12 \text{ mm h}^{-1}$) seguido pelo SPD3ISPR ($20,52 \text{ mm h}^{-1}$) e pelo SPD3ISPC ($2,3 \text{ mm h}^{-1}$). A D_s também apresentou diferenças significativas na profundidade de 0-01 m, sendo de $1,32 \text{ Mg ha}^{-1}$ em SPD16, $1,43 \text{ Mg ha}^{-1}$ em SPD3ISPR e de $1,53 \text{ Mg ha}^{-1}$ em SPD3ISPC. Concluiu-se que as diferentes formas de manejo influenciam na qualidade estrutural do solo, e que em três anos de adoção do sistema plantio direto, não ocorre estabilização do sistema no solo estudado.

PALAVRAS-CHAVE: estrutura do solo, condutividade hidráulica, densidade do solo, sistema plantio direto

ABSTRACT:The soil structure is an important factor from the physical, chemical and biological point of view, since the dynamics of water infiltration and storage and the processes for the development of the plants depend directly on the structural condition of the soil. Therefore, this study aimed to evaluate the structural reorganization of the soil under different management systems in an Ultisol of Eldorado do Sul / RS. The experimental design was of randomized blocks with subdivided plots. The treatments studied were: 16 year of no tillage system (SPD16); no tillage system with three years after 13 years of reduced tillage system (SPD3 | SPR) and no tillage system with three years after 13 years of conventional tillage system (SPD3 | SPC). The saturated hydraulic conductivity (K_{sat}), soil density (D_s), macroporosity (M_a), microporosity (M_i) and total porosity (P_t) were evaluated. Data were submitted to analysis of variance, and when detected significance, to Tukey test ($p < 0.05$). The K_{sat} presented significant differences in depth of 0-0.1 m, with SPD16 showing the best result (29.12 mm h^{-1}) followed by SPD3 | SPR (20.52 mm h^{-1}) and SPD3 | SPC (2.3 mm h^{-1}). The D_s also presented significant differences in depth of 0-0.1 m, being 1.32 Mg ha^{-1} in SPD16, 1.43 Mg ha^{-1} in SPD3 | SPR and of 1.53 Mg ha^{-1} in SPD3 | SPC. It was concluded that the different systems of management influence the structural quality of the soil, and that in three years of no-tillage system adoption, there is no stabilization of the system in the studied soil.

KEY WORDS: soil structure, hydraulic conductivity, soil density, no-tillage system

1 | INTRODUÇÃO

Ao decorrer do Século XX, a agricultura mundial passou por diversas mudanças em relação a forma que os agricultores a praticam no campo. A maioria dessas alterações ocorreram em função de fatores como a necessidade de aumento da produção, devido ao aumento nas demandas por alimentos e produtos do agronegócio, o que segundo a FAO (2018) é um fator crucial para suportar o aumento populacional contínuo. Além disso, ocorreu um crescimento em extensão das áreas cultivadas, aumento da produtividade através do melhoramento genético de plantas, do avanço tecnológico de máquinas e implementos agrícolas, bem como produtos e insumos de maior qualidade. Esses fatores facilitam o trabalho no campo e melhoram as formas de utilização do solo, substituindo preparos de maior mobilização e alta degradação do solo por sistemas com menor mobilização visando maior sustentabilidade na produção agrícola.

O solo mostra-se como um sistema heterogêneo, em que seus componentes influenciam diretamente seu comportamento diante das diferentes formas de manejo. A estrutura do solo é um fator muito importante do ponto de vista físico, químico e biológico. Ela influencia a dinâmica de infiltração e armazenamento de água, movimentação da solução do solo, as trocas gasosas e também a ação da atividade biológica do solo dependem diretamente da condição de porosidade nele existente (diâmetro, comprimento, tortuosidade, quantidade e distribuição entre macroporos e

microporos) (KLEIN, 2014), possibilitando que ocorram todos os processos naturais de cada tipo de solo. A água, o oxigênio, a temperatura e a resistência mecânica à penetração são os principais fatores que afetam diretamente o desenvolvimento das plantas, sob o ponto de vista da física de solos, e que aliados a uma boa condição biológica e de fertilidade, são os principais componentes para o desenvolvimento de plantas (LETEY, 1985)

O Brasil, característico pela grande extensão territorial, apresenta uma complexidade de utilização dos solos, sendo que dados do MAPA (2017) demonstram que o Brasil utiliza apenas 7,6% do seu território com lavouras, somando por volta de 63,9 milhões de hectares. Os principais manejos de solo utilizados na agricultura brasileira tem sido o sistema de preparo convencional (SPC), com sucessivas arações e gradagens, o sistema de preparo reduzido (SPR) em que o manejo é realizado com escarificadores e o sistema de plantio direto (SPD) em que a semeadura das culturas é realizada diretamente no solo sem nenhum manejo prévio. No entanto, apenas 40% da área é cultivada no sistema plantio direto (FRIEDRICH; DERPSCH & KASSAM, 2012).

As práticas de gradagens e subsolagens, comuns no SPC e SPR, diminuem a qualidade química e física do solo, ao promover a desestruturação e redução dos estoques de matéria orgânica no solo (FERREIRA et al., 2010). Segundo Ferreira et al. (2010), a qualidade estrutural do solo refere-se ao arranjo das partículas constituindo um ambiente dinâmico, cuja alteração determinará um novo comportamento dos processos que ocorrem no solo. Assim, ao utilizar sistemas de preparo que preconizam a mobilização do solo, é comum encontrar lavouras em que o solo fica exposto, com uma quantidade reduzida ou nenhuma cobertura, o que favorece eventos indesejáveis do ponto de vista da conservação do solo. A palhada sobre o solo atua como um dissipador de energia, diminuindo a força com que a gota de chuva atinge o solo, e o protege da formação de selo e crosta superficial, fatores que podem afetar principalmente a emergência e assim o estabelecimento da cultura. Além disso, a manutenção de cobertura do solo, diminui a evaporação, protege o solo da ação direta dos raios solares e mantém temperaturas menores na superfície do solo (MORAES et al., 2016).

Nos sistemas de produção agrícola a água é um dos fatores determinantes à produtividade das culturas, estando intimamente relacionada a instabilidades na produção. Ao mesmo tempo é também fator importante no que diz respeito a degradação do solo, principalmente em regiões onde a chuva apresenta alta erosividade, como no Sul do Brasil (SILVA, 2016) onde esse quadro pode se tornar ainda mais grave quando associada à solos com baixa cobertura vegetal, declividade acentuada e deficiência em técnicas de conservação do solo. Dessa forma, os sistemas de manejo devem proporcionar qualidade estrutural do solo, aumentando sua eficiência na dinâmica de infiltração, retenção e redistribuição de água, pois esses processos irão atuar diretamente na disponibilidade de água às plantas.

Nesse contexto, a partir da década de 70 no Brasil teve início a utilização do SPD, tendo seu pico no final desta década e no início dos anos 80, nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, como forma de substituição do sistema de preparo do solo anteriormente vigente, o SPC (MIELNICZUK et al., 2003). Atualmente, com suporte de vários trabalhos de pesquisa, sabe-se que o SPD pode reduzir em até 75% as perdas de solo e em até 22% as perdas de água, quando comparados com o sistema convencional de preparo do solo, anteriormente predominante nas lavouras (BORGES FILHO, 2001). Porém, informações sobre o comportamento do solo em diferentes sistemas em longos períodos de tempo são incipientes, e dificultam o entendimento global dos sistemas de manejo do solo.

Nesse sentido, o Grupo de Pesquisas em Relação Solo-Máquina (GPRSM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) tem dado continuidade a uma série de experimentos de longa duração que tem como objetivo principal avaliar a influência dos diferentes manejos na qualidade estrutural do solo e a sua influência na produtividade das culturas ao longo do tempo, bem como o efeito residual desses sistemas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e descrição do experimento

O estudo tem ênfase na avaliação de atributos físicos do solo em um sistema de transição de uso do solo, passando de campo natural para lavoura de produção de grãos em diferentes sistemas de manejo do solo, num período de 16 anos.

O experimento foi instalado na safra 2000/01 na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, no Município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul, sob um Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2013). O local se caracteriza por apresentar relevo formado por planícies aluviais amplas e pendentes sedimentares, apresentando declividade entre 0,01 a 0,03 m m⁻¹. O clima da região é subtropical de verão úmido quente – Cfa, com a temperatura do mês mais frio oscilando entre -3 e 18 °C e do mês mais quente superior a 22 °C conforme a classificação de Köppen, (1936). A precipitação média anual é de 1.455 mm, com média mensal de 120 mm. Mesmo assim, a área está sujeita a estiagens frequentes no período de verão (Bergamaschi, 2013). Essas características determinam um ecossistema naturalmente frágil e potencialmente sujeito à degradação quando não são observados o correto uso e aptidão do solo.

O experimento foi manejado durante 13 anos-safra (2000/01 a 2012/13) sob diferentes intensidades de mobilização de solo (SPD, SPR e SPC), porém a partir da safra 2013/14 (primeiro ano sem revolvimento do solo no SPC e SPR) o grupo decidiu testar o efeito residual de cada sistema de manejo ao longo do tempo nos

atributos do solo e sua influência na produtividade das culturas agrícolas. Para isso, passou a manejar todos os sistemas nas bases do SPD, ancorado em alguns pilares, dentre os principais a manutenção da cobertura do solo, a rotação, sucessão e/ou consórcio de culturas e a mínima mobilização de solo. O SPD privilegia o arranjo natural e a manutenção da estrutura do solo, melhorando a quantidade e qualidade de poros, favorecendo a infiltração e o armazenamento de água, estimulando a atividade biológica, aumentando a ciclagem de nutrientes, além de ter maior potencial de estocar carbono, adicionando matéria orgânica ao solo. Essas características podem aumentar a capacidade de suporte de carga e dessa forma diminui os riscos de compactação do solo (MORAES et al., 2016). Além de reduzir os riscos de escoamento superficial e lixiviação de nutrientes em condições de precipitações elevadas (TIECHER, T. et al., 2015).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi realizado com três blocos de dimensões de 30 x 30 m, perfazendo uma área de 900 m² para cada bloco. A disposição dos blocos foi ao acaso, e os mesmos foram subdivididos em parcelas nas quais foram distribuídos os três tratamentos: sistema plantio direto com 16 anos (SPD16); sistema plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo reduzido (SPD3ISPR) e sistema plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo convencional (SPD3ISPC).

Três anos após a conversão de todos os sistemas para o SPD (verão de 2016), iniciaram-se testes de campo e laboratório com o objetivo de analisar a condição estrutural do solo em cada parcela experimental com os diferentes históricos de manejo. Para a análise da condição estrutural do solo foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada, realizadas nas profundidades de 0-0,1 m; 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m, com três repetições. Essas amostras foram submetidas a testes que envolvem a movimentação de água no solo, pois esta é capaz de copiar os poros do solo, permitindo sua utilização para descrever a quantidade, qualidade e distribuição dos poros no perfil do solo. Nesse sentido, os testes utilizados foram a condutividade hidráulica saturada (k_{sat}) realizada em laboratório com amostras de solo indeformadas, a macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), a porosidade total (Pt) e a densidade do solo (Ds).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando detectada significância, ao teste de Tukey ($p < 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A macroporosidade não apresentou diferença significativa entre os manejos de solo (Tabela 01), porém verifica-se que em termos percentuais a parcela SPD3 | SPC

apresenta macroporosidade 40% inferior aos demais tratamentos na camada de 0 a 0,1 m e 45% menor em relação ao SPD16 na camada de 0,1 a 0,2 m. Essa diferença do ponto de vista físico pode ser considerada, visto que valores de macroporosidade inferiores a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ na camada de 0 a 0,10 m são críticos para o bom desenvolvimento das plantas (MAZURANA et al. 2011). Esse valor possivelmente foi um dos responsáveis pela maior densidade, menor porosidade total e menor condutividade hidráulica saturada encontradas neste tratamento, sendo esse comportamento já evidenciado em outros trabalhos (MAZURANA et al., 2011). Entre as camadas é natural que ocorra redução da macroporosidade conforme aumenta a profundidade do solo (MAZURANA et al., 2011; CENTURION et al., 2007; REICHERT et al., 2009), isso pode ocorrer tanto pela mobilização causada pelos discos da semeadora, atividade biológica e atividade radicular (GENRO JUNIOR; REINERT & REICHERT, 2004). No entanto, o sistema SPD3 | SPC a macroporosidade foi baixa em todas camadas, refletindo a degradação que este sistema provocou ao solo.

Camadas	0 - 0,1 m	0,1 - 0,2 m	0,2 - 0,3 m
Tratamentos	Macroporosidade $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$		
SPD16	0,14 aA	0,09 aAB	0,05 aB
SPD3 SPR	0,14 aA	0,06 aAB	0,03 aB
SPD3 SPC	0,08 aA	0,04 aA	0,06 aA
	Microporosidade $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$		
SPD16	0,32 aA	0,28 aA	0,31 aA
SPD3 SPR	0,31 aA	0,29 aA	0,33 aA
SPD3 SPC	0,31 aA	0,31 aA	0,30 aA
	Porosidade total $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$		
SPD16	0,46 aA	0,37 aB	0,36 aB
SPD3 SPR	0,45 aA	0,35 aB	0,36 aB
SPD3 SPC	0,43 bA	0,35 aB	0,36 aB
	Densidade do solo Mg m^{-3}		
SPD16	1,32 bB	1,65 aA	1,66 aA
SPD3 SPR	1,43 abB	1,69 aA	1,65 aA
SPD3 SPC	1,53 aB	1,71 aA	1,69 aA

Tabela 01: Macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade de um Argissolo sob diferentes históricos de manejo do solo.

Letras iguais indicam, que no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. Letras minúsculas comparam médias entre os tratamentos na mesma profundidade nas colunas e letras maiúsculas comparam médias do mesmo tratamento nas linhas nas diferentes camadas avaliadas. SPD16 – sistema de plantio direto com 16 anos; SPD3 | SPR – sistema de plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo reduzido; SPD3 | SPC – sistema de plantio direto com três anos após 13 anos de preparo convencional.

A microporosidade não apresentou variação entre tratamentos, nem entre as camadas de solo avaliadas. De forma geral, a microporosidade é influenciada principalmente pela textura e pelo teor de carbono no solo, sofrendo pouca influência direta do manejo (SILVA & KAY, 1997). Porém, em alguns estudos a microporosidade correlaciona-se negativamente com a densidade, pois quando ocorre compactação o sistema poroso é modificado, transformando macroporos em microporos (SILVA;

BARROS & COSTA, 2006). Neste estudo percebeu-se que alguns valores de microporosidade foram menores nos mesmos tratamentos que tiveram os maiores valores de macroporosidade, porém sem nenhuma diferença significativa.

A porosidade total do solo apresentou diferenças significativas entre os tratamentos na camada de 0 a 0,1 m, sendo encontrada a menor Pt no SPC. Dado já constatado por diversos outros autores (CRUZ et al. 2003; BERTOL et al. 2004; TORMENA et al. 2004). A diminuição da porosidade pode causar inúmeros prejuízos, pois juntamente com ela ocorre redução da disponibilidade de água e nutrientes e da difusão de água no solo, o que conseqüentemente prejudica o desenvolvimento das raízes das plantas (TAYLOR & BRAR, 1991). Prejuízo significativo, principalmente por se tratar da camada superficial, onde se concentram cerca de 40 a 60 % das raízes das culturas como soja e milho (BORDIN et al., 2008).

A densidade do solo mostrou, em ordem, a influência dos diferentes manejos no solo, sendo maior no sistema SPD3 | SPC, intermediário no SPD3 | SPR e menor no sistema SPD16. Os valores mostram que quanto maior o histórico de mobilização do solo, maior a densidade. Além disso, três anos de uso do solo no sistema plantio direto, não é capaz de estruturar o solo a ponto de apresentar valores de densidade iguais ao sistema manejado em plantio direto a 16 anos na camada de 0 a 0,1 m. Essa diferença evidencia-se quando se relaciona esse parâmetro com a condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) na camada de 0-0,1 m (Figura 01), um parâmetro físico-hídrico que, apresenta a facilidade com que a água se movimenta no solo. Nesse contexto, nota-se a influência do histórico de manejo na área, sendo que no SPD3 | SPC na condição com maior D_s , a condutividade hidráulica foi a menor. A condutividade hidráulica saturada do solo é diretamente relacionada com a infiltração de água, ao aumentar a infiltração, reduz-se o escoamento superficial, diminuindo a perda de água, solo e nutrientes da área (BERTOL et al., 2007). Sabendo-se que a falta de água é um dos responsáveis pela oscilação da produtividade das culturas anuais (DENARDIN; FAGANELLO & SANTI, 2008), sistemas que permitem maior infiltração de água no solo podem garantir maior segurança na colheita. Desta forma, é possível verificar a baixa qualidade do solo da área SPD3 | SPC que é capaz de infiltrar $2,3 \text{ mm h}^{-1}$ na camada de 0 a 0,10 m em relação ao SPD que é capaz de infiltrar $29,1 \text{ mm h}^{-1}$ nesta mesma camada. Essa baixa condutividade hidráulica saturada encontrada é preocupante, visto que esta região apresenta alta intensidade das chuvas, principalmente no verão (SILVA, 2016).

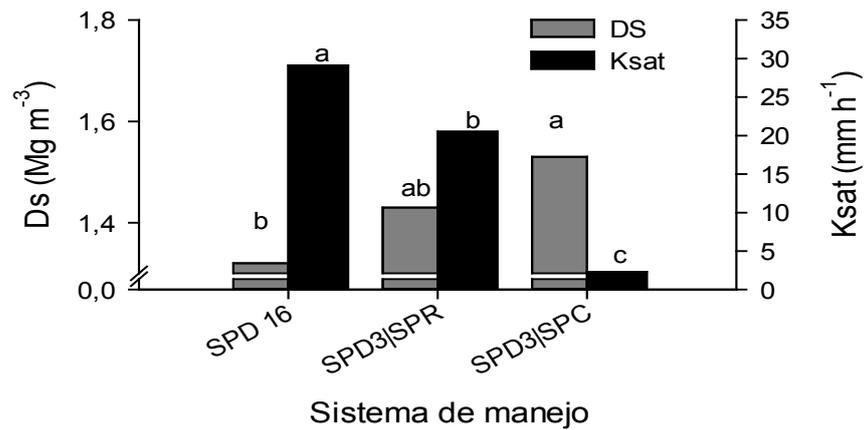


Figura 01: Condutividade hidráulica saturada e densidade do solo em SPD com diferentes históricos de manejo do solo na camada de 0-0,1 m. SPD 16 – Sistema de plantio direto com 16 anos; SPD3|SPR – Sistema de plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo reduzido; SPD3|SPC - Sistema de plantio direto com três anos após 13 anos de sistema de preparo convencional.

Por outro lado, estudos indicam que solos manejados sob sistemas com baixa mobilização, como o SPD, permitem maior acúmulo de matéria orgânica (BAYER et al., 2006), e estimulam a atividade da fauna edáfica e de raízes, as quais atuam na formação de bioporos (LLANILLO et al., 2006). A matéria orgânica bem como as atividades biológicas tem papel preponderante na estrutura do solo, refletindo uma condição estrutural definida, com boa agregação, distribuição e conectividade de poros, o que facilita a movimentação de água no solo, apresentando de forma geral maior qualidade de solo (LLANILLO et al., 2006; SILVA; CURI & BLANCANEUX, 2000; ARAÚJO; GOEDERT & LACERDA, 2007).

4 | CONCLUSÃO

Os diferentes sistemas de manejo do solo influenciam sua qualidade estrutural, sendo o plantio direto com 16 anos o sistema mais eficiente quando comparado aos preparos reduzidos e convencional. A reorganização da estrutura do solo após o a adoção do sistema plantio direto ocorre lentamente, necessitando de maiores estudos quanto a evolução desta reorganização.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J. & LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.1099-1108, out. 2007.

BAYER, C. et al. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, n. 1-2, 217-226, Dec. 2006.

BERGAMASCHI, H. et al. Boletim Agrometeorológico da estação experimental agrônômica da

UFRGS: 1970 a 2012. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2013.

BERTOL I. et al. Propriedades Físicas Do Solo Sob Preparo Convencional E Semeadura Direta Em Rotação E Sucessão De Culturas, Comparadas Às Do Campo Nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.1, p.155-163, fev. 2004.

BERTOL, I. et al. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 133-142, fev. 2007.

BORDIN, I. et al. Matéria seca, carbono e nitrogênio de raízes de soja e milho em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1785-1792, dez. 2008.

BORGES FILHO, E. L. **O desenvolvimento do plantio direto no Brasil**: a conjunção de interesses entre agricultores, indústria e o Estado. 156 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília DF: [Embrapa], 2013. 353 p.

CENTURION, J.F. et al.. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.2, p. 199-209, abr. 2007.

CRUZ A. C. R. et al. Atributos Físicos E Carbono Orgânico De Um Argissolo Vermelho Sob Sistemas De Manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.6, p. 1105-1112, dez. 2003.

DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A. & SANTI, A. Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.18, p.33-34, 2008.

FERREIRA, M. M. **Caracterização física do solo**. In: Lier, Q. J. van (ed.). Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.1-27, 2010.

FRIEDRICH, T.; DERPSCH, R. & KASSAM, A. Overview of the global spread of conservation agriculture. **The Journal of Field Actions**, Paris, v.6, Sep. 2012.

GENRO JUNIOR, S.A.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.477-484, jun. 2004.

KLEIN V. A. **Física do solo**. – 3. Ed. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2014, 263 p.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. – KÖPPEN, W., R. GEIGER (Eds.): Handbuch der Klimatologie. **Gebrüder Borntrager**, Berlin, n. 1, p. 1–44, 1936. part C.

LLANILLO, R.F. et al. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, 205-220, abr.-jun. 2006.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 277–294, 1985.

MAPA. **Lavouras são apenas 7,6% do Brasil, segundo a NASA – 2017** – <http://www.agricultura.gov.br/noticias/dados-da-nasa-demonstram-que-apenas-7-6-da-area-do-brasil-e-ocupada-por-lavouras> – acesso em: 20 de agosto, 2017.

- MAZURANA M. et al. **Sistemas De Preparo De Solo: Alterações Na Estrutura Do Solo E Rendimento Das Culturas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.35, n. 4, p. 1197-1206, jul.-ag. 2011.
- MIELNICZUK, J.; et al. **Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo**. In: CURTI, N. et al. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 3, p. 209-248, 2003.
- MORAES, M. T. DE et al. Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. In: TIECHER (Ed.). **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: Práticas e alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. Porto Alegre, RS: UFRGS, p. 34–48, 2016.
- OCDE / FAO, **Perspectivas Agrícolas da OCDE-FAO 2018-2027**, Publicação da OCDE, Paris / Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Roma, 2018.
- REICHERT, J.M. et al. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 3, p.310-319, mar. 2009.
- SILVA, T. S. da. **Erodibilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo e fator manejo e cobertura vegetal da Equação Universal de Perdas de Solo**. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2016.
- SILVA, S.R.; BARROS, N.F. & COSTA, L.M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 842- 847, dez. 2006.
- SILVA, M.L.N.; CURTI, N. & BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2485-2492, dez. 2000.
- SILVA, A.P. & KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, p. 877-883, maio-jun. 1997.
- STÜRMER, S. L. K. **Atributos Químicos, Físico-Mecânicos E Mineralógicos De Um Argissolo Vermelho Submetido A Manejos De Solo Sob Plantio Direto**. 184 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.
- TAYLOR, H.M. & BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.19, n. 2-3, p.111-119, Feb. 1991.
- TIECHER, T.; MINELLA, J. P. G. Erosão do solo: um problema mundial agravando-se num contexto de “agricultura conservacionista” no Sul do Brasil. In: TIECHER (Ed.). **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: contextualizando as atividades agropecuárias e os problemas erosivos**. Frederico Westphalen: URI – Frederico Westphen, 2015. p. 123–153.
- TORMENA C. A.; VIDIGAL FILHO P. S.; GONÇALVES A. C. A.; ARAÚJO M. A.; PINTRO J. C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.65-71, abr. 2004.

SOBRE OS ORGANIZADORES

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-010-0

