

**Leonardo Tullio
(Organizador)**

**CARACTERÍSTICAS DOS
SOLOS E SUA INTERAÇÃO
COM AS PLANTAS**

Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Características dos Solos e sua Interação com as Plantas

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

C257 Características dos solos e sua interação com as plantas [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-185-5

DOI 10.22533/at.ed.855191403

1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo.

CDD 625.7

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.

2019

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 “Características dos solos e sua interação com as plantas” aborda uma apresentação de 18 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área da Ciência do Solo.

O envolvimento das plantas com o solo requer conhecimento técnico de alto nível, pois a interação Solo – Planta – Ambiente é sem dúvida um universo complexo de informações e resultados que são influenciados por vários agentes externos e internos e que respondem no potencial produtivo de uma cultura. Entretanto, essa interação exige modelagem de dados que muitas vezes são inacabáveis, fazendo assim estimativas conforme os parâmetros estudados.

Porém, com a pesquisa voltada cada vez mais para o estudo do ambiente como um complexo sistema de produção, torna-se favorável para conhecer mais sobre os processos químicos, físicos e biológicos envolvidos no solo e na planta.

Assim, o conhecimento da relação Solo - Planta é fundamental para o entendimento desse sistema de produção, no qual a sua interação com as diversas características define seu potencial.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas surjam neste contexto.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CLASSIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO QUANTO À RESPOSTA E EFICIÊNCIA NO USO DO POTÁSSIO	
<i>Lucas Carneiro Maciel</i>	
<i>Weder Ferreira dos Santos</i>	
<i>Rafael Marcelino da Silva</i>	
<i>Layanni Ferreira Sodré</i>	
<i>Eduardo Tranqueira da Silva</i>	
<i>Fernando Assis de Assunção</i>	
<i>Lázaro Tavares da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914031	
CAPÍTULO 2	8
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DAS FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA DE NEOSSOLOS E SUAS RELAÇÕES COM A GEOMORFOLOGIA DE UMA CATENA DO PAMPA	
<i>Daniel Nunes Krum</i>	
<i>Julio César Wincher Soares</i>	
<i>Lucas Nascimento Brum</i>	
<i>Jéssica Santi Boff</i>	
<i>Higor Machado de Freitas</i>	
<i>Pedro Maurício Santos dos Santos</i>	
<i>Gabriel Rebelato Machado</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914032	
CAPÍTULO 3	21
EFEITOS DAS FORMAS DE MANEJO SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO TÍPICO EM DIFERENTES AGROECOSSISTEMAS	
<i>Valéria Escaio Bubans</i>	
<i>Adriano Udich Bester</i>	
<i>Murilo Hedlund da Silva</i>	
<i>Tagliane Eloíse Walker</i>	
<i>Leonir Terezinha Uhde</i>	
<i>Cleusa Adriane Menegassi Bianchi</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914033	
CAPÍTULO 4	28
EFFECTS OF SOIL, SPATIAL PARAMETERS AND FOLIAR PHENOLIC CONTENTS ON ENTOMOFAUNA VARIABILITY IN PEQUIZEIRO	
<i>Deomar Plácido da Costa</i>	
<i>Gislene Auxiliadora Ferreira</i>	
<i>Suzana Costa Santos</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914034	
CAPÍTULO 5	43
EFICIÊNCIA DE AQUISIÇÃO DE NUTRIENTES DO CAPIM-TIFTON 85 ADUBADO COM DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS	
<i>Alexandra de Paiva Soares</i>	
<i>Oscarlina Lúcia dos Santos Weber</i>	
<i>Cristiane Ramos Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8551914035	

CAPÍTULO 6 47

ESTRATÉGIA NA SELEÇÃO DE MILHO QUANTO A EFICIÊNCIA AO NITROGÊNIO NO ESTADO DO PARÁ SAFRA 2017/2018

Weder Ferreira dos Santos
Elias Cunha de Faria
Layanni Ferreira Sodré
Rafael Marcelino da Silva
Eduardo Tranqueira da Silva
Fernando Assis de Assunção
Lázaro Tavares da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8551914036

CAPÍTULO 7 54

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

Lucas Nascimento Brum
Julio César Wincher Soares
Daniel Nunes Krum
Jéssica Santi Boff
Higor Machado de Freitas
Pedro Maurício Santos dos Santos
Vitória Silva Coimbra
Matheus Ribeiro Gorski
Thaynan Hentz de Lima

DOI 10.22533/at.ed.8551914037

CAPÍTULO 8 65

ÍNDICE DE ESTRATIFICAÇÃO DE CARBONO EM ÁREAS DE EXPANSÃO DA AGRICULTURA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Nádia Goergen
Felipe Bonini da Luz
Ijésica Luana Streck
Marcos André Bonini Pires
Jovani de Oliveira Demarco
Vanderlei Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8551914038

CAPÍTULO 9 74

NUTRITIONAL AND PHENOLOGICAL INFLUENCE IN ESSENTIAL OILS OF *Eugenia dysenterica* ("CAGAITEIRA")

Yanuzi Mara Vargas Camilo
Eudécio Bonfim dos Santos Dias
Eli Regina Barboza de Souza
Suzana Costa Santos
José Realino de Paula
Pedro Henrique Ferri

DOI 10.22533/at.ed.8551914039

CAPÍTULO 10 88

QUIMIOVARIAÇÕES EM CASCAS E SEMENTES DE JABUTICABAS EM FUNÇÃO DOS NUTRIENTES DO SOLO DE CULTIVO DOS FRUTOS

Gustavo Amorim Santos
Luciane Dias Pereira
Suzana da Costa Santos

Pedro Henrique Ferri

DOI 10.22533/at.ed.85519140310

CAPÍTULO 11 103

RESPOSTA DA CULTURA DO MILHO SOBRE EFEITO DE INOCULAÇÃO EM DIFERENTES DOSAGENS DE NITROGÊNIO

Leandro dos Santos Barbosa

Fernando Zuchello

Paula Fernanda Chaves Soares

DOI 10.22533/at.ed.85519140311

CAPÍTULO 12 112

SOLUÇÕES CONSERVANTES EM ARMADILHAS *PITFALL TRAPS* PARA CAPTURA DA FAUNA EPIEDÁFICA

Ketrin Lohrayne Kubiak

Dinéia Tessaro

Jéssica Camile Silva

Luis Felipe Wille Zarzycki

Karina Gabrielle Resges Orives

Regiane Franco Vargas

Maritânia Santos

Bruno Mikael Bondezan Pinto

DOI 10.22533/at.ed.85519140312

CAPÍTULO 13 127

USO DE COVARIÁVEIS AMBIENTAIS PARA A PREDIÇÃO ESPACIAL DO CONTEÚDO DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Nícolás Augusto Rosin

Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Jean Michel Moura-Bueno

Taciara Zborowski Horst

João Pedro Moro Flores

Diego José Gris

DOI 10.22533/at.ed.85519140313

CAPÍTULO 14 136

USO DO BIOATIVADOR DE SOLO E PLANTA NA CULTURA DO MILHO SEGUNDA SAFRA

Cláudia Fabiana Alves Rezende

Rodrigo Caixeta Pinheiro

Jéssica de Lima Pereira

Carlos Henrique Melo

Thiago Rodrigues Ramos Farias

João Maurício Fernandes Souza

DOI 10.22533/at.ed.85519140314

CAPÍTULO 15 148

UTILIZAÇÃO DE PSEUDO-AMOSTRAGEM NO MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO POLÊSINE-RS UTILIZANDO FLORESTA ALEATÓRIA

Daniely Vaz Rodrigues da Silva

Ricardo Simão Diniz Dalmolin

Jéssica Rafaela da Costa

Jean Michel Moura-Bueno

Cândida Regina Müller

Beatriz Wardzinski Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.855191403

CAPÍTULO 16 156

VARIABILIDADE E CORRELAÇÕES ESPACIAIS DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, SOB CULTIVO MÍNIMO, NUMA CATENA DO PAMPA

Jéssica Santi Boff

Julio César Wincher Soares

Claiton Ruviano

Kauã Ereno Fumaco

Daniel Nunes Krum

Pedro Maurício Santos dos Santos

Higor Machado de Freitas

Lucas Nascimento Brum

Vitória Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.85519140316

CAPÍTULO 17 168

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA MATÉRIA ORGÂNICA, FÓSFORO E POTÁSSIO DE NEOSSOLOS, APÓS A INSERÇÃO DA CULTURA DA SOJA, COM PREPARO CONVENCIONAL

Higor Machado de Freitas

Julio César Wincher Soares

Pedro Maurício Santos dos Santos

Daniel Nunes Krum

Lucas Nascimento Brum

Jéssica Santi Boff

Matheus Ribeiro Gorski

Thaynan Hentz de Lima

DOI 10.22533/at.ed.85519140317

SOBRE O ORGANIZADOR..... 176

ÍNDICE DE ESTRATIFICAÇÃO DE CARBONO EM ÁREAS DE EXPANSÃO DA AGRICULTURA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Nádia Goergen

Estudante de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen, Linha 7 de Setembro, s/n BR 386 Km 40, Frederico Westphalen – RS, 98400-000, nadia.goergen@hotmail.com.

Felipe Bonini da Luz

Técnico administrativo em educação, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen;

Ijésica Luana Streck

Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen.

Marcos André Bonini Pires

Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen.

Jovani de Oliveira Demarco

Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen.

Vanderlei Rodrigues da Silva

⁽⁴⁾ Prof. Dr. da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen.

RESUMO: O conteúdo de carbono é um dos principais indicadores da qualidade do solo, assim como a sua estratificação no perfil pode ser utilizado para avaliar a dinâmica da matéria orgânica em função do uso da terra. O aumento da demanda por bioenergia tem ocasionado à expansão das áreas de cana-de-açúcar na região centro sul do Brasil, principalmente em áreas que anteriormente eram usadas como pastagem, e o aumento da produção de grãos

têm expandido suas áreas para solos marginais. Desta forma, a vegetação nativa deu lugar às áreas com pastagens, posteriormente, as pastagens transformadas em lavouras para a produção de grãos ou bioenergia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o índice de estratificação de carbono em áreas de expansão da agricultura. Amostras de solo foram coletadas em três locais, em três camadas e em quatro usos da terra: vegetação nativa, pastagem, cana-de-açúcar e cultivo de grãos (sistema plantio direto (SPD), sistema de preparo convencional (SPC) ou com integração lavoura pecuária (ILP)). A análise de carbono foi realizada para cada camada e o índice de estratificação calculado pela relação entre o conteúdo de carbono da primeira camada pelo conteúdo de carbono das demais camadas. Os resultados indicaram que os usos da terra com pastagem manejada, SPD e ILP são promissores para elevar o conteúdo de carbono no solo enquanto os usos da terra com SPC em áreas tradicionais de agricultura e cana-de-açúcar em solos marginais devem ser analisados com uma postura crítica devido aos baixos índices de estratificação de carbono.

PALAVRAS-CHAVE: Uso da Terra, Cana-de-açúcar, Sistema plantio direto, solos arenosos.

1 | INTRODUÇÃO

A mudança do uso da terra tem sido

responsável, globalmente, por grande parte das emissões de carbono através de CO₂ (CERRI et al., 2009) e pela degradação do solo, principalmente quando a vegetação nativa é convertida em pastagem e a pastagem posteriormente em produção de grãos ou bioenergia. Os diferentes manejos do solo podem interferir significativamente na sua estrutura bem como no armazenamento de carbono causando diversos problemas como selamento superficial, perdas por erosão e dificuldade de penetração das raízes, além de outros impactos nas propriedades químicas do solo (MACEDO 2009, D'ANDRÉA et al., 2004).

Atualmente, áreas de solos arenosos da região Norte do Paraná e Sul de São Paulo têm sido incorporados ao processo produtivo de grãos, intensificação de pastagens e bioenergia, sendo considerada a última fronteira agrícola do país (DONAGEMA et al., 2016). Estes solos são considerados mais susceptíveis a degradação, quando comparados a solos de textura argilosa e por isso, incertezas referentes à qualidade do solo em áreas de expansão da agricultura continuam a ser motivo de preocupação. Segundo Sá et al. (2017), o início da degradação do solo na América do Sul, desencadeado pela transformação de vegetação nativa em pastagens, tem sido agravado pelo mau uso continuado do solo e, o manejo incorreto das pastagens degradadas.

O conteúdo de carbono orgânico do solo é um dos principais indicadores para avaliar a qualidade do solo (FRANZLUEBBERS, 2002). De acordo com Fidalski et al. (2007), uma ótima forma de avaliar a qualidade do solo é pelo índice de estratificação de carbono (IEC). Sendo que o mesmo compara o conteúdo de carbono do solo superficial com o das outras camadas inferiores, onde altas proporções de estratificação podem ser bons indicadores da qualidade do solo.

Segundo Matias et al. (2012), o uso da terra sob SPD e vegetação nativa apresentam melhores IEC do que com SPC, indicando também que os dois primeiros são os que melhor mantêm a qualidade física do solo. Silva et al. (2017), relata que áreas ocupadas com mata nativa apresentam IEC bem maiores que os demais sistemas de cultivo, sendo que usos da terra com Cana-de-açúcar, Pastagem e SPD, apesar de cultivadas ao longo prazo, não apresentam respostas significativas no aumento do IEC.

A melhor compreensão em função das diferenças regionais no solo e quantificação das potenciais práticas de produção são necessárias para assegurar que programas científicos resultem em recomendações de manejo que apoiem a intensificação da agricultura sem degradação adicional do solo, principalmente em áreas de expansão da agricultura.

Sendo assim, para abordar a eficiência das práticas de manejo quanto ao acúmulo de carbono no solo em diferentes usos da terra nestes locais de expansão, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estratificação de carbono em áreas sob vegetação nativa, pastagem, cultivo de grãos e bioenergia na região centro sul do Brasil.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de solo nos usos da terra com vegetação nativa, pastagem, cultivo de cana-de-açúcar e cultivo de grãos em três locais na região Norte do Estado do Paraná, considerados locais de expansão da agricultura: (1) Santo Inácio, em solo originado da formação Arenito Caiuá, sendo classificado como Neossolo Quartzarenico com 10% de argila, 5% de silte e 85% de areia (2) São Jorge do Ivaí, correspondendo a uma região de transição entre a formação Caiuá de origem sedimentar e a formação sobre basalto. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro com 17% de argila, 8% de silte e 75% de areia; (3) Londrina, na fazenda experimental da Embrapa Soja, em solo argiloso originado da formação basáltica, classificado como um Latossolo Vermelho Eutroférico com 75% de argila, 23% de silte e 2% de areia. Em ambas as regiões, o clima é considerado subtropical úmido (Cfa, segundo classificação de Köppen), com temperatura média anual de 20°C. Nos três locais a vegetação nativa consiste de uma vegetação sub-montana secundária e floresta estacional semidecidual composta por *Trichillia clausenii*, *Euterpe edulis* e *Aspidosperma polyneuron* como espécies dominantes.

Em Santo Inácio, o uso da terra com pastagem foi instalado em 1999, composto por *Brachiaria ruziziensis*, com adubação anual de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, com carga animal de 4 UA ha⁻¹, em 2015 a Braquiária foi substituída por *Cynodon spp.* A cana-de-açúcar foi implantada em 2004, manejada sem queima e o cultivo de grãos tem como cultura predominante a soja cultivada em SPD, realizado juntamente com o sistema integração lavoura pecuária (ILP), implantado em 2003.

Em São Jorge do Ivaí os usos da terra correspondem a pastagem natural, do gênero *Cynodon spp.*, sem manejo de adubação, com baixa carga animal (1,5 UA ha⁻¹). A cana-de-açúcar foi implantada em 2007, onde a colheita é realizada sem queima e, o uso da terra com cultivo de grãos é em SPD iniciado em 2010, cultivado com soja no verão.

Em Londrina, a pastagem é cultivada com *Panicum maximum* cv. Tanzânia implantada em 2005 (anteriormente era pastagem natural), com adubação anual de 80 kg ha⁻¹ de N, sendo que no ano de 2013 foi aplicado 4 Mg ha⁻¹ de cama de frango. A carga animal média é 2,9 unidade animal (UA) ha⁻¹. O cultivo da cana-de-açúcar foi instalado em 1975, com renovação feita a cada cinco anos. A última cana planta ocorreu em 2012, com a cultivar RB 5354, utilizando adubação de 250 kg ha⁻¹ do adubo 20-00-20 (formulado NPK) e aplicação de 2 Mg ha⁻¹ de cama de frango. Neste local foram selecionadas quatro áreas com cultivo de grãos, correspondendo a um experimento implantado em 1993. As áreas foram: SPD com rotação de culturas (SPDr), SPD com sucessão de culturas (SPDs), SPC com rotação de culturas (SPCr) e SPC com sucessão de culturas (SPCs). A rotação de culturas corresponde ao cultivo de milho segunda safra após a soja e a sucessão de culturas corresponde ao cultivo

de soja no verão e trigo no inverno. Nos usos da terra com soja a adubação foi 320 kg ha⁻¹ de adubo 00-20-20 (formulado NPK), e nas culturas de milho e trigo foi de 250 e 150 kg ha⁻¹, respectivamente, de adubo 08-28-16.

As amostras foram coletadas em fevereiro de 2016, nas camadas de 0,0-0,10; 0,10-0,20; e 0,20-0-30 m em 4 pontos amostrais distanciados 50 m entre si em cada uso da terra, compondo 12 pontos amostrais. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para laboratório onde o conteúdo de carbono orgânico total foi determinado por combustão seca através do uso de um analisador elementar (*Flash 2000 Organic Elemental Analyzer*). O índice de estratificação de carbono foi calculado através da divisão entre a concentração de carbono da camada superficial (0,0-0,10 m) pela concentração média de carbono das camadas subsuperficiais de acordo com Franzluebbbers (2002).

Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$). A análise de variância foi utilizada para testar os efeitos dos diferentes usos da terra sobre o índice de estratificação de carbono e quando significativos, os valores dos resultados foram comparados usando o teste de Tukey ($p < 0,05$). Neste estudo cada local foi analisado separadamente, visto as diferenças entre os históricos das áreas e as análises realizadas através do software R., versão 3.1.1 (R. Core Team, 2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altas proporções de estratificação de carbono, ou seja, quando maior que 2, podem ser considerados bons indicadores da qualidade do solo e correlacionados com o aumento do estoque de carbono (FRANZLUEBBERS, 2002). Os resultados deste trabalho demonstram, porém, que em São Jorge do Ivaí todos os usos da terra apresentaram IEC inferior a 2 (Figura 1), não havendo diferenças entre os usos, com IEC médio de 1,5. Estes resultados representam que a entrada de carbono nestes ambientes ainda não é a ideal, podendo melhorar para alcançar uma boa qualidade do solo.

Para as condições de solo arenoso em Santo Inácio, o uso da terra com pastagem foi o único a apresentar IEC superior a 2 (Figura 2), porém este valor não foi significativamente diferente dos valores encontrados na vegetação nativa e no uso da terra com ILP, os quais foram inferiores a 2 e próximos a 1,5. Neste local, o IEC da pastagem foi significativamente maior que o IEC obtido no uso da terra com cana-de-açúcar, o qual apresentou IEC inferior a 1.

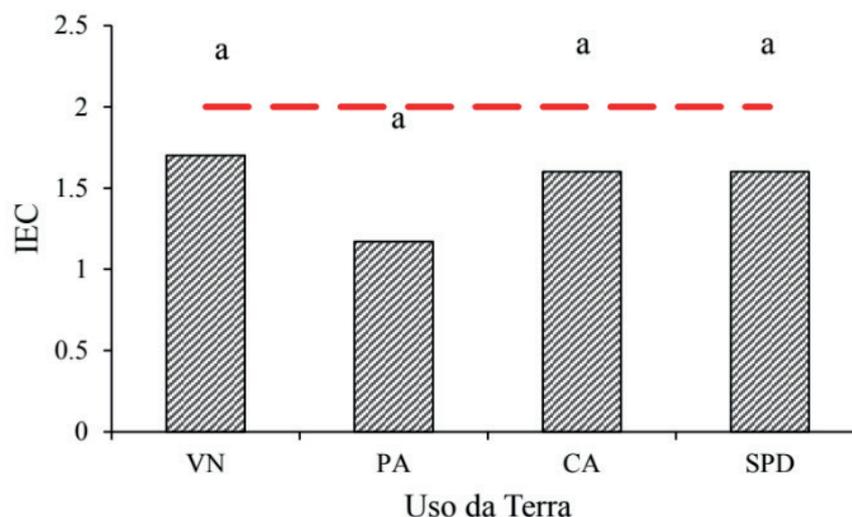


Figura 1. Índice de estratificação de carbono (IEC) em função do uso da terra. Vegetação nativa (VN), pastagem (PA), cana-de-açúcar (CA), sistema plantio direto (SPD), em São Jorge do Ivaí, Paraná – Brasil.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Linha tracejada representa uma relação de referência a IEC igual a 2.

O IEC pode ser utilizado como um eficiente indicador do acúmulo de carbono a longo prazo no uso da terra com SPD no Brasil, atingindo valores entre 1,64 a 2,61 e quando cultivado em preparo convencional estes valores reduzem para 1,12 a 1,51 (SÁ e LAL, 2009). Segundo o presente trabalho, o uso da terra com pastagem, também pode ser eficiente no acúmulo de carbono em solos arenosos (Figura 2). Cabe ressaltar que a pastagem é manejada com correções e adubações periódicas, o que favorece a maior densidade de raízes, maior ciclagem de nutrientes, maior atividade biológica, conseqüentemente aumentando o acúmulo de carbono no solo.

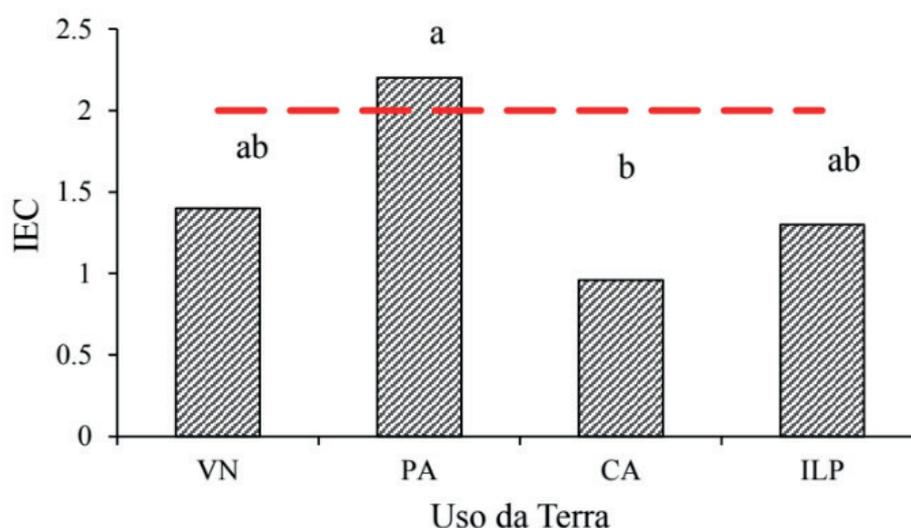


Figura 2. Índice de estratificação de carbono (IEC) em função do uso da terra. Vegetação nativa (VN), pastagem (PA), cana-de-açúcar (CA), sistema plantio direto juntamente com integração lavoura-pecuária (ILP) em Santo Inácio, Paraná – Brasil.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Linha tracejada representa uma relação de referência a IEC igual a 2.

Mesmo não sendo superior a 2, o uso da terra com ILP pode favorecer o acúmulo de carbono em solos arenosos, como visto na área de Santo Inácio, justificando-se devido a maior adição de biomassa ocasionada pela braquiária no período invernal pelo seu extenso e vigoroso sistema radicular (SILVA et al., 2016), o que compensa a baixa adição de material vegetal da soja.

Os resultados deste estudo indicam que o uso da terra com cana-de-açúcar em áreas arenosas é potencialmente mais prejudicial a qualidade do solo que o uso da terra com pastagens (Figura 2) devido ao baixo IEC. Este resultado deve-se principalmente ao cultivo contínuo e o intenso preparo no solo a cada plantio e renovação dos canaviais, pois o revolvimento do solo causa a ruptura da sua estrutura o que expõe a matéria orgânica aos processos de decomposição microbiana, ocasionando redução no conteúdo de carbono na superfície do solo (FIGUEIREDO et al., 2010). Segundo Salton et al. (2014), valores de IEC inferiores ou próximos a um indicam perda da qualidade do solo.

Para estes locais é indicado o uso da terra em sistemas integrados de produção, que aliam SPD, a produção de grãos, gramíneas forrageiras anuais e até mesmo pastagens perenes com correções e adubações periódicas. Segundo Canellas, et al (2003), a própria vinhaça oriunda da cana-de-açúcar, a qual é considerada rejeito pelas indústrias canavieiras, tem resultados positivos quando aplicada ao solo, até mesmo em manejo da cultura com queima da palhada, pois interfere na manutenção do carbono e da matéria orgânica, além de aumentar a fertilidade do solo.

O IEC (Figura 3), demonstrou que os usos da terra com vegetação nativa e sistema plantio direto (SPDr e SPDs) estão apresentando maior entrada de carbono com valores de IEC superior a 2. Os usos da terra com pastagem, cana-de-açúcar e sistema de preparo convencional (SPCr e SPCs) apresentaram valores inferiores a 2.

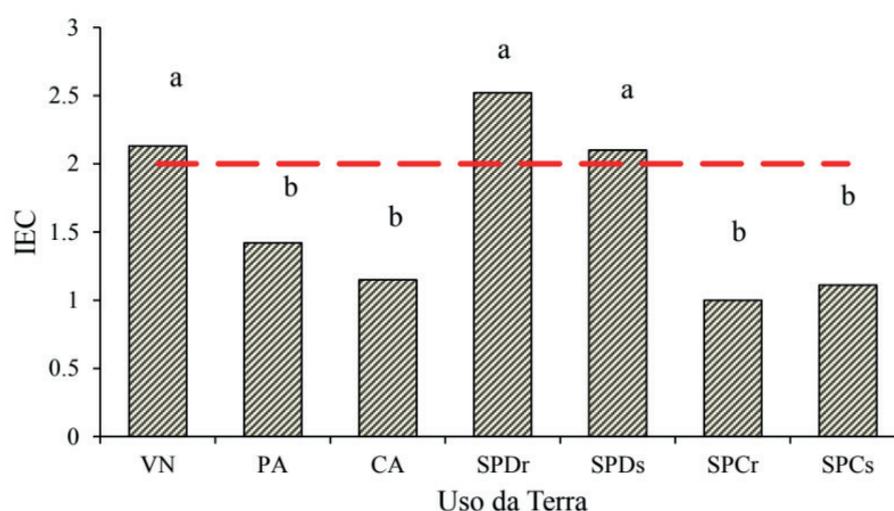


Figura 3. Índice de estratificação de carbono (IEC) em função do uso da terra. Vegetação nativa (VN), pastagem (PA), cana-de-açúcar (CA), sistema plantio direto (SPD) com rotação de culturas (SPDr), SPD com sucessão de culturas (SPDs), sistema de preparo convencional (SPC) com rotação de culturas (SPCr), SPC com sucessão de culturas (SPCs) em Londrina, Paraná – Brasil.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Linha tracejada representa uma relação de referência a IEC igual a 2.

Portanto, o maior valor de IEC obtido pelo SPD é resultado da maior deposição superficial de resíduos orgânicos e pelo crescimento radicular destacado principalmente em camadas superficiais (NUNES et al., 2011).

O alto IEC para o SPD e VN pode estar relacionado com a agregação do solo. Segundo Almeida e Sanches (2014), o plantio direto tende a acumular mais carbono no solo por não destruir os agregados formados e por manter a cobertura do solo, aumentando também a macroporosidade, sendo que, de acordo com Salvo et al. (2014), o SPC compromete a estrutura do solo rompendo os agregados e, conseqüentemente, interrompendo a proteção física do carbono, o que pode ter influenciado nessa dinâmica de carbono no solo que fez aumentar o IEC para o SPD e não para o SPC.

Com base nos resultados obtidos, é possível perceber que o SPD resultou em valores muito próximos aos da VN. Portanto, concorda com o que concluíram Llanillo et al. (2006), ao afirmarem que o SPD é o sistema de cultivo que mais possibilita manter o solo próximo das condições naturais.

De acordo com Sá e Lal (2009), o SPD é considerado muito eficiente no armazenamento de carbono ao longo prazo em solos argilosos na região, pois este sistema se bem manejado, onde que se visa o mínimo de alterações na estrutura do solo, mantém-se sob forma natural chegando a condições próximas a de áreas de mata, com altos teores de carbono no solo. Segundo eles, solos cultivados com plantio direto atingem valores de IEC variando de 1,64 a 2,61, enquanto que em solos cultivados com SPC esses valores podem cair até 1,12.

4 | CONCLUSÕES

A expansão das áreas de cana-de-açúcar na região centro sul do Brasil devem ser evitadas em solos arenosos, pois devido à fragilidade destes, e revolvimento a cada implantação/renovação dos canaviais, demonstrou potencial para redução do índice de estratificação de carbono, comprometendo a qualidade do solo.

Nestas áreas devem ser priorizados usos da terra com alta adição de material vegetal e cobertura permanente do solo.

O SPD é o sistema de manejo que melhor se destaca na dinâmica de carbono no solo por apresentar os mais altos IEC.

REFERÊNCIAS

Almeida RF, Sanches BC. **Disponibilidade de carbono orgânico dos solos no cerrado brasileiro.** Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471 Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. 4, out./dez., p. 259-264, 2014.

Canellas, L. P., et al. **“Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo.”** Revista Brasileira de Ciência do Solo 27.5 (2003).

- Cerri CEP, Easter M, Paustian K, Killian K, Coleman K, Bernoux M, Falloon P, Powlson DS, Batjes NH, Milne E, Cerri CC. **Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 122, p. 58-72, 2007.
- D'andréa AF, Silva MLN, Curi N, Guilherme LRG. **Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.2, p.179-186, fev. 2004.
- Donagema GK, Freitas PL, Balieiro FC, Fontana A, Spera ST, Lumbreiras JF, Viana JHM, Filho JCA, Sanros FC, Albuquerque MR, Macedo MCM, Teixeira PC, Amaral AJ, Bortolon E, Bortolon L. **Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, p. 1003-1020, set. 2016.
- Fidalski J, Tormena CA, Silva AP. **Qualidade Física do solo em pomar de laranja no noroeste do Paraná com manejo da cobertura permanente na entrelinha**. Rev. Bras. Ciênc. Solo vol.31 no.3 Viçosa May./June 2007.
- Figueiredo CC, Resck DVS, Carneiro MAC. **Labile and stable fractions of soil organic matter under management systems and native Cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 907-916, 2010.
- Franzluebbers AJ. **Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality**. Soil & Tillage Research, v. 66, p. 95–106, 2002.
- Llanillo RF, Richart A, Filho JT, Guimarães MF, Ferreira RRM. **Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais**. Ciências Agrárias, vol. 27, núm. 2, abril-junio, 2006, pp. 205-220.
- Macedo MCM. **Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 133-146, 2009.
- Matias SSR, Correia MAR, Camargo LA, Farias MT, Centurion JF, Nóbrega JCA. **Influência de diferentes sistemas de cultivo nos atributos físicos e no carbono orgânico do solo**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias ISSN (on line) 1981-0997 v.7, n.3, p.414-420, jul.-set., 2012.
- Nunes RS, Lopes AAC, Sousa DMG, Mendes IC. **Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho**. R. Bras. Ci. Solo, 35:1407-1419, 2011.
- R Core Team (2016). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sá JCM, Lal R. **Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol**. Soil & Tillage Research, v. 103, p. 46-56, 2009.
- Sá JCM, Lal R, Cerri CC, Lorenz K, Hungria M, Carvalho PCF. **Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security**. Environment International, v. 98, p. 102-112, 2017.
- Sá JCM, Lal R. **Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol**. Soil & Tillage Research, v. 103, p. 46-56, 2009.
- Salton JC, Mercante FM, Tomazi M, Zaatta JA, Concenço G, Silva WM, Retore M. **Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system**. Agriculture,

Ecosystems and Environment, v. 190, p. 70-79, 2014.

Salvo L, Hernández J, Ernst O. **Soil organic carbon dynamics under different tillage systems in rotations with perennial pastures.** *Soil & Tillage Research*, v. 135, p. 41–48, 2014.

Silva CA, Rosset JS, Morais DHO, Santos TMD, Castilho SCP. **Carbono orgânico total e estoque de carbono em diferentes sistemas de manejo na região conesul do Mato Grosso do Sul.** VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

Silva GN, Bonetti JA, Souza ED, Paulino HB, Carneiro MAC. **Management systems and soil use on fractions and stocks of organic carbono and nitrogen total in cerrado latosol.** *Bioscience Journal*, v. 32, p. 1482-1492, 2016.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR (2019-2023), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (2014-2016), Especialista MBA em Agronegócios – CESCAGE (2010). Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009). Atualmente é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-185-5

