

DOCUMENTOS

440

ISSN 2176-2937
Agosto/2021

XVI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja

Resumos expandidos



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 440

XVI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja Resumos expandidos

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Kelly Catharin*
Editoras Técnicas

Embrapa Soja
Londrina, PR
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta
CEP 86001-970
Caixa Postal 231
Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente
Alvadi Antonio Balbinot Junior

Secretária-Executiva
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros
Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Liliane Márcia Mertz-Henning, Marco Antônio Nogueira, Mariangela Hungria da Cunha, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica
Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Edição eletrônica e capa
Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

1ª edição
PDF digitalizado (2021).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (16. : 2021: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XVI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja / Regina Maria Villas Boas de Campos Leite, Kelly Catharin, editoras técnicas – Londrina: Embrapa Soja, 2021.

163 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 440).

1. Soja-Pesquisa. 2. Pesquisa agrícola. I. Série.

CDD: 630.2515 (21. ed.)

Indicadores de qualidade física no solo em diferentes modelos de produção de soja no norte e noroeste do Paraná

SCHNEIDER, V. M.¹; GLOOR, V. S.¹; CECATTO, S. el K.²; FRANCHINI, J. C.³; BALBINOT JUNIOR, A. A.³; SANTOS, E. L. dos⁴; FURLANETTO, R. H.⁵; NUNES, E. da S⁵; DEBIASI, H.³

¹Centro Universitário Filadélfia - UNFIL, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, vmschneider95@gmail.com;

²Estudante de doutorado, UEL; ³Pesquisador, Embrapa Soja; ⁴Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, Cascavel, PR.; ⁵Engenheiro-agrônomo, Cocamar Cooperativa Agroindustrial.

Introdução

As regiões norte e noroeste do estado do Paraná apresentam ampla variação de clima, tipo de solo e altitude, o que proporciona grande diversidade de ambientes e determina a composição dos sistemas de produção, o potencial produtivo das culturas e a estabilidade de produção ao longo do tempo. Na região norte, predominam solos de origem basáltica, portanto, de textura argilosa a muito argilosa (Latosolos, Nitossolos e Cambissolos) (Bhering et al., 2007). Porém, parte da região norte apresenta solos de textura arenosa a média, incluindo solos derivados do Arenito Caiuá (Latosolos e Argissolos). Nessa região, a altitude varia de aproximadamente 350 a 1100 m. Já a região noroeste é caracterizada por solos arenosos e franco-arenosos (Latosolos e Argissolos) formados a partir do Arenito Caiuá (Bhering et al., 2007), com predomínio de altitudes entre 230 e 540 m (IAT, 2009).

Os modelos de produção de grãos das regiões norte e noroeste do Paraná, baseados nas sucessões milho 2^a safra/soja e, em menor grau, trigo/soja, apresentam baixa diversidade de espécies vegetais e baixo aporte de fitomassa da parte aérea e de raízes. Entre as consequências negativas desses modelos, está a degradação da estrutura do solo pela compactação e, que compromete os atributos físicos do solo e, em consequência, prejudica a produtividade das culturas e intensifica os processos erosivos (Debiasi et al., 2015). Adicionalmente, o uso de operações de preparo do solo (gradagens e escarificações) sem critério técnico é frequente na região o que, além de favorecer a erosão, contribui para a degradação da estrutura do solo.

Diante disso, as hipóteses do presente trabalho são: 1) glebas agrícolas manejadas nas sucessões milho 2ª safra/soja ou trigo/soja apresentam degradação da qualidade física do solo; 2) a utilização de modelos de produção com maior diversidade biológica e aporte de palha e raízes melhora a qualidade física do solo em nível de gleba agrícola; e 3) o preparo do solo agrava o processo de degradação da sua estrutura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física do solo em glebas agrícolas sob manejos contrastantes, nas regiões norte e noroeste do Paraná.

Material e Métodos

Foram selecionadas 24 áreas agrícolas pertencentes a 11 municípios das regiões norte e noroeste do Paraná, agrupadas em quatro sub-regiões definidas, tendo como base a localização geográfica, o material de origem do solo e a altitude, características que determinam, em grande parte, os sistemas de produção adotados e o potencial de produtividade. Das 24 áreas amostradas, 22 vêm sendo utilizadas para a produção de grãos há mais de 15 anos (áreas consolidadas), enquanto que duas foram convertidas de pastagem degradada ou cana-de-açúcar para produção de grãos recentemente (áreas de expansão), há menos de quatro anos (Tabela 1).

Tabela 1. Localização e caracterização dos modelos de produção e do preparo do solo (últimas três safras) utilizados nas 24 áreas agrícolas avaliadas no norte e noroeste do Paraná, safra 2018/2019. Embrapa Soja/Cocamar, 2021.

Área (A)	Município	Sequência de culturas ⁽¹⁾		Histórico ⁽³⁾	Modelo de produção	Preparo do solo ⁽⁴⁾
		Inverno ⁽²⁾	Verão			
Noroeste Arenito com altitude < 500 m						
A1	Ângulo	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A2	Floraí	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A3	Iporã	Ruz	Soja	Consolidada	Aprimorado	Não
A4	Iporã	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem
A5	Cafezal do Sul	Pasto degradado	Soja	Expansão	-	Não
A6	Jussara	Milho (2 safras) Milho + Ruz (1 safra)	Soja	Consolidada	Aprimorado	Não

Continua....

Tabela 1. Continuação.

Área (A)	Município	Sequência de culturas ⁽¹⁾		Histórico ⁽³⁾	Modelo de produção	Preparo do solo ⁽⁴⁾
		Inverno ⁽²⁾	Verão			
Noroeste Basalto com altitude < 600 m						
A7	Floraí	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem
A8	Floraí	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem
A9	Floraí	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A10	Jussara	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A11	Mandaguacu	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A12	São Jorge do Ivaí	Milho Milho + Ruz/ Aveia preta	Soja	Consolidada	Aprimorado	Gradagem
Norte Baixo com altitude < 500 m						
A13	Primeiro de Maio	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Escarificação
A14	Primeiro de Maio	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Escarificação
A15	Primeiro de Maio	Milho (1 safra) Milho + Ruz (2 safras)	Soja	Consolidada	Aprimorado	Não
A16	Sertanópolis	Milho (2 safras) Milho/ Milheto (1 safra)	Soja	Consolidada	Aprimorado	Gradagem
A17	Sertanópolis	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem
A18	Sertanópolis	Milho	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem
Norte Alto com altitude > 650 m						
A19	Santa Cecília do Pavão	Trigo	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem
A20	Santa Cecília do Pavão	Trigo	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A21	Santa Cecília do Pavão	Trigo	Soja	Consolidada	Padrão	Gradagem

Continua....

Tabela 1. Continuação.

Área (A)	Município	Sequência de culturas ⁽¹⁾		Histórico ⁽³⁾	Modelo de produção	Preparo do solo ⁽⁴⁾
		Inverno ⁽²⁾	Verão			
A22	São Sebastião Amoreira	Cana Milho + Ruz (3 safras)	Soja	Expansão	-	Não
A23	São Sebastião Amoreira	Trigo	Soja	Consolidada	Padrão	Não
A24	São Sebastião Amoreira	Milho (2 safras) Milho + Ruz (1 safra)	Soja	Consolidada	Aprimorado	Não

⁽¹⁾ Refere-se à sequência de culturas nas safras 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019, com exceção da área (A) 22, que incluiu também a safra 2015/2016, para explicar sua caracterização como área de expansão. Dentro de cada área e estação do ano, a lista das culturas segue essa ordem de safras, de cima para baixo.

⁽²⁾ Ruz = braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*); ⁽³⁾ Consolidada: área sob produção de grãos há mais de 15 anos; Expansão: área convertida para produção de grãos há quatro ou menos anos. ⁽⁴⁾ Relativo às últimas três safras (2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019) antes da avaliação.

A fim de viabilizar o diagnóstico da qualidade do manejo e da fertilidade física do solo, os indicadores utilizados foram o índice de qualidade estrutural do solo (IQes), determinado por meio do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo - DRES (Ralisch et al., 2017) e a taxa de infiltração estável de água no solo (TIE), com o uso do infiltrômetro de Cornell (Serrato et al., 2019). Os indicadores foram enquadrados em cinco classes de interpretação (muito bom, bom, regular, ruim e muito ruim), conforme critérios da Tabela 2. Para possibilitar a comparação direta entre os indicadores, os mesmos foram padronizados atribuindo-se números variáveis entre -2 e 3 (ID) para os limites inferior e superior de cada atributo em cada classe de interpretação (Tabela 2). Com base nessa Tabela, o índice padronizado (ID_p) dos indicadores foi calculado a partir do valor real médio obtido em cada gleba (V_m), pela equação (1).

$$ID_p = (V_m - V_i) \times \left(\frac{ID_s - ID_i}{V_s - V_i} \right) \quad (1)$$

Em que: ID_p = índice padronizado do indicador, variável entre -2 e 3; V_m = valor médio não padronizado (real) do indicador, obtido na gleba avaliada; V_i = valor referente ao limite inferior da classe de interpretação em que V_m se enquadra; V_s = valor referente ao limite superior da classe de interpretação em

que V_m se enquadra; ID_i = índice referente ao limite inferior da classe de interpretação em que V_m se enquadra, correspondente a um número inteiro entre -2 e 3; ID_s = índice referente ao limite superior da classe de interpretação em que V_m se enquadra, correspondente a um número inteiro entre -2 e 3.

Tabela 2. Limites inferiores e superiores das classes de interpretação estabelecidas para os dois indicadores de qualidade física do solo.

Indicadores	Classe de interpretação				
	Muito Ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito Bom
TIE mm h ⁻¹	Mín. ⁽¹⁾ a 19,9	20,0 a 39,9	40,0 a 59,9	60,0 a 79,9	80,0 a Máx. ⁽¹⁾
IQES ⁽²⁾	Mín. a 1,9	2,0 a 2,9	3,0 a 3,9	4,0 a 4,9	5,0 a 6,0
ID (Vi/Vs) ⁽³⁾	-2/ -1,01	-1/-0,01	0/0,99	1/1,99	2/3

⁽¹⁾ Valores médios mínimos (Mín.) e máximos (Máx.) do indicador entre todas as áreas avaliadas. ⁽²⁾ IQES = índice de qualidade estrutural do solo, obtido a partir do diagnóstico rápido da estrutura do solo – DRES (Ralisch et al., 2017). ⁽³⁾ ID (Vi/Vs) = índice atribuído ao valor inferior (Vi) e superior (Vs) de cada classe de interpretação.

Os dados foram primeiramente submetidos à análise estatística descritiva. Para comparação entre as médias de dois grupos de áreas (por exemplo, modelos padrão x modelos aprimorados), foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (teste U) ($p \leq 0,05$). Quando a comparação envolveu três ou mais grupos de áreas, as médias foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Statistica.

Resultados e Discussão

A TIE e o IQES foram enquadrados nas classes “ruim” ou “muito ruim” em 17 e 18 áreas (Figura 1, IDP entre -2 e -0,01), respectivamente, o que representa cerca de 73% dos casos. Como a TIE e o IQES se complementam, a proporção de áreas em que pelo menos um deles foi interpretado como sendo crítico à fertilidade física do solo é a informação chave para um panorama mais realístico a respeito do grau de limitação imposto pelos mesmos nas regiões norte e noroeste do Paraná. Nesse contexto, das 24 áreas avaliadas, em 21 (87,5%), pelo menos um dos dois indicadores foi classificado como “ruim” ou “muito ruim”, evidenciando degradação da estrutura e, conseqüentemente, comprometimento dos processos físicos que ocorrem no solo.

Diante desses resultados, fica evidente que a degradação da estrutura do solo é o problema mais grave relacionado ao manejo do solo nas regiões norte e noroeste do Paraná. Essa condição diminui o crescimento radicular, reduz a eficiência de uso dos fertilizantes e limita a disponibilidade de água e oxigênio às raízes, o que se reflete negativamente sobre a produtividade das culturas especialmente em anos secos e/ou com excesso de chuvas (Bertollo et al., 2021). A degradação estrutural também favorece as perdas de água e solo por erosão, com impactos negativos sobre o ambiente e a produtividade (Didoné et al., 2015).

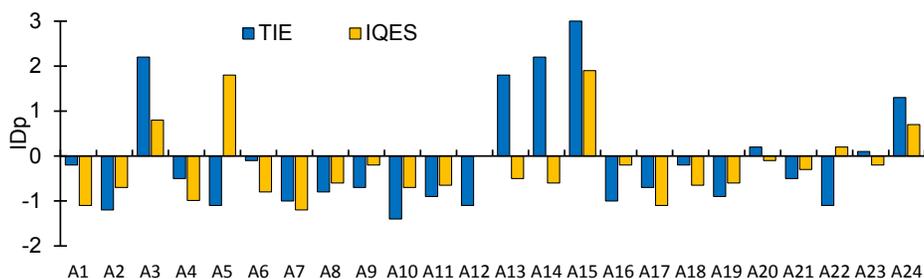


Figura 1. Comparação dos índices padronizados do indicador (ID_p) da taxa de infiltração estável de água no solo (TIE) e do índice de qualidade estrutural do solo (IQES) nas 24 áreas avaliadas. Embrapa Soja/Cocamar, 2021.

O efeito dos modelos de produção (padrão e aprimorado) sobre a fertilidade estrutural do solo, sem diferenciar as glebas em relação à realização ou não de operações de preparo do solo (gradagens e/ou escarificações) é apresentado na Figura 2. Em média, a TIE foi 53% superior nas áreas com maior diversidade de espécies vegetais e maior aporte de palha e raízes (modelos aprimorados), comparativamente às que utilizaram as sucessões trigo/soja ou milho 2ª safra (padrão) (Figura 2a). Os valores médios de TIE foram classificados como ruins nos modelos “padrão” e regulares nos “aprimorados”. Verificou-se ainda que 74% dos pontos avaliados nas áreas manejadas nos modelos “padrão” apresentaram valores de TIE baixos, inferiores a 40 mm h^{-1} (classes de interpretação “ruim” ou “muito ruim”), ao passo que, nos aprimorados, essa proporção foi reduzida para 50% (Figura 2b). Da mesma forma, valores altos de TIE ($>60 \text{ mm h}^{-1}$) foram observados em 31% dos pontos sob modelos aprimorados; nos modelos “padrão” a TIE foi superior a 60 mm h^{-1} em apenas 11% das áreas.

Similarmente à TIE, o IQES médio foi classificado como “ruim” nos modelos de produção “padrão” e “regular” nos aprimorados (Figura 2c), o que indica melhoria da estrutura do solo nas glebas que utilizam modelos com maior diversidade de plantas e aporte de fitomassa da parte aérea e raízes. Adicionalmente, 81% das amostras provenientes de áreas manejadas sob modelos “padrão” apresentaram valores de IQES inferiores a 3, equivalendo às classes de interpretação “ruim” ou “muito ruim”, enquanto apenas 2% obtiveram valores iguais ou maiores que 4 (“bom” ou “muito bom”) (Figura 2d). Em contrapartida, a proporção de amostras com IQES ruim ou muito ruim foi de 23% nos modelos aprimorados, com 41% dos casos apresentando valores considerados bons ou muito bons. Esses resultados evidenciam que o IQES foi mais sensível às alterações na estrutura do solo ocasionados pelos modelos de produção avaliados, em comparação à TIE.

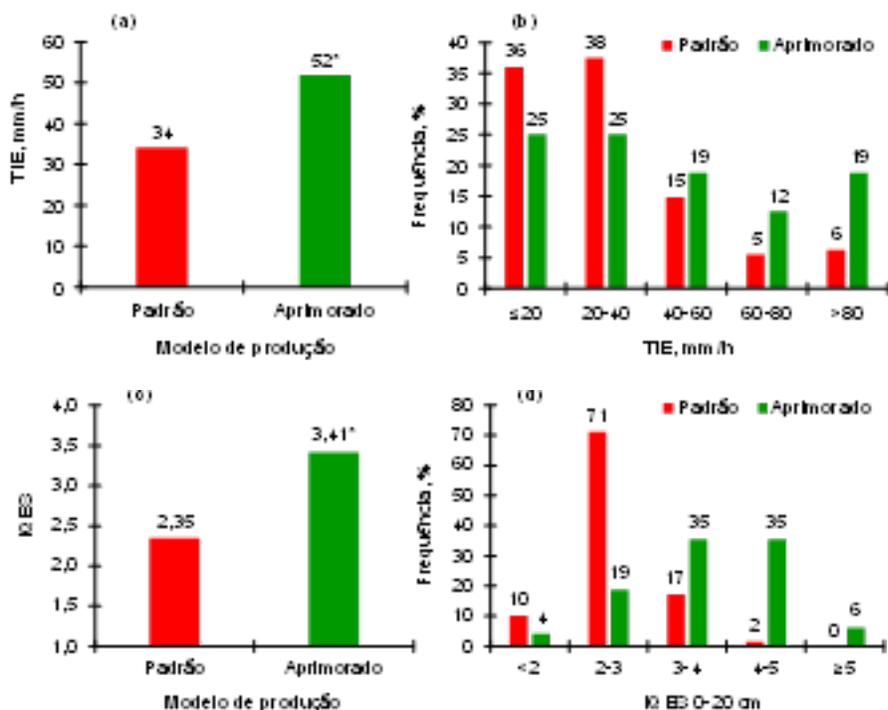


Figura 2. Médias (a, c) e frequência relativa das amostras por classe de valores (b, d) nos modelos de produção padrão e aprimorado, para a taxa de infiltração estável de água (TIE) (a,b) e o índice de qualidade estrutural do solo (IQES) (c,d), em áreas agrícolas consolidadas das regiões Norte e Noroeste do Paraná (safra 2018/2019). Embrapa Soja/Cocamar, 2020. * Diferenças estatisticamente significativas pelo teste U de Mann-Whitney ($p < 0,01$).

As diferenças na estrutura do solo entre os modelos “padrão” e “aprimorados” ficam mais evidentes quando os efeitos da realização ou não de operações de preparo do solo são considerados na análise (Figura 3). Nesse sentido, verifica-se que das 22 áreas consolidadas abrangidas no estudo, 11 (50%) foram submetidas a pelo menos uma operação de preparo do solo nas três safras que antecederam a avaliação (Tabela 1). Nos modelos “padrão”, a TIE nas áreas submetidas a pelo menos uma escarificação no período considerado foi cerca de 2,7 vezes maior do que nas áreas sem preparo ou com realização de pelo menos uma gradagem. Contudo, o IQES das áreas escarificadas não diferiu daquelas sem preparo ou submetidas à gradagem, o que pode ser atribuído à desagregação excessiva do solo promovida pela escarificação, característica considerada como evidência de degradação estrutural pela metodologia DRES (Ralisch et al., 2017).

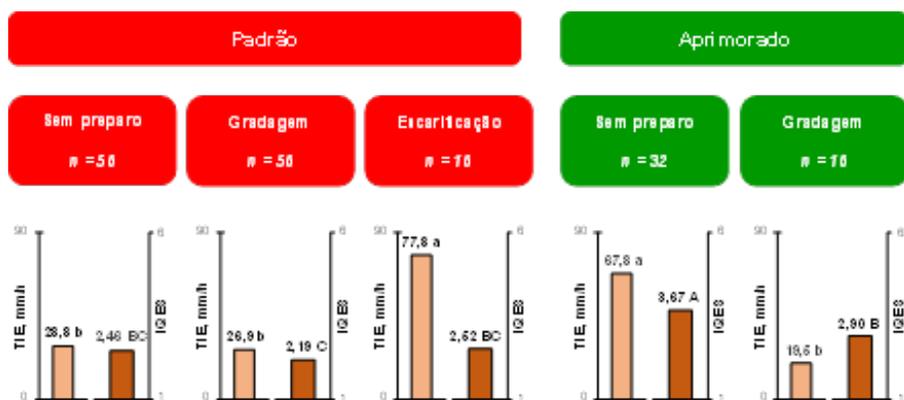


Figura 3. Valores médios de taxa de infiltração estável de água (TIE) e do índice de qualidade estrutural do solo (IQES) em áreas agrícolas consolidadas das regiões Norte e Noroeste do Paraná (safra 2018/2019), agrupadas em função dos modelos de produção e dos sistemas de preparo do solo adotados. Embrapa Soja/Cocamar, 2020.

n = número de amostras por manejo. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas para a TIE e maiúsculas para o IQES, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

No caso dos modelos aprimorados, foram incluídas no diagnóstico, apenas áreas sem preparo ou submetidas a pelo menos uma gradagem nas três safras anteriores à avaliação (Figura 3). Tanto a TIE quanto o IQES foram significativamente menores nas áreas com histórico de gradagem, indicando que essa prática colabora para a degradação da fertilidade estrutural do solo, mesmo em modelos de produção mais diversificados e com maior aporte de

palha e raízes. Além de reduzir a cobertura e acelerar a mineralização da matéria orgânica na superfície do solo (Sá et al., 2008), a gradagem favorece a formação de camadas compactadas abaixo da revolvida (pé-de-grade) (Moraes et al., 2016), contribuindo assim para a degradação da estrutura do solo. Na ausência de preparo do solo, os maiores valores de TIE e IQES foram observados nos modelos de produção aprimorados (Figura 3). Para a TIE, as diferenças entre os modelos de produção foram maiores quando as áreas submetidas a preparos do solo foram excluídas da análise, sendo os valores 2,4 vezes maiores nos modelos aprimorados. Por outro lado, o impacto da separação dos efeitos do preparo do solo sobre as diferenças de IQES entre os modelos de produção foi pequeno, indicando mais uma vez a capacidade desse indicador em detectar a degradação estrutural tanto por compactação quanto por pulverização excessiva. Assim, fica evidente a construção de um perfil de solo com adequada fertilidade estrutural está associada à adoção de modelos de produção com diversidade de espécies vegetais e elevados aportes de material vegetal (palha e raiz), conforme destacado por Debiasi et al. (2015) e Bertollo et al. (2021).

Conclusão

A degradação da estrutura do solo é verificada na ampla maioria das glebas agrícolas sob produção de grãos nas regiões norte e noroeste do Paraná. Melhorias na fertilidade estrutural do solo ocorrem em glebas que utilizam modelos com maior diversidade de plantas e aporte de fitomassa da parte aérea e raízes, aliadas ao fato de não ser realizadas operações de preparo de solo.

Referências

- BERTOLLO, A. M.; MORAES, M. T.; FRANCHINI, J. C.; SOLTANGHEISI, A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; LEVIEN, R.; DEBIASI, H. Precrops alleviate soil physical limitations for soybean root growth in an Oxisol from southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 206, 104820, 2021. 11 p.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I. A.; FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P. de; POTTER, R. O.; CURCIO, G. R. **Mapa de solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 73 p. (Embrapa Solos. Documentos, 96).

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CONTE, O. **Diversificação de espécies vegetais como fundamento para a sustentabilidade da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 60 p. (Embrapa Soja. Documentos, 366).

DIDONÉ, E. J.; MINELLA, J. P. G.; MERTEN, G. H. Quantifying soil erosion and sediment yield in a catchment in southern Brazil and implications for land conservation. **Journal of Soil and Sediments**, v. 15, p. 2334-2346, 2015.

IAT – INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Dados geoespaciais de referência**: Folhas Topográficas do Estado do Paraná 1:50.000. 2009. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dados-geoespaciais-de-referencia>. Acesso em: 12 maio 2021.

MORAES, M. T. de; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. da; LUZ, F. B. da. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 155, p. 351-362, 2016.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. da S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. da S.; DE BONA, F. D. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo - DRES**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 63 p. (Embrapa Soja. Documentos, 390).

SÁ, J. C. M.; SÁ, M. F. M.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, A. O. Dinâmica da matéria orgânica nos campos gerais. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2. ed. rev. atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 443-461.

SERRATO, C. D.; FRANCHINI, J. C.; SERRATO, F. R.; DEBIASI, H.; SANTOS, E. L. dos; CONTE, O.; MORALES NETO, S.; BRISCHILIARI, V. **Infiltrômetro de aspersão de Cornell aperfeiçoado**: aspectos construtivos, operacionais e de manutenção. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 66 p. (Embrapa Soja. Documentos, 424).