

CARACTERIZAÇÃO DOS ÍNDICES FÍSICOS DO NITOSSOLO DE LONDRINA-PR

Martieni, J.P.M. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA) ; Ieda, E.C. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA) ; Oliveira, G.A. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA)

RESUMO

No Brasil há uma variedade de solos, e entre eles o Nitossolo vermelho com textura argilosa. Entretanto, sua ocorrência não está distribuída igualmente pelo país, sendo que grande parte dele se encontra na bacia sedimentar do Paraná. Portanto, o objetivo deste estudo é identificar as características físicas do Nitossolo paranaense, uma vez que tais aspectos são determinantes para avaliar sua adequação para diferentes usos. O estudo utilizou o método de "Limites de Atterberg" para compreender a transição física do solo à medida em que a umidade aumentava. As amostras foram divididas em medianamente plásticas e bem plásticas. O estudo identificou que a maior consistência do horizonte B em relação ao A se deve à maior proporção de areia no horizonte A. Além disso, o índice de liquidez das amostras sugere a presença de argilas pré-adensadas na área estudada. A partir dos dados obtidos nos ensaios, foi possível identificar as características físicas do Nitossolo.

PALAVRAS CHAVES

NITOSSOLO; LIMITES DE ATTERBERG; EROSÃO; ERODIBILIDADE; LONDRINA-PR

ABSTRACT

In Brazil there's a diversity of soils, including the Red Nitosol with clayey texture. However, its occurrence is not evenly distributed throughout the country, with a large part of it found in the Paraná sedimentary basin. Therefore, the objective of this study is to identify the physical characteristics of Nitosol from Paraná, since such aspects are determinant for its availability for different uses. The study used the "Atterberg Limits" method to understand the physical transition of the soil as moisture increased. The samples were divided into moderately plastic and very plastic. The study identified that the greater consistency of the B horizon in relation to the A is due to the greater proportion of sand in the A horizon. In addition, the solution index of the samples suggests the presence of pre-consolidated clays in the studied area. From the assays obtained in the tests, it was possible to identify the physical characteristics of the Nitosol.

INTRODUÇÃO

Segundo Ross et al. (2022), a distribuição dos diferentes tipos de solo no Brasil está amplamente ligada às características tropicais do clima, que é predominantemente quente e úmido em muitas áreas do país. Portanto, espera-se encontrar solos que sejam bem desenvolvidos, com boa estruturação e profundidade, apresentando os horizontes A, B e C, além de colorações que variam do vermelho escuro ao amarelo. De acordo com Ross (2006), os solos predominantes na bacia sedimentar do Paraná são os nitossolos vermelhos com textura argilosa (terras roxas), os latossolos vermelhos argilosos (latossolo roxos) e outras variações de solo - que se formaram sobre basaltos, diabásios, riolitos e riodacitos, decorrentes de derrames vulcânicos. Apesar de haver uma quantidade considerável de nitossolo na bacia sedimentar do Paraná, sua ocorrência é reduzida em relação à diversidade de solos encontrados no Brasil, representando apenas 1,5% do total (Embrapa, 2011). Devido à baixa distribuição deste tipo de solo, há uma quantidade limitada de estudos disponíveis em comparação com outros tipos de solos. A importância de estudar os limites físicos, como o limite de liquidez, o limite de plasticidade e o limite de contração do solo, deve-se à falta de conhecimento sobre fatores importantes que determinam a sua adequação para diferentes usos. Além disso, compreender os limites de um solo é crucial para entender os processos de erosão e sedimentação, uma vez que solos com diferentes níveis de consistência apresentam distintos graus de suscetibilidade a esses processos. Portanto, o objetivo deste trabalho é alcançar uma

interpretação dos limites físicos dos solos por meio do método conhecido como "limites de Atterberg", que permite compreender os estados de transição física dos solos à medida que a umidade aumenta gradualmente, determinando os índices de consistência, plasticidade e liquidez. Para a amostragem contou-se com o método de tradagem em função da observação da profundidade dos mesmos no perfil exposto garantindo assim que as amostras correspondentes aos horizontes fossem as mais expressivas para os ensaios e que a amostra do perfil fosse devidamente quarteada se aproximando da realidade empírica.

MATERIAL E MÉTODOS

Pautado no “Manual de Métodos de Análise do Solo” da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foram aplicados os ensaios para a determinação de areia e argila tendo como o correspondente aos 100% o valor de silte. Conforme indicado pela metodologia, foi empregado o hidróxido de sódio 1N (NaOH 1N) como reagente em 20 gramas de amostra em solução de água deionizada. Processualmente foi realizado o destorroamento das amostras, o peneiramento em malha de 2mm, passagem em estufa para a obtenção de valores de terra seca em estufa (TSE), pesagem de 20 gramas para cada correspondente amostral, adição de água deionizada e solução de reagente de dispersão, agitação no agitador rotativo de Wagner por 20 horas, passagem nas amostras em peneira de malha 0,053 mm para a retenção da fração areia e encaminhamento à estufa, a lavagem decorrente da fração areia foi disposta em provetas ao qual o líquido foi agitado por 20 segundos e seguindo os parâmetros metodológicos a pipetagem foi realizada somente 3h e 24 minutos após a agitação, passado o período da agitação deu-se início a pipetagem de 50ml ao qual o fluido coletado foi despejado em uma placa de petri e levado à estufa para o aferimento da fração argila. (TEIXEIRA, 2017) A proposta de interpretação dos limites físicos dos solos foi proposta em 1896 por Atterberg, denominada como “limites de Atterberg” a idealização do método consiste em compreender os estados de transição física dos solos em função do aumento progressivo da umidade, deliberando os limites de consistência, plasticidade e liquidez. Apoiando-se então nas normativas metodológicas das normas técnicas; ABNT-NBR 6459/2017 acerca dos limites de liquidez, da ABNT-NBR 7180/2016 para a determinação dos limites de plasticidade e a interação destes em índices físicos pela ABNT-NBR 16097/2012. Busca-se então descrever brevemente os processos que seguiram estritamente as normativas para a futura apresentação dos dados. Para o limite de liquidez, as amostras foram previamente quarteadas, destorroadas e pesadas para obter cerca de 80 gramas de amostras dispostas em uma cápsula de cerâmica onde foi adicionado água deionizada até alcançar uma massa homogênea. Esta massa é transposta ao aparelho de Casagrande onde é aberta uma ranhura perpendicular ao eixo de rotação da concha e inicia-se o processo de golpeamento até que a borda das ranhuras se emendem em uma extensão de cerca de 1 cm de área que é coletada, disposta em uma cápsula de alumínio previamente pesada, aferida o peso da amostra e encaminhada à estufa por 12 horas onde é aferida a pesagem para conceber o peso da amostra sólida em função do peso da amostra com água. (ABNT-NBR 6459, 2017) Para a determinação do limite de plasticidade, a cada processo de coleta dos ensaios realizados para o limite de liquidez, foi amostrado também cerca de 10 gramas do material que é moldado em uma esfera e é rolado em uma placa de vidro fosco até atingir o formato de um cilindro com cerca de 3mm de espessura tendo como referência uma guia de haste metálica, o processo se repete até a amostra se fragmentar ao atingir a espessura da guia, assim sendo pesada, e disposta em estufa por 12 horas com a finalidade de aferir o teor de umidade. Com o aferimento do peso e dos teores de umidade das amostras relativas tanto ao ensaio de limite de plasticidade quanto ao limite de liquidez, parte-se para a determinação quantitativa dos índices de plasticidade(IP), liquidez(IL) e consistência(IC) conforme Caputo (1996) atribui-se as seguintes expressões: $IL = \frac{W - LP}{LL - LP}$ $IP = \frac{LL - W}{LL - LP}$ Onde; W - Umidade natural da Amostra (%). LL - Limite de Liquidez. LP - Limite de Plasticidade IP - Índice de Plasticidade. Reforça-se que para melhor trabalho e tabelamento dos dados foi utilizado o software Excel onde as expressões matemáticas supracitadas foram transpostas e executadas em função dos valores obtidos por meio da pesagem das amostras.

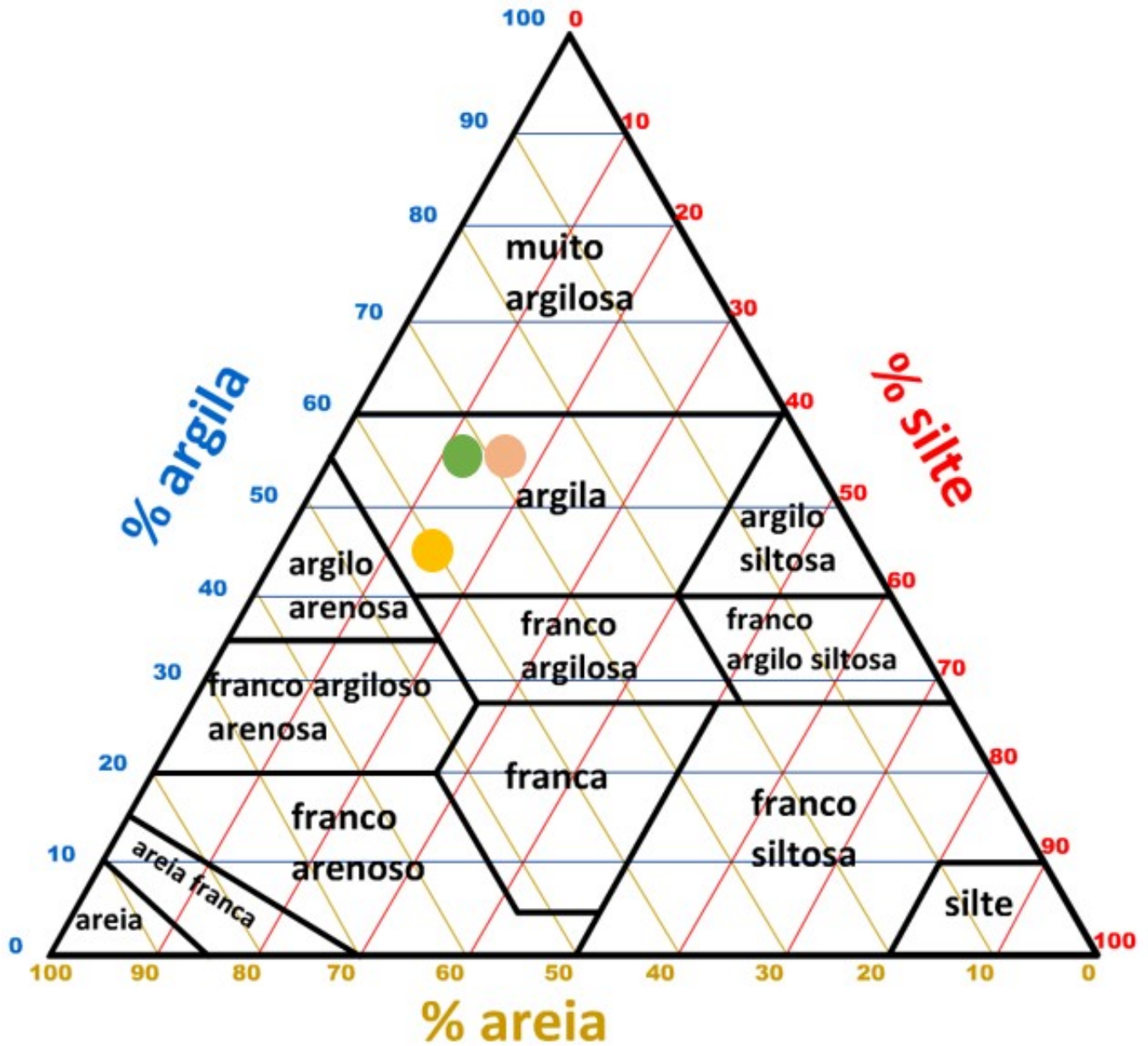
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Nitossolos ganham sua definição devido a presença de horizonte B nítico, este o qual por sua vez se caracteriza principalmente pelo seu alto grau de desenvolvimento e presença de cerosidade; não

se excluindo também a sua textura argilosa ou muito argilosa e a presença de argila de baixa atividade (Tb) ou de alta atividade (Ta) desde que nesta última se faça conjugada com o caráter aluminoso. O horizonte superficial A que se sobrepõe ao B nítico pode ser de qualquer tipo, e o gradiente textural do primeiro para o subsuperficial será pequeno (igual ou inferior a 1,5), ou seja, o incremento de argila será discreto; a estrutura deste apresenta seus tipos em blocos subangulares e/ou angulares ou prismática com grau de desenvolvimento moderado ou forte. Quanto a transições, elas tendem a ser graduais ou difusas, tal horizonte é mineral e também não hidromórfico. A origem mineralógica deste tipo de solo tende a ser rochas básicas como o basalto, diabásio, ou intermediárias, quanto a acidez de tal, ela tende a ser moderadamente ácida ou ácida, com fertilidade variável (distrófico-eutrófico) e de fácil correção caso se faça necessário; quanto a variação cromática, ela é quase inexistente, fazendo deste um tipo de solo com baixa ou nenhuma policromia. Sua ocorrência se dá em apenas 1,5% do Brasil (Embrapa, 2011), sendo que 15,2% desse total supracitado se encontra no estado do Paraná (Embrapa, 2007). O Nitossolo utilizado para este estudo foi coletado na cidade de Londrina - PR nas coordenadas aproximadas -23.333571, -51.209958, o ponto de coleta da amostra se encontra a 541 m de altitude em relação ao nível do mar, tal área apresenta declividade variando de 15,1% a 29,9%, a cobertura atual deste solo é mata apesar de que o mesmo apresenta indícios que em períodos passados foi utilizado para atividades pastoris; justamente por essa cobertura atual, o horizonte orgânico apresentou baixa decomposição, durante experimentos de plasticidade realizados no próprio campo, o horizonte B se demonstrou mais plástico que o horizonte A, indicando maior presença de argila neste primeiro; com a utilização da Carta de Munsell pode-se constatar que a notação de cor do horizonte A se consolidou em um 10R3/4 enquanto o horizonte B melhor se encaixou no 2,5YR2.5/4, indicando que o perfil deste solo é de cor vermelha; a cerosidade (uma das principais características deste solo) também se demonstrou expressiva principalmente no horizonte B. Como resultado em relação dos valores obtidos acerca da granulometria, emprega-se o triângulo de determinação textural (Figura 1) como um fundamento para observar a dispersão das amostras em função das classes texturais; Observa-se como critério quali-quantitativo que há certa dissonância das amostras, sobretudo a amostra referente ao Horizonte A que desloca-se à classe textural em que há menor influência da argila. Tal comprovação conflui com apontamentos de Fontana et. al. (2022) ao constatar o aumento dos teores de areia em solos de média a baixa vertente em uma topossequência. Neste caso reforça-se que a ocorrência de maiores expressões de areia está relacionada a um; “[...]evento de forte tendência ao deslocamento horizontal das areias em vertente como também a contínua mobilidade agravada por processos erosivos no topo” (OLIVEIRA, 2020) Em paralelo, os dados granulométricos e as acepções qualitativas decorrente das interpretações, auxiliam nas análises acerca dos parâmetros de caracterização física dos nitossolos frente à dinâmica erosiva, garantindo assim um diagnóstico dos condicionantes de erodibilidade para o solo no recorte de estudo em questão. Mediante a aplicação dos cálculos e ensaios quantitativos para o horizonte A (HA), horizonte B (HB) e perfil (PERFIL) expressam-se os valores dos índices físicos e classes pautado em Caputo (1996) no quadro abaixo (Figura 2) com o escopo em designar e discutir os critérios quali-quantitativos das amostras. No que circunda os valores obtidos acerca do índice de plasticidade, foram elencadas 3 classes em função da variação granulométrica das amostras. Observa-se que as amostras HA encontram-se na classe dos medianamente plásticos, sobretudo em função dos percentuais de areia presentes na amostra. Em comparativo observa-se uma progressão para as amostras HB e função de uma maior incidência das argilas no horizonte atribuindo o caráter altamente plástico, fator este que pelo processo de homogeneização das amostras referente ao PERFIL obtém-se valores intermediários condizentes com a classe dos bem plásticos. Para a interpretação dos valores do índice de liquidez, as amostras encontram-se em sinergia, remetendo-se ao histórico do ambiente de estudo atribuindo a classe de argilas pré-adensadas em referência aos trabalhos e manejo de solo em área pastoril. No campo dos índices de consistência a amostra HA compete ao campo da consistência mediana uma vez que a interface de coesão se dá pela ação coloidal das argilas sobre as areias e siltes, no caso das amostras HB e PERFIL ambas pertencem à classe de solos moles, sobretudo pela maior progressão de argila nas amostras, entretanto, a amostra referente ao horizonte B detém uma maior consistência, fator este que se deve pela interface transicional entre o horizonte A e B levando a uma maior ocorrência percentual da fração granulométrica de areia do horizonte sobrejacente. De modo geral, a obtenção de dados geotécnicos auxilia na compreensão

dos elementos de erodibilidade do solo em questão em que há uma maior tendência à manifestações erosivas de cunho superficial no horizonte A frente aos dados apresentados e conseqüentemente, uma maior incidência de movimentos de massa ou rastejos no horizonte B expressos pelos índices de plasticidade e consistência apresentados pelos ensaios. Tais dados auxiliam também a compleição de fatores para além da erodibilidade como a tendência de erosividade dos Nitossolos em Londrina-PR que, por se apresentarem em feições de declives ondulados, compõem-se à parâmetros de vulnerabilidade de média à forte conforme Ross (1994). Todavia, pelos critérios de erodibilidade, os Nitossolos se distinguem dos Argissolos no que circunda os movimentos de massa pela maior interação dos horizontes e suas respectivas transições, fazendo com que o horizonte A seja mais suscetível a processos de sulcos e ravinhas uma vez que a permeabilidade deste horizonte em função das areias dificulta a saturação de umidade (LEPSCH, 2002). Com base em estudos realizados por diferentes autores, pode-se concluir que a erosividade dos Nitossolos, incluindo o de recorte de estudo londrinense, está diretamente relacionada à declividade do terreno. Segundo Ferreira et al. (2015) e Sanches et al. (2016), a erosão hídrica em solos de Nitossolos aumenta significativamente à medida que a declividade do terreno aumenta, tendo como principais fatores o caráter de erodibilidade dos solos. Além disso, Cogo et al. (2018) e Ribeiro et al. (2020) destacam que práticas conservacionistas, como o plantio direto e a cobertura vegetal, podem potencialmente reduzir a erosividade dos Nitossolos em terrenos com declividade mais acentuada. Portanto, é fundamental que sejam adotadas medidas de conservação do solo em áreas com Nitossolos em Londrina, especialmente em locais com declividade elevada, a fim de minimizar os impactos negativos da erosão hídrica sobre esses solos e, conseqüentemente, preservar a qualidade e produtividade do meio tratando-se de um uso e ocupação dos solos com maior acuidade Neste sentido, reforça-se a interação e aplicabilidade dos fundamentos geotécnicos na composição e compreensão dos elementos geomorfológicos, buscando assim uma aplicação de dados quantitativos interpretados por um viés geográfico no que circunda a dinâmica de alteração da paisagem e manejo dos solos.

Classes texturais das amostras de Nitossolo



	AREIA %	ARGILA %	SILTE %
PERFIL	35	54	11
HORIZONTE A	40	46	16
HORIZONTE B	30	56	14

Triângulo textural com a quantidade de argila, silte e areia na amostra de Nitossolo

Elementos quantitativos e qualitativos acerca dos índices físicos do s

Amostras	PW	PS	PW-PS	Média W%	Índice de Plasticidade	Índice de Liquidez	Índice de Consistência
HA-1	1.22	1.12	0.1				
HA-2	2.45	1.23	1.22				
HA-3	2.72	1.87	0.85	44.31192564	8.71465178	0.306793679	0.693206321
HA-4	2.66	1.92	0.74				
HA-5	2.11	1.63	0.48				
HB-1	2.48	1.69	0.79				
HB-2	2.14	1.43	0.71				
HB-3	3.42	2.54	0.88	42.67636231	12.44650999	0.582651283	0.417348717
HB-4	2.26	1.66	0.6				
HB-5	2.69	1.84	0.85				
Perfil-1	1.75	1.23	0.52				
Perfil-2	3.06	2.16	0.9				
Perfil-3	1.72	1.21	0.51	40.40739886	11.87845738	0.608912106	0.391087894
Perfil-4	2.05	1.42	0.63				
Perfil-5	2.25	1.71	0.54				

Mediana mente Plásticos < 9
 Bem Plásticos 9-12
 Altamente Plásticos >12

Pré Adensadas 0-0.99

Moles 0-0.5
 Médios 0.5-0.75

Tabela ilustrando os elementos quantitativos e qualitativos acerca do solo estudado

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concebeu-se com o desenvolvimento das pesquisas e metodologias expostas neste trabalho que há uma confluência metodológica potencial das análises geotécnicas para com o discernimento de fenômenos pedológicos e geomorfológicos no que circunda a interpretação dos fatores causais de erodibilidade. Frente a estas concepções, acredita-se que os elementos prerrogativos que buscaram a caracterização dos índices físicos do nitossolo londrinense foram bem trabalhados fornecendo os critérios qualitativos frente a apresentação dos dados quantitativos obtidos através dos métodos mencionados. Neste sentido, destaca-se a necessidade da aplicação de métodos oriundos das geociências para a construção de um amálgama de potencialidades tendo como escopo a caracterização e interpretação de fundamentos geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos, investigando os elementos que deliberam a erosão e os agentes constituintes da erodibilidade. A análise possibilitou também compreender que os índices físicos do solo não são os únicos fatores a influenciar a sua capacidade de sofrer com a erosão hídrica uma vez que se concluiu que neste tipo

de solo em específico, o grau de declividade tende a representar o fator erosivo de forma decisiva. Com isso, entende-se a necessidade de cuidados para com os Nitossolos uma vez que sua produtividade tende a ser alta e sua correção fácil, o que acaba por gerar enormes benefícios não só a quem ali produz, mas também para o Estado em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 11682 : Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 6459 : Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR 7180 : Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.
- CAPUTO, H. P. Mecânica dos Solos e Suas Aplicações. ed.6.Rio de Janeiro: LTC,1996.
- COGO, N. P., PANACHUKI, E.,BERTOL, I. Erosividade de chuvas para diferentes sistemas de manejo do solo e culturas no Paraná. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p.42, 2018
- DOMINGOS, M. M. M., et al. ESTRUTURA DE UM NITOSSOLO VERMELHO LATOSSÓLICO EUTROFÉRICO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO, PREPARO CONVENCIONAL E FLORESTA. 2009. 1517-1524. Universidade Estadual de Maringá- UEM, Maringá, PR, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/CcqvGH9wg9kLThTn3YB4PLK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- EMBRAPA. Solos do Paraná: Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/339505/112/doc962007paranafinal.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- EMBRAPA. Outros atributos do solo. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs/atributos-do-solo/outros-atributos>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- EMBRAPA. Horizontes diagnósticos subsuperficiais. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/solos/sibcs/horizontes-diagnosticos/subsuperficiais>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1093426/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- EMBRAPA SOLOS. Mapa de solos do Estado do Paraná. Escala 1:250.000. Atualização em novembro de 2020. Disponível em: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aparana_solos_20201105. Acesso em: 30 abr. 2023.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Solos do Brasil. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- FERREIRA, R. C., GARCIA, R. A., GOMES, M. P., BARBOSA, G. F., OLIVEIRA, F. H. Erosividade das chuvas e perdas de solo e água em Nitossolo sob diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n.5, 2015 p.452-458.
- FONTANA, A. C., SILVEIRA, H., MARCATTO, F.S., NÓBREGA, M. T. Caracterização e comportamento físico-hídricos do sistema pedológico da topossequência de solos Dourados, Cambira, PR, Brasil. Ra'ega. Curitiba. v.53, n.1, p. 182 - 201, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/79511/45231>. Acesso em: 04 abr. 2023
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 4ªed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- OLIVEIRA, G. A. Condicionantes geomorfológicos de erodibilidade em fragmentos ambientais de mata atlântica : Análises e restauração da estabilidade física em áreas fragilizadas.Orientador: Eloiza Cristiane Torres. 2020. 258f. (Tese de Doutorado) - Geografia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020 Londrina, 2020.
- RIBEIRO, M. F., FILHO, J. O., FARIAS, F. J. C., BHERING, S. B. Soil erosion risk in the region of the Zona da Mata, Brazil. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, v. 20, 2020, p. 2555-2567.
- ROSS, J. L. Geomorfologia Aplicada aos EIAS/RIMAS in: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (org) Geomorfologia Ambiental, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, , 2004,p.291-336
- ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: Revista do Departamento de Geografia nº8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M.; DEL PRETTE, M. E. (orgs.). Ordenamento territorial do Brasil : potencialidades naturais e vulnerabilidades sociais. Osasco, SP : Ed. dos Autores, 2022.

SANCHES, L. F., OLIVEIRA, P. T. S., REIS JUNIOR, D. N., PUGLIESI, A. C. A., BORGES JÚNIOR, J. C. F. Erosividade e perdas de solo em Nitossolo Vermelho em diferentes condições de relevo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, n.9, 2016, p.834-840.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

TEIXEIRA, P. C. Manual de métodos de análise do solo. 3 Brasília: Embrapa, 2017.