



## Caracterização da porosidade do solo em mata ciliar com sedimentos utilizando técnica micromorfométrica

**Nayana Alves Pereira<sup>(1\*)</sup>; Matheus Ortega Gomes<sup>(2)</sup>; Raquel Stucchi Boschi<sup>(3)</sup>; Laura Fernanda Simões da Silva<sup>(4)</sup>; Miguel Cooper<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 13418-900 (\*nayanaalves.esalq@usp.br).

<sup>(1,2,3,4,5)</sup> Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), Piracicaba, SP, Brasil, 13418- 900.

**RESUMO** - A pressão sobre as áreas de vegetação natural, somado a medidas inadequadas de manejo do solo tem provocado uma aceleração nas taxas de erosão do solo. Tal descontrole gera um aumento na quantidade de sedimentos que são depositados em áreas mais baixas do relevo, onde geralmente se encontram os corpos d’água. O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar, por meio de técnicas micromorfométricas, os sedimentos encontrados no interior de mata ciliar em áreas restauradas inseridas em paisagens canavieiras da Usina São João (USJ), localizada no município de Araras-SP e da Usina São Manoel (USM), localizada no município de São Manuel-SP. Foram realizados estudos micromorfométricos dos poros através do processamento de imagens Noesis Visilog<sup>®</sup>. Nas trincheiras da USJ não foram encontradas camadas de acúmulo de sedimentos. A análise micromorfometria de imagens foi adequada para identificar o uso e manejo do solo como fator desencadeante da erosão nos solos avaliados. A infiltração da água está sendo prejudicada nas camadas 2CAb, 2Ab e C2, da T4 na USM. Os solos das áreas da USM são suscetíveis à erosão

**Termos de indexação:** erosão, micromorfometria, sedimentação.

### INTRODUÇÃO

A erosão é um importante processo de degradação do solo, uma vez que afeta sua qualidade. Os impactos associados ao aumento das taxas de erosão podem ser intrínsecos ou extrínsecos, como perda de solo, de fertilidade, soterramento de plântulas, além do assoreamento e eutrofização dos cursos d’água. Tais impactos assumem importância global ambiental, econômica e social (PRUSKI, 2006). Portanto, as matas ciliares funcionam como verdadeiros filtros funcionais contra resíduos de contaminantes e defensivos agrícolas, evitando que estes atinjam os corpos d’água. A

degradação dessa vegetação permite que o fluxo superficial advindo de áreas agrícolas, carregado de sedimentos e contaminantes.

Estudos de erosão e deposição de sedimentos que integram sistemas agrícolas e matas ciliares são essenciais para a compreensão dos aspectos funcionais de paisagens complexas, como as bacias hidrográficas, que contêm ambos os elementos. Esta compreensão é fundamental para melhorias na legislação ambiental e para o sucesso em intervenções públicas visando a restauração de sistemas ribeirinhos.

Neste contexto, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a porosidade dos sedimentos encontrados no interior de mata ciliar em áreas restauradas inseridas em paisagens canavieiras, utilizando técnicas micromorfométricas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Usina São João (USJ) no município de Araras – SP, e na área da Usina São Manoel (USM) no município de São Manuel – SP onde, ambas compreendem áreas restauradas de Floresta Estacional Semidecidual inseridas em paisagens canavieiras do estado de São Paulo. As duas localidades estão situadas em região de clima do tipo Cwa pela classificação de Köppen. A temperatura média anual ao redor de 21°C, com média máxima de 28°C e mínima de 15°C. novembro e fevereiro, e período mais seco de junho a agosto. O relevo dos locais enquadra-se como suave ondulado (Santos et al., 2014), sendo que na USJ a declividade é de aproximadamente 4%, e na USM de aproximadamente 6%.

#### **Tratamentos e amostragens**

Foram realizadas tratagens e coletas de solos para descrições morfológicas, seguindo a metodologia descrita por Santos et al. (2018). Na USJ foram abertas 4 trincheiras (T1, T2, T3 e T4) e na USM foram abertas 6 trincheiras (T1, T2, T3, T4, T5 e T6), seguindo a metodologia de Boulet et al. 1982.

Nos horizontes de cada trincheira, foram coletadas



amostras deformadas e indeformadas (EMBRAPA, 2017). Através das amostras deformadas, foi determinada a granulometria, utilizando o método do densímetro tipo Bouyoucos (JACOB e CLARKE, 2002). As amostras indeformadas (BULLOCK et al., 1985), foram coletadas nos locais onde se encontrou depósitos de sedimentos e foram utilizadas para a confecção de blocos e posteriores análises micromorfológicas (COOPER et al., 2017).

Foi realizada quantificação e classificação de poros, segundo critérios definidos por Cooper et al. (2005) e otimizado com o auxílio do programa SPIA (COOPER et al., 2016). Neste caso, o formato dos poros é definido de acordo com Cooper et al. (2010) sendo classificados em três grupos: poros em função da sua forma (arredondados, alongados e complexos) e tamanho (pequenos, médios e grandes).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas trincheiras da USJ não foram encontradas camadas de acúmulo de sedimentos, com isso a coleta de amostras indeformadas e consequente análise micromorfológica, não foram realizadas nesse local. Na USM, camadas de acúmulo de sedimentos foram encontradas apenas nas trincheiras do interior da mata (T4, T5 e T6), conforme descrição morfológica na **Tabela 1**. Com isso, as trincheiras T1, T2 e T3, foram excluídas das análises micromorfológicas.

A T4 da USM apresentou camadas e horizontes com porosidade total variando de 43,57% (2Ab) a 56,89% (2ACb) (**Tabela 2**). Em todas as camadas, a maior parte da porosidade é composta por poros do tipo complexos grandes. Este fato pode estar relacionado à granulometria destas camadas que apresentaram teores de areia acima de 88%.

As camadas 2CAb, 2Ab e C2 foram as que apresentaram menor participação de poros complexos grandes na porosidade total, 36,29, 36,59 e 36,71%, respectivamente. Foram nessas camadas também os maiores valores observados de poros arredondados, acima de 5%. Estes resultados corroboram com Momoli & Cooper (2016), os quais afirmaram que o predomínio de poros arredondados prejudica a infiltração da água no solo pela ausência de conexão entre os poros. No presente trabalho, os poros do tipo alongado, independentemente do tamanho, foram os que apresentaram menor influência sobre a porosidade total. Em relação a ocorrência de poros do tipo complexo pequeno foi nula, e de muitos complexos médios e arredondados grandes foram insignificantes (**Tabela 2**).

## CONCLUSÕES

A análise micromorfolométrica de imagens foi adequada

para identificar o uso e manejo do solo como fator desencadeante da erosão nos solos avaliados.

A infiltração da água está sendo prejudicada nas camadas 2CAb, 2Ab e C2, da T4 na USM, devido a porosidade reduzida.

Os solos das áreas da USM são suscetíveis à erosão.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão do financiamento da pesquisa e as fazendas da Usina São João e Usina São Manoel por disponibilizar as áreas para o estudo.

## REFERÊNCIAS

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. I Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique : les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol: 1982. P. 309-321.

BULLOCK, P.; FEDEROF, N.; JONGRRIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. Handbook for soil thin section description. Albrighton, United Kingdom, 1985.

COOPER, M. et al. Software for micromorphometric characterization of soil pores obtained from 2-d image analysis. Scientia Agricola 73: 388-393, 2016.

COOPER, M.; CASTRO, S. S. de. COELHO, R. M. In: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 3ed. revisada. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2017, p 527-575.

COOPER, M. et al. Morphological, micromorphological and hydro-physical characterization of soils with a nitic B-horizon. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29: 581-595, 2005.

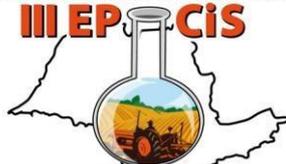
COOPER, M. et al. Soil structure transformations from ferralic to nitic horizons on a toposéquence in southeastern Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34: 1685-1699, 2010.

JACOB, H.D.; CLARKE, T.G.; Methods of soil analysis, Part 4: Physical methods, SSSA Book series: 5, Madison, Wisconsin, USA, 2002, 21 p.

Momoli, R.S. et al. Erosão hídrica em solos cultivados e sob mata ciliar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 9: 1295-1305, 2016.

PRUSKI, F. F. (Ed.) Conservação do solo e da água. Viçosa, 2006. 240 p.

SANTOS, H. G. dos. et al. Sistema brasileiro de classificação dos solos. 4 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 456 p.

**Tabela 1** – Descrição morfológica simplificada e classificação dos solos da USM.

Horizonte/Prof. (m)	Cor úmida (Munsell)	Estrutura (tipo, tamanho, grau) <sup>1</sup>	Classe Textural
<b>T4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico</b>			
C1 (0,00-0,19)	7,5YR 4/4	gs	Arenoso
C2 (0,19-0,22)	5YR 3/4	mç	Arenoso
C3 (0,22-0,46)	7,5YR 4/4	gs	Arenoso
C4 (0,46-0,49)	7,5YR 4/4	mç	Arenoso
C5 (0,49-0,65)	5YR 4/6	gs	Arenoso
2Ab (0,65-1,00)	5YR 3/4	mç	Arenoso
2ACb (1,00-1,15)	5YR 4/4	mç	Arenoso
2CAb (1,15-1,30)	5YR 4/4	mç	Arenoso
2Cb (1,30-1,79+)	5YR 4/6	mç	Arenoso
<b>T5 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico</b>			
A (0,00-0,08)	2,5YR 2,5/4	gr, méd, mod - bs, méd, mod	Arenoso
C1 (0,08-0,16)	5YR 4/4	gs	Arenoso
C2 (0,16-0,35)	7,5YR 4/4	gs	Arenoso
C3 (0,35-0,49)	5YR 4/6	gs - bs, peq, fra	Arenoso
C4 (0,49-0,60)	5YR 4/6	mç	Arenoso
C5 (0,60-0,70)	5YR 4/4	mç	Arenoso
2Ab (0,70-0,75)	5YR 4/4	bs, peq/méd, mod	Arenoso
2C1b (0,75-0,95)	7,5YR 4/4	mç	Arenoso
2C2b (0,95- 1,20)	5YR 4/3	mç	Arenoso
2C3b (1,20- 1,40+)	5YR 4/6	gs	Arenoso
<b>T6 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico</b>			
A (0,00-0,03)	2,5YR 2,5/4	gr, peq, mod	Arenoso
C1 (0,03-0,38)	7,5YR 4/6	gs	Arenoso
C2 (0,38-0,50)	5YR 4/6	bs, méd/gra, mod	Arenoso
2Ab (0,50-0,70)	5YR 2,5/2	gr, méd, mod - bs, méd, mod	Arenoso
2ACb (0,70-0,78)	5YR 2,5/2	bs, méd, mod	Arenoso
2C1b (0,78-0,96)	7,5YR 4/4	mç	Arenoso
2C2b (0,96- 1,25)	5YR 4/6	mç	Arenoso
2C3b (1,25- 1,40+)	5YR 4/6	gs	Arenoso

(1) Tipo de estrutura: gs: grão simples; mç: maciça; gr: granular; bs: bloco subangular, ba: bloco angular. Tamanho da estrutura: mpeq: muito pequena; peq: pequena; méd: média; gra: grande. Grau da estrutura: fra: fraco, mod: moderado, for: forte.

**Tabela 2 – Área total de poros (%) dos horizontes e camadas da T4 USM.**

Tipo de Poro <sup>(1)</sup>	T4								
	C1	C2	C3	C4	C5	2Ab	2ACb	2CAb	2Cb
Comp <sub>g</sub>	50,94	36,71	53,50	49,44	52,40	36,59	52,54	36,29	43,58
Comp <sub>m</sub>	0,09	0,49	0,25	0,38	0,31	0,23	0,22	0,19	0,56
Comp <sub>p</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alon <sub>g</sub>	0,22	0,43	0,00	0,06	0,02	0,49	0,13	0,91	0,20
Alon <sub>m</sub>	0,51	1,29	0,47	0,64	0,61	0,57	0,51	0,91	1,10
Alon <sub>p</sub>	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02
Arr <sub>g</sub>	0,07	0,23	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,35	0,00
Arr <sub>m</sub>	1,87	3,82	0,52	0,46	0,42	3,24	2,12	4,67	1,65
Arr <sub>p</sub>	1,22	2,44	0,84	1,37	1,24	1,97	1,37	2,11	1,66
Total	54,93	45,40	55,61	52,41	55,06	43,57	56,89	45,44	48,77

**Tabela 3 – Área total de poros (%) dos horizontes e camadas da T5 USM.**

Tipo de Poro <sup>(1)</sup>	T5						
	A	C1	C2	C3	C4	C5	2Ab
Comp <sub>g</sub>	43,85	37,04	43,25	24,97	30,04	37,80	24,63
Comp <sub>m</sub>	0,70	0,74	0,39	2,03	0,55	0,28	0,80
Comp <sub>p</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alon <sub>g</sub>	0,08	0,13	0,12	0,06	0,64	0,48	0,43
Alon <sub>m</sub>	1,01	1,07	0,84	2,63	1,47	1,01	2,06
Alon <sub>p</sub>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Arr <sub>g</sub>	0,00	0,06	0,02	0,00	0,25	0,23	0,09
Arr <sub>m</sub>	2,05	3,02	2,04	3,21	5,20	4,17	5,53
Arr <sub>p</sub>	2,10	2,46	1,53	3,66	2,95	2,24	3,46
Total	49,79	44,53	48,19	36,58	41,09	46,22	37,00

(1) Tipo de poro: Comp<sub>g</sub>: complexo grande; Comp<sub>m</sub>: complexo médio; Comp<sub>p</sub>: complexo pequeno; Alon<sub>g</sub>: alongado grande; Alon<sub>m</sub>: alongado médio; Alon<sub>p</sub>: alongado pequeno; Arr<sub>g</sub>: arredondado grande; Arr<sub>m</sub>: arredondado médio; Arr<sub>p</sub>: arredondado pequeno.