

**Qualidade Estrutural de Solos sob Campo  
Nativo em uma Topossequência no Estado  
do Rio Grande do Sul**



ISSN 1981-5980

Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

*Embrapa Clima Temperado*

*Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*** 122

versão

**ON LINE**

## **Qualidade Estrutural de Solos sob Campo Nativo em uma Topossequência no Estado do Rio Grande do Sul**

*Cláudia Liane Rodrigues de Lima*

*Daiane Carvalho dos Santos*

*Roberta Jeske Kunde*

*Otávio dos Anjos Leal*

*Carlos Alberto Flores*

*Marcos Flávio Silva Borba*

*Clenio Nailto Pillon*

Pelotas, RS

2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

Comitê de Publicações da Unidade  
Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia  
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.  
Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Heberlê  
Revisão de texto: Bárbara Chevallier Cosenza  
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira  
Editoração eletrônica e capa: Juliane Nachtigal (estagiária)  
Foto da capa: Roberta Jeske Kunde

1ª edição  
1ª impressão (2010): 50 exemplares

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

---

Qualidade estrutural de solos sob campo nativo em uma toposequência no Estado do Rio Grande do Sul [recurso eletrônico] / Claudia Liane Rodrigues de Lima ... [et al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.  
(Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1981-5980 ; 121)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/online/boletim.php>>  
Título da página Web (acesso em 30 dez. 2010)

1. Solos. 2. Campo nativo. 3. Estrutura do solo. 4. Física do solo. I. Lima, Claudia Liane Rodrigues de. II. Série.

CDD 631.43

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	8
Material e Métodos .....	11
Resultados e Discussão .....	13
Conclusões .....	29
Referências .....	30

# Qualidade Estrutural de Solos sob Campo Nativo em uma Topossequência no Estado do Rio Grande do Sul.

*Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>1</sup>*

*Daiane Carvalho dos Santos<sup>2</sup>*

*Roberta Jeske Kunde<sup>3</sup>*

*Otávio dos Anjos Leal<sup>4</sup>*

*Carlos Alberto Flores<sup>5</sup>*

*Marcos Flávio Silva Borba<sup>6</sup>*

*Clenio Nailto Pillon<sup>5</sup>*

## RESUMO

O relevo é um dos fatores responsáveis por mudanças nos atributos do solo. Este fator, associado à substituição da vegetação natural por cultivos agrícolas pode alterar a qualidade dos solos. A validação de sistemas de manejo adequados requer um monitoramento de indicadores dos solos. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar em diferentes posições do relevo, alguns atributos físicos e químicos do solo e determinar a influência desses atributos sobre a qualidade estrutural dos solos pertencentes a uma topossequência, localizada em Torrinhas, RS. Amostras indeformadas e deformadas foram coletadas em uma transeção compreendendo dois tipos de solos (Neossolo e Planossolo), nas camadas de 0,000 a 0,025m e de 0,025 a 0,075m para a avaliação da densidade, da porosidade e da agregação e para a quantificação do conteúdo de carbono orgânico total, de carbono da fração grosseira e de carbono associado aos minerais. A partir dos resultados preliminares de densidade, agregação e matéria orgânica do solo, concluiu-se que o Neossolo apresenta características mais adequadas ao desen

<sup>1</sup>Eng. Agrícola, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora do Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, RS, clrlima@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Bióloga, doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA), área de concentração em Solos da UFPEL, Pelotas, RS, daianec@gmail.com

<sup>3</sup>Química Ambiental, estagiária da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, roberta\_kunde@hotmail.com

<sup>4</sup>Eng. Agrôn., Mestrando do PPGA, área de concentração em Solos da UFPEL, Pelotas, RS, oleal@ibest.com.br

<sup>5</sup>Eng. Agrôn. Doutores, pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, flores@cpact.embrapa.br; pillon@cpact.embrapa.br

<sup>6</sup>Médico veterinário, Doutor, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, mborba@cppsul.embrapa.br

volvimento de plantas. Considera-se que estudos adicionais devem ser implementados para a escolha futura e adequada de sistemas de manejo de solo na região.

**Termos para indexação:** física do solo, porosidade do solo, densidade do solo, Torrinhas, RS.

# **Structural Quality of Soils under Native Pasture in a Toposequence in the Rio Grande do Sul State**

---

## **ABSTRACT**

The relief is one of the responsible factors for changes in soil attributes. Associated with to substitution of the natural vegetation for cultivation relief, alters the quality the soils. The adoption of adequate agricultural systems demands the monitoring on soil indicators. Thus, the objective of this study was to evaluate, in different relief positions, some physical and chemical soil attributes as well as the influence of these attributes on the quality of the soils belonging to a toposequence, in the Rio Grande do Sul State. Undisturbed and disturbed samples were collected in two soils types (Entisoiil and Albaqualf) in the layers 0.000 - 0.025m and 0.025 - 0.075m to evaluate the bulk density, soil porosity, soil aggregation and organic carbon, particulate organic carbon and carbon associated to the minerals. Based on the preliminary results of density, aggregation and organic matter, we conclude that the Entisoiil presents more appropriate characteristics than the Albaqualf to the development of plants. However, additional studies should be done to choose adequate soil management systems in this region.

Index terms: soil physical, bulk density, soil porosity, Torrinhas, RS.

## INTRODUÇÃO

Entre os fatores que controlam a pedogênese, temos as características das superfícies geomorfológicas (relevo) e do material de origem (AN-JOS et al., 1998), responsáveis pelas mudanças sequenciais nos atributos do solo ao longo do gradiente de inclinação das vertentes.

Pesquisas têm sido feitas no sentido de avaliar a matéria orgânica (SILVA et al., 2007) e a compactação em solos sob diferentes sistemas de manejo, em posições diferentes na paisagem (JUNG et al., 2010), especialmente, em áreas de campo e ou de pastagem. Para alcançar a sustentabilidade do sistema produtivo, há necessidade de se conhecer as características do solo, para que sistemas menos intensivos de utilização proporcionem o aporte de uma quantidade satisfatória de fitomassa ao solo.

O manejo das pastagens, ou a adequação da carga animal à oferta de forragem, é fator decisivo quando se pretende incrementar a qualidade física do solo e a produtividade. No entanto, o aumento da produtividade agrícola sob diferentes sistemas de uso e de manejo está associado ao conhecimento de parâmetros dos solos.

Diferentes parâmetros físicos (LIMA et al., 2004), associados à quantificação da matéria orgânica do solo (MOS) (SALTON et al., 2008), têm sido avaliados em áreas de pastagens. A importância na avaliação da dinâmica da MOS é justificada pelo fato desta relacionar-se com a maioria dos atributos do solo e ser sensível às práticas de manejo. O aumento de MOS manifesta-se sobre diversas propriedades, como a maior resistência à erosão, maior taxa de infiltração e retenção de água no solo e aumento da agregação, da capacidade de troca de cátions, do estoque de nutrientes, da adsorção e complexação de compostos, da ciclagem de elementos químicos, do sequestro de carbono atmosférico e da atividade e diversidade biológica do solo (VEZZANI, 2001).

Existe carência de informações sobre atributos do solo, em diferentes posições na paisagem que ainda indiquem valores considerados críticos



ao estabelecimento de culturas para diferentes tipos de solos. Arshad (1999) e Lima et al. (2007) evidenciaram a importância da adoção de práticas adequadas de manejo para o alcance de uma agricultura sustentável e qualidade ambiental em diferentes agroecossistemas. Estudos de Reichert et al. (2003) abordaram alguns valores considerados limitantes ao crescimento de plantas e, mais recentemente, Lima et al. (2008, 2010) indicaram outros valores de parâmetros físicos críticos ao crescimento de culturas.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar, em diferentes posições do relevo, alguns atributos físicos e químicos e determinar a influência destes atributos sobre a qualidade estrutural de solos sob campo nativo em uma topossequência no Sul do Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

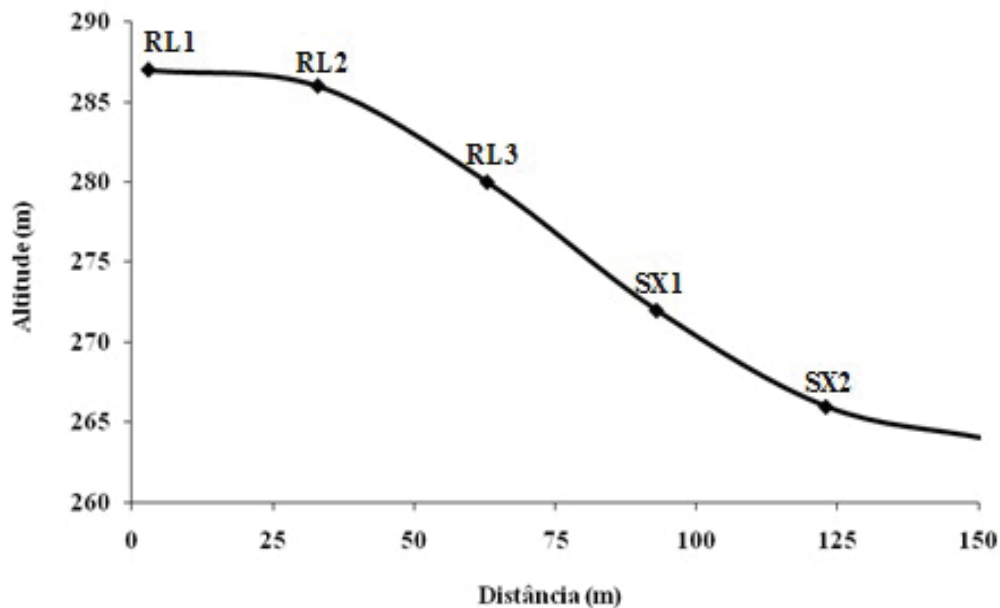
O estudo foi conduzido em uma área localizada em Torrinhas, no Estado do Rio Grande do Sul (2º distrito de Pinheiro Machado), a qual faz parte de uma propriedade agrícola e se encontra sob campo natural há aproximadamente 15 anos.

O clima na região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical ou temperado (Cfb), com verões moderados, invernos relativamente frios (com grande ocorrência de geadas) e temperatura média anual de 16,0°C. O mês de janeiro é o mais quente, com temperatura média de 21°C, enquanto que o mês mais frio é o de julho, com temperatura média de 11°C. A pluviosidade média anual é de 1.380mm, com chuvas regularmente distribuídas durante o ano.

A amostragem de solo foi feita no mês de julho de 2009, em uma transeção com aproximadamente 125 metros de comprimento, consistindo de cinco pontos distanciados entre si em aproximadamente 25 metros (Figura 1).

Os solos são originários de rochas graníticas e de sedimentos diversos, sendo pouco profundos, com potencial de utilização agrossilvipastoril (FLORES, 2008). Classificam-se, segundo Santos et al. (2006), como Neossolo Litólico (RL1, RL2 e RL3), com coordenadas  $31^{\circ}21'34''$  S,  $53^{\circ}28'20''$  O;  $31^{\circ}21'34''$  S,  $53^{\circ}28'21''$  O e  $31^{\circ}21'33''$  S,  $53^{\circ}28'21''$  O, respectivamente; e Planossolo Háptico (SX1, SX2, SX3), com coordenadas respectivas de  $31^{\circ}21'32''$  S,  $53^{\circ}28'21''$  O e  $31^{\circ}21'27''$  S,  $53^{\circ}28'26''$  O.

A relação silte/argila apresentada na Tabela 1 indica, segundo Santos et al. (2006), o estágio de intemperismo dos solos. Relações silte/argila no horizonte B inferiores a 0,7 em solos de textura franca, ou inferiores a 0,6, para textura argilosa, indicam alto grau de intemperismo.



**Figura 1-** Localização dos solos<sup>1</sup> em uma toposequência sob campo natural, localizado em Torrinhas, RS.

<sup>1</sup>RL1, RL2 e RL3: Neossolo Litólico, no primeiro, segundo e terceiro pontos de amostragem, respectivamente. SX1 e SX2: Planossolo Háptico, no quarto e quinto pontos de amostragem, respectivamente.



Foto: Roberta Jeske Kunde

**Figura 2** – Vista geral da paisagem e de solos inseridos na topossequência, localizada em Torrinhas, RS.

**Tabela 1** – Teores de areia, silte e argila (%), relação silte/argila e textura em cada ponto de amostragem e camada de solos<sup>1</sup> em uma topossequência sob campo natural. Torrinhass, RS, julho/2009.

Solos <sup>1</sup>	Areia	Silte	Argila	Silte/Argila	Textura
0,000 a 0,025m					
RL1	40	32	28	1,14	Franco Argilosa
RL2	30	43	27	1,59	Franco Argilosa
RL3	52	29	19	1,53	Franco Argilo Arenosa
SX1	54	23	23	1,00	Franco Argilo Arenosa
SX2	42	34	24	1,41	Franca
0,025 a 0,075m					
RL1	39	29	32	0,91	Franco Argilosa
RL2	22	48	30	1,60	Franco Argilosa
RL3	50	28	22	1,27	Franco Argilo arenosa
SX1	57	20	23	0,87	Franco Argilo arenosa
SX2	41	34	25	1,36	Franco Argilosa

<sup>1</sup>RL1, RL2 e RL3: Neossolo Litólico, no primeiro, segundo e terceiro pontos de amostragem, respectivamente. SX1 e SX2: Planossolo Háplico, no quarto e quinto pontos de amostragem, respectivamente.

Em cada ponto de amostragem, em trincheiras (três) com dimensões de aproximadamente 0,60m x 0,50m e camadas de 0,000 a 0,025m e de 0,025 a 0,075m, foram coletadas duas amostras indeformadas por camada de solo para a determinação da densidade ( $D_s$ ) (BLAKE; HARTGE, 1986), utilizando anéis volumétricos de dimensões de 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro (Figura 3). A porosidade total ( $P_t$ ), a macroporosidade ( $M_a$ ) e a microporosidade ( $M_i$ ) foram quantificadas segundo Embrapa (1997). Para as avaliações, foram utilizadas a campo seis repetições por camada, perfazendo um total de 60 amostras de solo.

As amostras deformadas foram coletadas com auxílio de uma pá de corte, identificadas e acondicionadas em sacos plásticos. Posteriormente, estas amostras foram espalhadas em bandejas para secarem à sombra até atingirem a umidade correspondente ao ponto de friabilidade, sendo, em seguida, peneiradas em peneira com abertura de malha de diâmetro de 8,00mm.

A estabilidade de agregados em água e o diâmetro médio ponderado de agregados estáveis (DMP) foram avaliados com auxílio de peneiras com malhas de diferentes diâmetros, segundo Kemper e Rosenau (1986) e Palmeira et al. (1999). Os macro e microagregados foram separados segundo critério estabelecido por Tisdall e Oades (1982).

Como determinações complementares, foram avaliadas a granulometria e a umidade gravimétrica do solo (EMBRAPA, 1997; GEE; BAUDER, 1986).

Adicionalmente, para as avaliações químicas, as amostras deformadas e peneiradas em malha de diâmetro de 8mm foram divididas em duas partes. Uma delas foi macerada em almoxariz de ágata para a avaliação do carbono orgânico total (COT), e outra destinada ao fracionamento físico granulométrico e determinação do carbono presente na fração grosseira (CFG) e do carbono associado aos minerais do solo (CAM), segundo Cambardella e Elliott (1992).

Os teores de COT do solo e do CFG foram quantificados por oxidação a seco em um analisador elementar, sendo os resultados expressos em conteúdo de carbono obtido pela relação massa volume, por meio da correção da densidade do solo. O CAM foi obtido pela diferença entre os valores de COT e de CFG.



Foto: Roberta Jeske Kunde

**Figura 3** - Anéis volumétricos utilizados na coleta de amostras indeformadas e nas avaliações de alguns parâmetros físicos do solo.

Para avaliação dos resultados, efetuou-se uma análise estatística descritiva simples, a qual contempla a quantificação da média, do desvio padrão, dos valores máximos e mínimos e do coeficiente de variação dos parâmetros avaliados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os momentos estatísticos das variáveis analisadas encontram-se na Tabela 2. A variabilidade dos parâmetros físicos e químicos esteve relacionada com a diferenciação das características de cada solo, em cada posição de amostragem. O tipo e a textura de cada solo (Tabela 1) são fatores que também determinaram o intervalo de variação dos atributos analisados (Tabela 2).

**Tabela 2** – Momentos estatísticos dos atributos físicos e químicos dos solos analisados. N = 60. Torrinhas, RS, julho/2009.

Atributos <sup>1</sup>	Média	Desvio Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Atributos físicos					
Argila, %	24,98	45,71	18,30	15,51	39,07
Silte, %	32,16	94,29	29,32	18,51	58,41
Areia, %	42,86	118,99	27,76	182,00	593,00
Umidade, %	33,60	8,62	25,65	17,97	56,81
Ds, Mg m <sup>-3</sup>	1,41	0,24	16,78	0,64	1,83
Ma, m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	12,14	6,77	55,77	1,51	34,75
Mi, m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	48,98	8,70	17,57	30,52	64,15
Pt, m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	61,11	9,42	15,41	37,04	79,61
DMP, mm	2,90	0,54	18,50	1,70	4,16
Atributos químicos					
COT g dm <sup>-3</sup>	42,34	21,26	50,20	17,27	132,99
CFG g dm <sup>-3</sup>	11,96	10,68	89,33	4,06	61,44
CAM g dm <sup>-3</sup>	30,39	13,73	45,18	8,51	71,55

<sup>1</sup>Ds: densidade do solo; Ma: macroporosidade; Mi: microporosidade; PT: porosidade total; DMP: diâmetro médio ponderado de agregados estáveis; COT: carbono orgânico total; CFG: carbono da fração grosseira; CAM: carbono associado aos minerais.

Na camada superficial (0,000 a 0,025m), com exceção da posição de amostragem SX1 (Planossolo Háplico), houve um aumento de densidade da parte mais elevada (topo da encosta) para a parte mais baixa (sopé da encosta) (Tabela 3). A diminuição da densidade na posição SX1 é justificável pela presença de um outro tipo de solo (Planossolo) na topossequência avaliada.

Na camada superficial das três primeiras posições do relevo (RL1, RL2 e RL3), a porosidade total do Neossolo decresceu em relação às demais camadas, concordando inversamente com os valores de densidade do solo nestas áreas. Esses resultados estão de acordo com os verificados por Brito et al. (2006) ao analisarem a influência das formas de relevo e os graus de intemperismo em atributos físicos de um solo.

Nesta mesma camada, foi verificado menor valor (bruto) de macroporosidade no SX2 (parte mais baixa do relevo), indicando maior densidade do solo e condições menos adequadas ao desenvolvimento de culturas, segundo Grable e Siemer (1968), considerando porosidade de aeração mínima de 10%.

Tabela 3 – Atributos físicos<sup>1</sup> em diferentes camadas de solos<sup>2</sup> na topossequência sob campo natural. Torrinhas, RS, julho/2009.

Solos <sup>2</sup>	Ug, %	Ds, Mg m <sup>-3</sup>	Macroporosidade, %	Microporosidade, %	Porosidade total, %	DMP, mm
0,000 a 0,025m						
RL1	39,94	1,19	15,89	50,21	66,11	3,02
RL2	39,73	1,22	10,32	47,46	57,78	2,95
RL3	26,63	1,37	14,33	39,12	53,45	2,81
SX1	34,08	1,10	18,71	39,32	58,03	2,43
SX2	30,26	1,42	3,06	43,61	46,67	3,15
0,025 a 0,075m						
RL1	28,73	1,48	12,99	53,29	66,28	3,49
RL2	41,83	1,37	12,71	61,97	74,68	3,32
RL3	26,25	1,68	13,50	46,01	59,51	2,54
SX1	30,86	1,61	14,49	49,07	63,56	2,59
SX2	37,70	1,61	5,37	59,74	65,11	2,69

<sup>1</sup> Ug: umidade gravimétrica do solo; Ds: Densidade do solo; DMP: diâmetro médio ponderado de agregados estáveis do solo.

<sup>2</sup> RL1, RL2 e RL3: Neossolo Litólico, no primeiro, segundo e terceiro pontos de amostragem, respectivamente. SX1 e SX2: Planossolo Háplico, no quarto e quinto pontos de amostragem, respectivamente.



Na camada de 0,025 a 0,075m, as posições de amostragem SX1 e SX2 (Planosolo Háplico) apresentaram, de forma geral, similaridades na densidade e porosidade total (Tabela 3), evidenciando que, possivelmente, não houve influência do relevo sobre os parâmetros físicos avaliados no solo.

Na camada superficial da posição de amostragem RL1 para a SX1, houve uma diminuição do DMP, sendo o maior valor apresentado na posição mais inferior da topossequência (SX2). Na camada de 0,025 a 0,075m, houve tendência de diminuição do DMP para as posições mais inferiores de amostragem (com exceção da posição SX2), concordando, de certa forma, com a diminuição dos resultados de COT do solo e do CFG da MOS (Tabela 6).

De forma geral, a camada superficial apresentou possibilidade de melhor qualidade física estrutural, em função dos menores valores de densidade e maiores valores de porosidade de solo (Tabela 3). Este fato pode ser explicado, também, pelo maior conteúdo de COT (Tabela 6).

Nas duas camadas avaliadas, a maior quantidade de agregados maiores e estáveis esteve presente nas posições mais altas da encosta (Tabela 4), em decorrência das maiores concentrações de COT no solo e nas frações físicas da MOS (CFG e CAM) (Tabela 6). O fato de se conhecer a distribuição do tamanho de agregados apresenta relevância, pois este fator influencia diferentes funções do solo e o crescimento de plantas (LIPIEC et al., 2007), apresentando relação com o carbono do solo (JIAO et al., 2006).

Considerando-se as duas camadas avaliadas, observam-se, em profundidade, maiores valores de densidade e menores de porosidade, associados a um menor valor de carbono orgânico total, corroborando informações de Marcolan e Anghinoni (2006).

Os maiores conteúdos de carbono, 82,95 e 54,62g dm<sup>-3</sup>, encontrados, respectivamente, nas posições de amostragem RL1 e RL2, na camada de 0,000 a 0,025m (Tabela 6), devem-se à menor incidência de processos erosivos nessas áreas. Em posições mais inferiores da encosta, o solo pode estar mais sujeito a processos erosivos e diminuição do teor de carbono. Segundo Siqueira et al. (2008), a erosão é um dos principais fatores responsáveis pela perda de MOS. De acordo com esses autores, solos erodidos apresentam ainda condições inadequadas ao crescimento das plantas.

Na camada de 0,000 a 0,025m, o maior estoque de CFG no RL1 (Tabela 6) pode estar relacionado ao tipo de vegetação com predomínio de árvores e arbustos e possivelmente maior produção de fitomassa. Esta fração da MOS é essencialmente constituída por resíduos culturais pouco decompostos (AMADO et al., 2006).

Salienta-se, ainda, que grande parte do COT está associada aos minerais (Tabela 6). Considerando-se a camada de 0,000 a 0,025m, esta predominância variou de 86% (SX1) a 58% (RL1). Maior representatividade do CAM em relação ao CFG na camada superficial já foi verificada por Campos (2006), Conceição (2006) e Rosa (2010) em Latossolo, Argissolo e Planossolo, respectivamente.

O conteúdo de COT na camada de 0,025 a 0,075m foi inferior ao da camada superficial do solo, independentemente das posições de amostragem (Tabela 6), em função de que, normalmente, o aporte de resíduos orgânicos é maior em superfície do que em subsuperfície. Similarmente à camada superficial, o CAM da camada de 0,025 a 0,075m foi mais representativo do que o CFG em relação ao COT. A representatividade do CAM nesta camada variou de 82% (SX2) a 51% (RL3).

O CAM é formado por substâncias que interagem com a superfície de minerais por meio de seus diferentes grupos funcionais, formando complexos organominerais e aumentando a estabilidade da MOS, fazendo com que esta fração seja, geralmente, mais representativa do que o CFG, em relação ao COT (PARFITT et al., 1997). Por outro lado, associados à agregação, o CFG e o COT têm sido indicados por Imaz et al. (2010) como sensíveis índices de qualidade do solo.

Além da quantidade de argila influenciar a agregação do solo (PILLON et al., 2006; REICHERT et al., 2006), de forma geral, os maiores conteúdos de COT, CFG e CAM nas duas camadas amostradas e posições mais altas da paisagem (Tabela 6) possivelmente também estejam relacionados com o maior encontrado nestas posições (Tabela 1), a qual age como estabilizante e protetora do carbono do solo (CANELLAS et al., 2000). A relação positiva apresentada entre a estabilidade dos agregados de maior tamanho e os teores de carbono orgânico corrobora informações de Salton et al. (2008).

De acordo com Lima et al. (2008), as posições de amostragem SX1 e SX2 (Planossolo) na camada de 0,025 a 0,075m apresentaram valores de densidade próximos ao considerado como crítico ao desenvolvimento de plantas ( $1,56\text{Mg m}^{-3}$ ). Por outro lado, considerando-se uma porosidade de aeração mínima de 10%, a posição SX2, nas duas camadas, apresentou valores considerados críticos ao desenvolvimento

Considerando-se, de forma geral, que os valores de DMP (Tabela 3) e de macro e microagregados (Tabela 5) estiveram próximos aos observados por Lima et al. (2008) em um Planossolo sob campo nativo, não foram evidenciados problemas com relação ao DMP, sugerido como sendo crítico ao desenvolvimento de plantas para este solo.

Para Neossolo Litólico, em função de um estudo apresentado por Reichert et al. (2003) e considerando uma textura franco argilosa, o valor de Ds (Tabela 2) apresentado não foi crítico ao desenvolvimento de plantas.

**Tabela 4** – Agregados estáveis em diferentes classes de tamanho e camadas de solos<sup>1</sup> na topossequência sob campo natural. Torrinhass, RS, julho/2009.

Solos <sup>1</sup>	Classes de tamanho de agregados, mm					
	8 a 4,76mm	4,76 a 2mm	2 a 1mm	1 a 0,5mm	0,5 a 0,25mm	< 0,25mm
0,000 a 0,025m						
RL1	25,54	29,88	16,22	13,38	6,97	8,01
RL2	24,66	27,90	19,23	15,94	6,24	6,03
RL3	24,99	24,79	15,73	14,14	6,47	13,88
SX1	19,50	22,58	16,54	17,47	8,49	15,42
SX2	28,88	28,78	15,74	8,50	3,16	14,94
0,025 a 0,075m						
RL1	32,84	31,72	15,43	9,04	5,24	5,72
RL2	28,82	32,52	18,20	12,28	4,28	3,89
RL3	22,31	21,81	14,24	14,73	10,79	16,12
SX1	23,68	21,21	13,45	13,76	9,80	18,10
SX2	22,24	25,77	18,00	11,47	6,01	16,50

<sup>1</sup>RL1, RL2 e RL3: Neossolo Litólico, no primeiro, segundo e terceiro pontos de amostragem, respectivamente. SX1 e SX2: Planossolo Háplico, no quarto e quinto pontos de amostragem, respectivamente.

**Tabela 5** – Macroagregados e microagregados em diferentes camadas de solos<sup>1</sup> na topossequência sob campo natural. Torrinhass, RS, julho/2009.

Solos <sup>1</sup>	Macroagregados, %	Microagregados, %
	0,000 a 0,025m	
RL1	91,99	8,01
RL2	93,97	6,03
RL3	86,12	13,88
SX1	84,58	15,42
SX2	85,06	14,94
	0,025 a 0,075m	
RL1	94,27	5,72
RL2	96,10	3,89
RL3	83,88	16,12
SX1	81,90	18,10
SX2	83,49	16,50

<sup>1</sup>RL1, RL2 e RL3: Neossolo Litólico, no primeiro, segundo e terceiro pontos de amostragem, respectivamente. SX1 e SX2: Planossolo Háplico, no quarto e quinto pontos de amostragem, respectivamente.

**Tabela 6** – Conteúdo de carbono orgânico total (COT), carbono da fração grosseira (CFG) e carbono associado aos minerais (CAM) em diferentes camadas de solos<sup>1</sup> na topossequência sob campo natural. Torrinhas, RS, julho/2009.

Solos <sup>1</sup>	COT	CFG	CAM
	-----g dm <sup>-3</sup> -----		
	0,000 a 0,025m		
RL1	82,95	34,19	48,76
RL2	54,62	10,53	44,09
RL3	31,09	8,81	22,29
SX1	48,94	6,61	42,33
SX2	33,50	5,26	28,24
	0,025 a 0,075m		
RL1	43,73	17,95	25,78
RL2	42,99	11,12	31,87
RL3	26,61	13,14	13,47
SX1	26,71	6,22	20,49
SX2	32,32	5,77	26,55

<sup>1</sup> RL1, RL2 e RL3: Neossolo Litólico, no primeiro, segundo e terceiro pontos de amostragem. SX1 e SX2: Planossolo Háplico, no quarto e quinto pontos de amostragem, respectivamente.

## Conclusões

Em função dos resultados obtidos, conclui-se, preliminarmente, que:

Na primeira camada, com exceção da posição de amostragem SX1 (Planossolo Háplico), há um aumento de densidade e diminuição da porosidade em direção às posições inferiores da encosta.

Considerando uma porosidade de aeração mínima de 10%, o Planossolo Háplico na posição inferior da encosta apresenta, nas duas camadas avaliadas, condições inadequadas ao desenvolvimento de plantas.

Maior quantidade de microagregados ocorre no Planossolo.

Nas duas camadas avaliadas, os agregados de maior tamanho e o carbono orgânico no solo e em suas frações estão presentes nas posições mais elevadas da topossequência.

O carbono associado aos minerais representa a maior parte do carbono orgânico total.

O Neossolo apresenta as melhores condições físicas estruturais ao desenvolvimento de plantas.

## Referências

---

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B. C.; VEIGA, M. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 35, n. 4, p. 1599-1607, 2006.

ANJOS, L. H.; FERNANDES, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRANZMEIER, D. P. Landscape and pedogenesis of an Oxisol-Inceptisol-Ultisol sequence in southeastern Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, n. 6, p. 1651-1658, 1998.

ARSHAD, M. A. Tillage and soil quality: tillage practices for sustainable agriculture and environmental quality in different agroecosystems. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 1-2, Nov. 1999.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. p. 363-375.

BRITO, L. de F.; SOUZA, Z. M.; MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAZETTA, D. A.; CALZAVARA, S. A.; OLIVEIRA, L. Influência de formas de relevo em atributos físicos de um latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1749-1755, 2006.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, n. 2, p. 777-783, 1992.

CANELLAS, L. P.; BERNER, P. G.; SILVA, S. G. da; SILVA, M. B. e; SANTOS, G. de A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 1, p.133-143, jan. 2000.

CONCEIÇÃO, P. C. **Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do sul do Brasil**. 2006. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FLORES, C. A. **O uso da terra e a necessidade de mudanças**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_3/UsoTerra/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/UsoTerra/Index.htm)>. Acesso em: 6 ago. 2010.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. p. 383-411.

GRABLE, A. R.; SIEMER, E. G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 32, n. 1, p. 180-186, 1968.

IMAZ, M. J.; VIRTO, I.; BESCANSÀ, P.; ENRIQUE, A.; UGALDE-FERNANDEZ, O.; KARLEN, D. L. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 17-25, Mar. 2010.

JIAO, Y.; WHALEN, J. K.; HENDERSHOT, W. H. No tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in a sandy-loam soil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 134, n. 1, p. 24-33, 2006.



JUNG, K. Y.; KITCHEN, N. R.; SUDDUTH, K. A.; LEE, K. S.; CHUNG, S. O. Soil compaction varies by crop management system over a claypan soil landscape. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 1-10, Mar. 2010.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. p. 425-442.

LIMA, C. L. R.; PILLON, C. N.; LIMA, A. C. R. **Qualidade física do solo**: indicadores quantitativos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 25 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 196).

LIMA, C. L. R.; PILLON, C. N.; SUZUKI, L. E. A. S.; CRUZ, L. E. C. Atributos físicos de um planossolo háplico sob sistemas de manejo comparados aos do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1849-1855, 2008.

LIMA, C. L. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 1, p. 89-98, jan. 2010.

LIMA, C. L. R.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; LEÃO, T. P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 945-951, 2004.

LIPIEC, J.; WALCZAK, R.; WALCZAK-WITKOWSKA, B.; NOSALEWICZ, A.; JURKIEWICZ-SLOWINSKA, A.; SLAWINSKI, C. The effect of aggregate size on water retention and pore structure of two silt loam soils of different genesis. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 97, n. 2, p. 239-246, 2007.

MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um argissolo e rendimento de culturas em função do revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 163-170, 2006.

PALMEIRA, P. R. T.; PAULETTO, E. A.; TEIXEIRA, C. F. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. Agregação de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 189-195, 1999.

PARFITT, R. L.; THENG, B. K. G.; WHITTON, J. S.; SHEPHERD, T. G. Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. **Geoderma**, v. 75, n. 1, p. 1-12, 1997.

PILLON, C. N.; LIMA, C. L. R.; BORBA, M. F. S.; CRUZ, L. E. C.; FLORES, C. **A. Monitoramento de indicadores de um cambissolo sob sistemas de manejo da pecuária familiar na Serra do Sudeste do RS**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 37).

REICHERT, J. M.; LIMA, C. L. R.; DALMOLIN, R. S. D.; REINERT, D. J.; GONÇALVES, C.; NUNES, M. Agregação de um planossolo sistematizado há um ano e sob cultivo de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 837-844, 2006.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 29-48, 2003.

ROSA, C. M. **Matéria orgânica em planossolo háplico sob sistemas de manejo no cultivo do arroz irrigado no sul do Brasil**. 2010. 92 f. Tese (Doutorado em Solos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 11-21, 2008.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; PÉREZ, M. G.; MARTIN NETO, L.; VASQUEZ, F.M. Relações entre matéria orgânica do solo e declividade de vertentes em topossequência de latossolos do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1059-1068, 2007.

SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S.; SILVA, C. A. Matéria orgânica em solos de áreas degradadas. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 283 p.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 33, n. 2, p. 141-163, 1982.

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

