



## Impacto da drenagem de áreas úmidas nos teores de carbono orgânico do solo: estudo de caso em duas toposequências do planalto do Rio Grande do Sul <sup>(1)</sup>

Alexandre Troian<sup>(2)</sup>; Viviane Capoane<sup>(3)</sup>; Daniela Herzog<sup>(4)</sup>; Mohsin Zafar<sup>(5)</sup>; Danilo Rheinheimer dos Santos<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Cnpq e Fapergs;

<sup>(2)</sup> Bolsista DTI, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS), xtroian@gmail.com; <sup>(3)</sup> Estudante de Pós-Doutorado Júnior na UFSM, Santa Maria, RS; <sup>(4)</sup> Estudante de Graduação, UFSM, Santa Maria, RS; <sup>(5)</sup> Estudante de Doutorado, UFSM, Santa Maria, RS; <sup>(6)</sup> Professor Associado no Departamento de Solos, UFSM, Santa Maria, RS.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de carbono considerando a posição na encosta e o uso da terra e, o impacto que a drenagem de áreas úmidas causa nos teores de carbono orgânico total ( $C_{OT}$ ) do solo e em duas toposequências do planalto do Rio Grande do Sul. Uma das toposequências apresenta área úmida drenada e a outra não drenada. As amostras de solo foram coletadas em nove pontos de amostragem em cinco camadas e o teor de  $C_{OT}$  foi estimado pelo método de combustão úmida. Nos pontos amostrados nas lavouras e campo nativo os teores de  $C_{OT}$  foram significativamente inferiores aos das áreas úmidas refletindo o uso da terra, posição na encosta e drenagem do solo. Nas áreas úmidas, os teores de  $C_{OT}$  foram severamente diminuídos na área drenada, evidenciando que esta prática afeta profundamente a dinâmica da matéria orgânica do solo com a consequente emissão de  $CO_2$  para a atmosfera.

**Termos de indexação:** Emissão de gases de efeito estufa; uso do solo; drenagem.

### INTRODUÇÃO

Por muitos milênios, os humanos têm cultivado a terra para produção de alimentos. Inicialmente, os assentamentos humanos ocorreram, principalmente, em áreas férteis ao longo dos rios. Nas várzeas da Mesopotâmia, tais assentamentos foram o berço da civilização humana há 6.000 anos (Verhoeven e Setter, 2000), semelhantemente ao ocorrido nas civilizações pré-americanas.

Desde o início do surgimento das atividades agrícolas, áreas úmidas têm sido reconhecidas como locais importantes para a produção de alimentos e forragem, pois têm solos férteis, como resultado da deposição de sedimentos durante eventos de precipitação e inundação. Por isso, ao longo da história, as zonas úmidas vêm sendo drenadas e incorporadas às áreas de agricultura e pecuária em todo o mundo.

Dada à magnitude da influência antrópica, atualmente muitas das zonas úmidas perderam seu caráter original, levando a uma redução dos serviços prestados como: a manutenção da biodiversidade, proteção contra enchentes, melhoria da qualidade da água, suporte a cadeia alimentar, ciclo do carbono, água e nutrientes, produção de alimentos e fibras, regulação dos fluxos superficiais e subsuperficiais, serviços de turismo e de lazer, dentre outros (Hassan et al., 2005).

Conforme a *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), a estimativa é que 50% das áreas úmidas do mundo já foram perdidas para a agricultura e urbanização no século XX. Considerando que as áreas remanescentes contêm cerca de 35% do carbono terrestre global (Patterson, 1999), a drenagem desses solos resultará em grandes emissões de gases de efeito estufa, em especial,  $CO_2$  e gases nitrogenados para a atmosfera, além da transferência de poluentes que estavam complexados a matéria orgânica do solo para os cursos d'água. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de carbono considerando a posição na encosta e o uso da terra e, analisar o impacto que a drenagem de áreas úmidas causa nos teores de carbono orgânico total ( $C_{OT}$ ) do solo em duas toposequências do planalto do Rio Grande do Sul.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Localização da área de estudo

A área de estudo está inserida em uma bacia hidrográfica localizada em um assentamento de reforma agrária no Município de Júlio de Castilhos, região central do Estado do Rio Grande do Sul.

O clima da região é o subtropical medianamente úmido com variação longitudinal das temperaturas (Rossato, 2011). A geologia da área é composta pela Formação Tupanciretã, um conjunto litológico de origem fluvial (Menegotto et al., 1968), pertencente ao terciário inferior (IBGE, 1986).

O relevo é constituído por colinas suavemente onduladas, regionalmente conhecidas por coxilhas, inseridas na Região Geomorfológica do Planalto das Missões, sobre a Unidade Geomorfológica do Planalto de Santo Ângelo (IBGE, 1986). A classe de solo predominante é Argissolo Vermelho localizado no topo de coxilhas, Argissolo Bruno no terço médio e inferior das encostas, a textura do solo é franco-argilo-arenosa (Alvarez, 2014).

Os remanescentes florestais estão no domínio da Floresta Estacional Decidual com Vegetação Secundária e Atividades Agrárias, como também do contato desta tipologia florestal com a Estepe com Atividades Agrárias (IBGE, 2004).

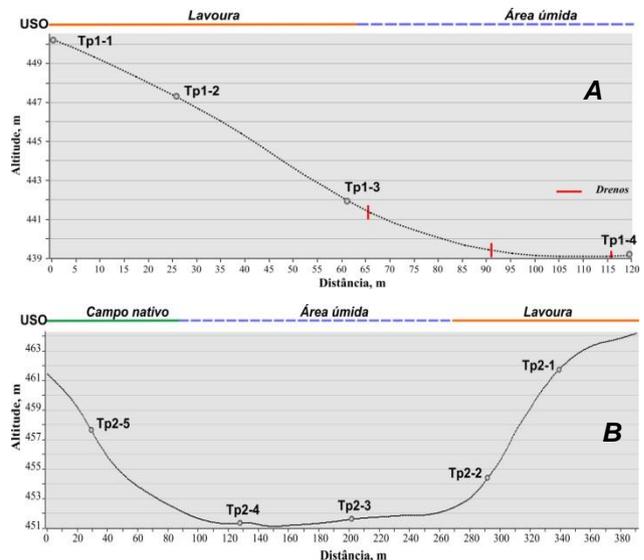
### Caracterização das topossequências

Escolheram-se duas topossequências, nomeadas como topossequência 1 (Tp1) e topossequência 2 (Tp2). A Tp1 apresenta área úmida drenada e a Tp2 não drenada. Na Tp1 e Tp2 foram feitas quatro e cinco pontos de amostragens, respectivamente.

A amplitude entre os pontos na Tp1 é de aproximadamente 11 metros e o comprimento de rampa entre o Tp1-1 ao Tp1-4 foi de 120 metros (**Figura 1A**). Os usos da terra nos pontos amostrados são: lavoura (Tp1-1, Tp1-2 e Tp1-3) e área úmida em pousio (Tp1-4). O Tp1-1 localiza-se no topo da coxilha, próximo ao divisor d'água, ambiente aeróbico bem drenado; o Tp1-2 no terço médio, ambiente aeróbico, moderadamente drenado; o Tp1-3 na base da encosta em ambiente mal drenado e; o Tp1-4 em área úmida, ambiente anaeróbico muito mal drenado. Entre os pontos de coleta Tp1-3 e Tp1-4 há três drenos canalizados, como pode ser visualizado na **Figura 1A**. Os canais foram abertos logo após a implantação do assentamento e incorporados à área de produção de grãos.

Na Tp2 a amplitude total entre os pontos é de aproximadamente 11 metros e a distância do Tp2-1 ao Tp2-5 é de 310 metros. Optou-se por incluir o Tp2-5, que estaria em uma terceira topossequência, pois o mesmo está inserido em área remanescente de campo nativo e serviria como uma testemunha de distribuição de COT no perfil do solo da vegetação natural (Bioma Pampa). Os usos da terra nos pontos amostrados na Tp2 são: lavoura (Tp2-1 e Tp2-2), área úmida (Tp2-3 e Tp2-4) e campo nativo (Tp2-5) (**Figura 1B**). Tanto a área de campo nativo, quanto à úmida, são utilizadas para o pastejo do gado. O Tp2-1 localiza-se na meia encosta, ambiente aeróbico; o Tp2-2 na base da encosta em ambiente mal drenado; o Tp2-3 e Tp2-4 em área úmida, ambiente anaeróbico muito mal

drenado e o Tp2-5, na meia encosta em ambiente moderadamente drenado.



**Figura 1** - Localização dos pontos de amostragens nas duas topossequências de áreas úmidas: A) área úmida drenada e B) área úmida não drenada.

### Coleta das amostras de solo

A coleta de amostra de solo foi realizada no mês de agosto de 2013. Em cada ponto foram coletadas amostras de solo em cinco camadas 0–5, 5–10, 10–20, 20–40, 40–60 cm. Nos pontos de amostragem nas lavouras e campo antrópico foram abertas trincheiras com pá de corte. Nas áreas úmidas foi utilizado um coletor de monolito em função da constante saturação hídrica e impossibilidade de abertura de trincheiras.

Após a coleta, as amostras de solo foram colocadas em sacos plásticos, acondicionadas em caixas e transportadas até o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal de Santa Maria. O solo foi seco em estufa de circulação forçada de ar à  $\pm 50^{\circ}\text{C}$ , peneirado em malha de 2 mm (fração terra fina) e, armazenado em potes plásticos até o momento das análises físicas e químicas.

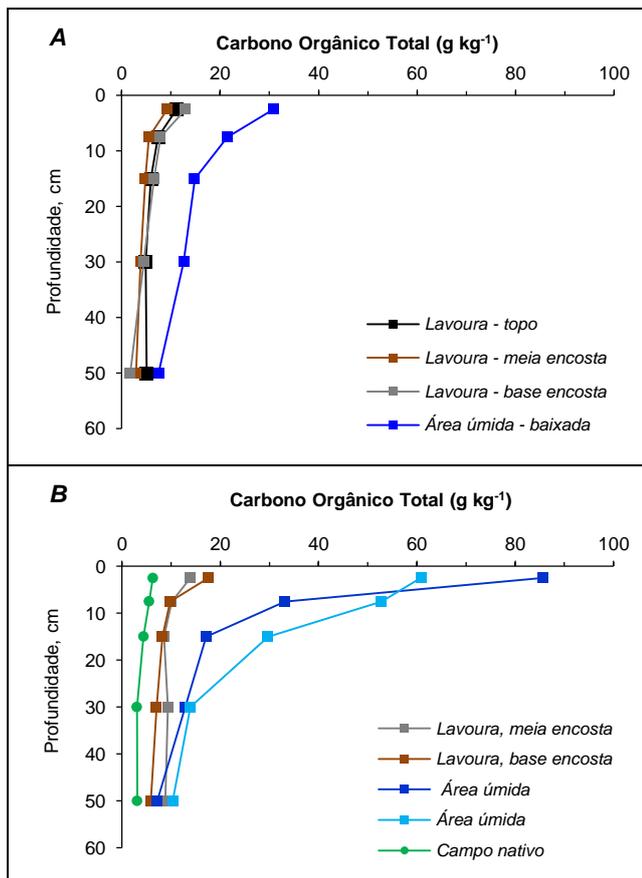
### Procedimento analítico

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, conforme Embrapa (1997).

O teor de carbono orgânico total foi estimado pelo método de oxidação úmida com  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  em bloco digestor (Rheinheimer et al., 2008). O estoque de carbono no solo foi calculado conforme Veldkamp (1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos pontos de amostragem de solo nas lavouras os teores de  $C_{OT}$  foram significativamente menores aos encontrados em área úmida, isso ocorre devido às perdas por erosão e ao regime de umidade do solo (**Figura 2**). Observando a **Figura 2A**, verifica-se também a influência da posição na encosta nos teores de carbono: o topo da coxilha (Tp1-1) apresenta teores de  $C_{OT}$  maiores que o ponto na meia encosta (Tp2-2), que está em um ambiente de perda de material e o Tp1-3 apresentou incremento nos teores de  $C_{OT}$ , esse ponto localiza-se na base da encosta, posição que favorece o acúmulo de parte do material erodido à montante. O mesmo ocorreu na Tp2 (**Figura 2B**).



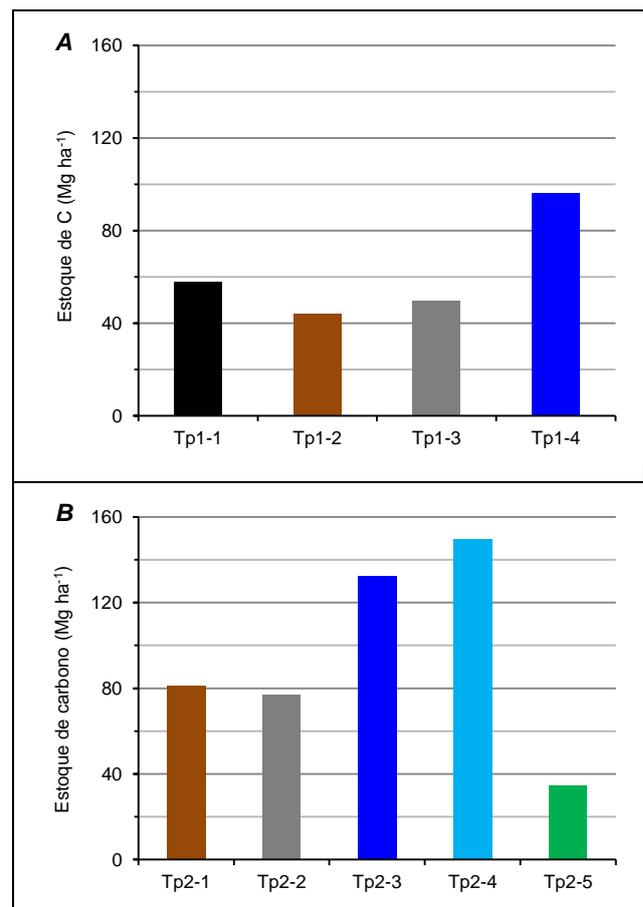
**Figura 2** – Teores de carbono orgânico total no perfil do solo da toposequência drenada (A) e não drenada (B).

Nas áreas úmidas (Tp1-4, Tp2-3 e Tp2-4) os teores de  $C_{OT}$  foram significativamente superiores aos encontrados em ambiente aeróbico. As maiores concentrações de  $C_{OT}$  obtidas nos pontos amostrados nos banhados, deve-se principalmente à umidade, pois este ambiente possibilita que a

velocidade de decomposição da matéria orgânica do solo seja mais lenta, possibilitando assim maior sequestro de carbono. Já a diferença demasiada nos teores de  $C_{OT}$  entre as áreas úmidas deve-se a abertura de drenos que favoreceu a oxidação e emissão de  $CO_2$  para a atmosfera.

O ponto amostrado em área de campo nativo (Tp2-5), com pastejo intensivo do gado durante todo o ano, apresentou as menores concentrações de  $C_{OT}$  dentre as classes de uso da terra e camadas de solo avaliadas (**Figura 2B**).

O estoque de carbono na camada 0–60 cm foi muito superior nas áreas úmidas do que nas áreas com agricultura e pecuária (**Figura 3**). Na TP1, com zona úmida drenada e canalizada (Tp1-4), o estoque de carbono foi bem menor que o dos pontos de amostragem em área úmida não drenada da Tp2 (Tp2-3 e Tp2-4).



**Figura 3** – Estoque de carbono ( $Mg\ ha^{-1}$ ) na camada 0-60 cm na toposequência 1 (A) e 2 (B).

Com base nos resultados, observa-se que nas lavouras as concentrações de  $C_{OT}$  da camada superficial refletem a posição no relevo (ambiente

de perda e deposição de material) e a influência antrópica (manejo do solo). No ponto de amostragem de solo em área de campo nativo foram obtidas as menores concentrações de  $C_{OT}$ , o que foi atribuído ao não revolvimento do solo e pastejo intensivo do gado durante todo o ano.

Nas áreas úmidas, as diferenças expressivas nos teores de  $C_{OT}$  e estoque de C encontradas entre as toposequências foram atribuídas à drenagem do solo para a incorporação da área na produção de grãos. Do ponto de vista ambiental a drenagem desses locais, além de descaracterizá-los implica em inúmeros impactos ambientais como: a perda de suas funções hidrológicas (rebaixamento do lençol freático em toda a encosta), ecológicas (perda da diversidade de espécies) e a de filtro biogeoquímico (transferência de poluentes para os sistemas aquáticos devido a diminuição da habilidade de ciclagem de nutrientes), além do seu potencial de sequestro de carbono.

### CONCLUSÃO

Nos pontos amostrados nas lavouras e campo nativo os teores de  $C_{OT}$  foram significativamente inferiores aos das áreas úmidas, refletindo o uso da terra, posição na encosta e drenagem do solo.

Nas áreas úmidas os teores de  $C_{OT}$  e estoque de C foram maiores no ambiente não drenado, evidenciando que a abertura de drenos afeta profundamente a dinâmica da matéria orgânica do solo com a consequente emissão de  $CO_2$  para a atmosfera.

### REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J. W. R. Transferência de fósforo em pequenas hidrográficas com predomínio de sistema plantio direto precário. 198 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, p. 212, 1997.

HASSAN, R.; SCHOLLES, R.; ASH, N. Ecosystems and human well-being. Current state and trends. Washington, DC: Island Press; 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação do Brasil. Escala 1:5.000.000. 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento de recursos naturais do projeto Radam Brasil. Folha SH.22. Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986. 796 p.

MENEGOTTO, E.; SARTORI, P. L. P.; MACIEL FILHO, C. L. Nova sequência sedimentar sobre a Serra Geral no Rio Grande do Sul. Publicação Especial do Instituto de

Solos e Culturas, Seção Geologia e Mineralogia, Santa Maria, 1: 1–19, 1968.

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: wetlands and water. Synthesis. Washington, DC: World Resources Institute; 2005.

PATTERSON, J. A Canadian perspective on Wetlands and carbon sequestration. National Wetlands Newslett. 21(2):3–4, 1999.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:435–440, 2008.

ROSSATO, M. S. Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. Soil Science Society of America Journal, 58:175-180, 1994.