

*Anais*

# III CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM

## Editores

Adilson Luis Bamberg

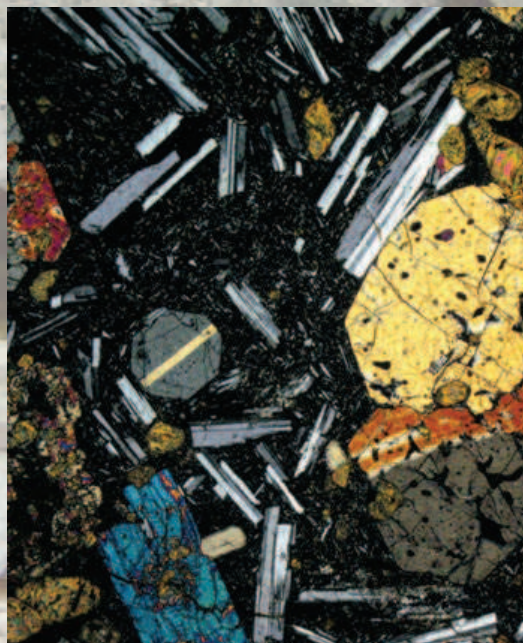
Carlos Augusto Posser Silveira

Éder de Souza Martins

Magda Bergmann

Rosane Martinazzo

Suzi Huff Theodoro



# EFEITO DO XISTO RETORTADO EM ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO. PARTE I - ESTOQUES DE CARBONO E DE NITROGÊNIO

Cristiane Mariliz Stöcker<sup>1</sup>; Alex Becker Monteiro<sup>2</sup>; Pablo Lacerda Ribeiro<sup>3</sup>; Sandro José Giacomini<sup>4</sup>; Rosane Martinazzo<sup>5</sup>; Carlos Augusto Posser Silveira<sup>5</sup>; Adilson Luís Bamberg<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Agronomia, PPG em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, UFPel-Pelotas, RS - crisstocker@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Doutorando em Ciências, PPG - em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPel - alexbeckermonteiro@gmail.com; <sup>3</sup>Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel - pabloribeiro@gmail.com; <sup>4</sup>Professor Associado II da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM - sjgiacomini@smail.ufsm.br, <sup>5</sup>Pesquisador Embrapa Clima Temperado - rosane.martinazzo@embrapa.br, augusto.posser@embrapa.br, adilson.bamberg@embrapa.br

**Resumo:** Este trabalho propôs avaliar os estoques de carbono e de nitrogênio de um Argissolo Vermelho Distrófico arênico com doses cumulativas de xisto retortado em um experimento de sete anos, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria. Amostras de solo foram coletadas em camadas (0-10 e 10-20 cm) visando avaliar o teor de carbono e nitrogênio total. Os resultados obtidos mostraram que a adição de xisto retortado até a dose acumulada de 18 t ha<sup>-1</sup> não alterou os estoques de carbono e nitrogênio do solo.

**Palavras-chave:** Carbono orgânico, nitrogênio, xisto retortado

## INTRODUÇÃO

Na exploração do xisto são gerados diversos coprodutos, dos quais se destaca o rejeito sólido proveniente da pirólise da rocha, o xisto retortado (XR). Este coproduto representa 80 a 90% do volume de xisto (6.600 Mg) processado diariamente na Unidade de Industrialização do Xisto (PIMENTEL et al., 2006), instalada em São Mateus do Sul (PR).

O XR apresenta estrutura lamelar, com argilominerais e estruturas aromáticas de carbono como principais constituintes (MIOTTO & MACHADO, 2006; PIMENTEL et al., 2006), além de teores significativos de silício, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes essenciais às plantas. Essas características podem viabilizar sua aplicação na agricultura, como condicionador de solo (PEREIRA & VITTI, 2004). Estudos realizados por Leão et al. (2014) e Doumer et al. (2011) mostram que o XR contribui para a manutenção da qualidade do solo, pois apresenta potencial para reter carbono no solo.

O armazenamento de carbono e nitrogênio no solo é importante parâmetro para a estimativa da acumulação e emissão desses elementos, assim como, sob diferentes sistemas, fornece informações importantes para avaliação da qualidade do solo. Neste sentido, considerando a importância do tema e a escassez de informações acerca dos estoques de carbono e nitrogênio em solos com aplicação de XR, o presente estudo teve por objetivo quantificar os estoques destes elementos em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico submetido a doses anuais e cumulativas de XR.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Solos, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria – RS, com coordenadas geográficas,

29°45'S, 53°42'W. Nessa área experimental foi conduzido um dos experimentos do Projeto Xisto Agrícola, no período de 2009 a 2015. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições em parcelas de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m).

O experimento foi iniciado no ano de 2009 e anualmente foram realizadas aplicações da adubação de base (nitrogênio, fósforo e potássio, na forma de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente) e do XR em diferentes doses (Tabela 1).

O clima da região, segundo Köppen, é classificado como subtropical úmido, tipo Cfa2. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2013), com os seguintes atributos químicos na camada 0–10 cm: pH 5,4; matéria orgânica 18 g kg<sup>-1</sup>; fósforo 31 mg dm<sup>-3</sup>; potássio 105 mg dm<sup>-3</sup>; magnésio 1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; cálcio 3,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e H + Al 2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (DOUMER et al., 2011). Este experimento foi selecionado para a realização dos estudos de monitoramento ambiental por apresentar condições edafoclimáticas de interesse (solo arenoso, baixo teor de matéria orgânica, precipitação média anual de 1769 mm). O XR foi aplicado na superfície do solo antecedendo a semeadura do feijão, manualmente a lanço, na área total das parcelas experimentais. A adubação de base foi aplicada na linha de semeadura utilizando semeadora, juntamente com a semente de feijão. Nos anos seguintes, a aplicação dos tratamentos foi realizada no momento da semeadura da cultura de inverno (trigo) e no verão a área era cultivada com feijão, sem aplicação dos tratamentos. A rotação feijão/trigo foi mantida durante todo o período experimental.

**Tabela 1** – Tratamentos, datas de coleta de solos, doses acumuladas de xisto retornado e adubação utilizada em Argissolo Vermelho Distrófico arênico no período de 2009 a 2015. Santa Maria-RS

Trat.	Dose acumulada de xisto retornado (Mg ha <sup>-1</sup> )								
	Doses aplicadas	Dez/2009	Set/2010	Dez/2011	Jun/2012	Jan/2013	Dez/2013	Jun/2014	Dez/2015
T1	0	NPK	NPK	NPK	NPK	NPK	NPK	NPK	NPK
T2	0,75	0,75	1,5	2,25	3,0	3,0	3,75	4,5	4,5
T3	1,5	1,5	3,0	4,5	6,0	6,0	7,5	9,0	9,0
T4	3,0	3,0	6,0	9,0	12,0	12,0	15,0	18,0	18,0
T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T1: testemunha de adubação (sem adição de XR e com adubação de base), T2: adubação de base e aplicação anual de 0,75Mg XR ha<sup>-1</sup>, T3: adubação de base e aplicação anual de 1,5Mg XR ha<sup>-1</sup>, T4: adubação de base e aplicação anual de 3,0 Mg XR ha<sup>-1</sup> e T5: testemunha absoluta (sem adição de XR e sem adubação de base). Adubação de base: aplicação de N (100 kg ha<sup>-1</sup>), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (120 kg ha<sup>-1</sup>) e K<sub>2</sub>O (90 kg ha<sup>-1</sup>).

Foram realizadas coletas periódicas de solo ao longo do período experimental, sendo que neste trabalho serão apresentados somente os resultados da última coleta, realizada em dezembro/2015. Amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas nas camadas 0 a 10 e 10 a 20 cm. As análises laboratoriais foram realizadas na Embrapa Clima Temperado.

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 2011). Para quantificação dos teores de carbono (C) e nitrogênio (N) as amostras foram secas ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm e, posteriormente, moídas em gral de ágata, e

encaminhadas à Central Analítica da Embrapa Clima Temperado para determinação dos teores de C e N através de combustão seca, em analisador elementar Leco TruSpec CHN.

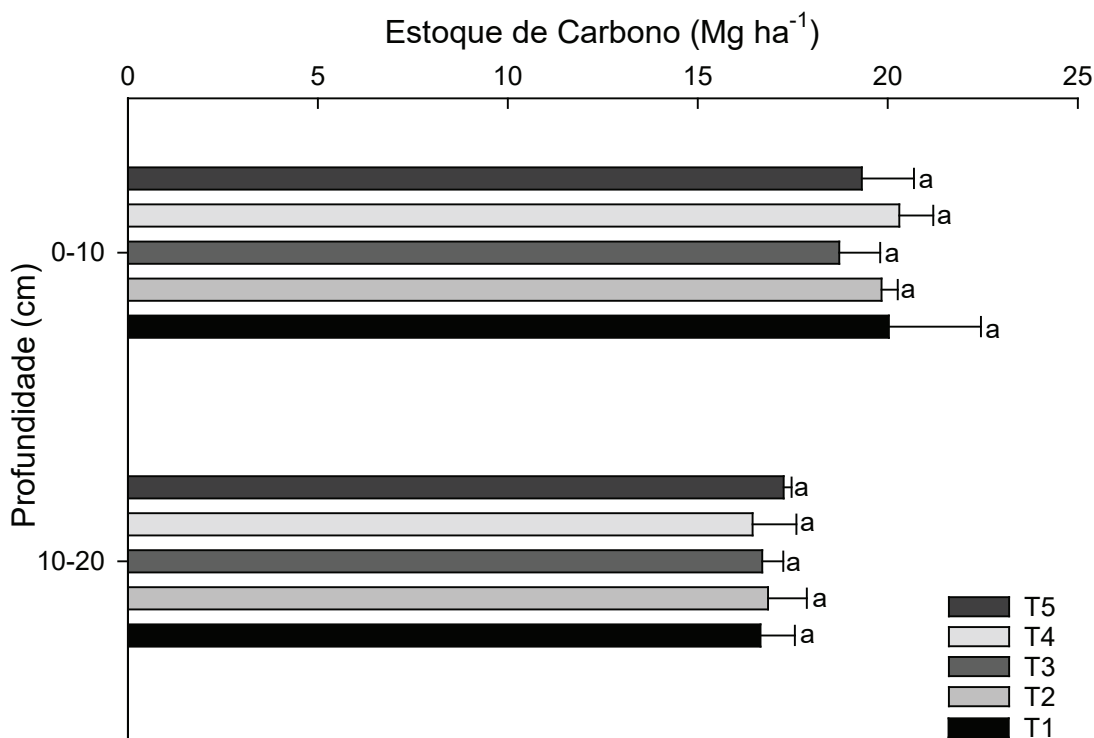
Os estoques de carbono (ECS) e de nitrogênio do solo (ENS) foram calculados considerando a densidade do solo, o teor de carbono ou de nitrogênio e a espessura de cada camada amostrada, empregando-se as fórmulas:  $ECS = (C \times DS \times p)/10$  e  $ENS = (N \times DS \times p)/10$ , em que ECS = estoque de carbono do solo ( $Mg\ ha^{-1}$ ); ENS = estoque de nitrogênio do solo ( $Mg\ ha^{-1}$ ); C = teor de carbono do solo ( $g\ kg^{-1}$ ); N = teor de nitrogênio do solo ( $g\ kg^{-1}$ ); DS = densidade do solo ( $g\ cm^{-3}$ ) e p = espessura da camada do solo (cm).

Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do software ASSISTAT 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estoque de carbono do solo na camada 0-10 cm foi de 20,03 (T1); 19,83 (T2); 18,72 (T3); 20,31 (T4) e 19,32 (T5)  $Mg\ ha^{-1}$ . Não houve diferença significativa nos estoques de carbono do solo para os tratamentos e profundidades avaliadas ( $p < 0,05$ ). Contudo, observa-se tendência de maiores estoques de carbono do solo na camada superficial (0-10 cm) quando comparada a camada subsuperficial (10-20 cm) com acúmulo médio de 16,65 (T1); 16,85 (T2); 16,70 (T3); 16,44 (T4) e 17,26 (T5)  $Mg\ ha^{-1}$  (Figura 1). O maior acúmulo na camada superficial do solo provavelmente está associado à adição de material orgânico na superfície e à decomposição de raízes, em geral mais abundantes na camada superficial do solo (LOVATO et al., 2004).

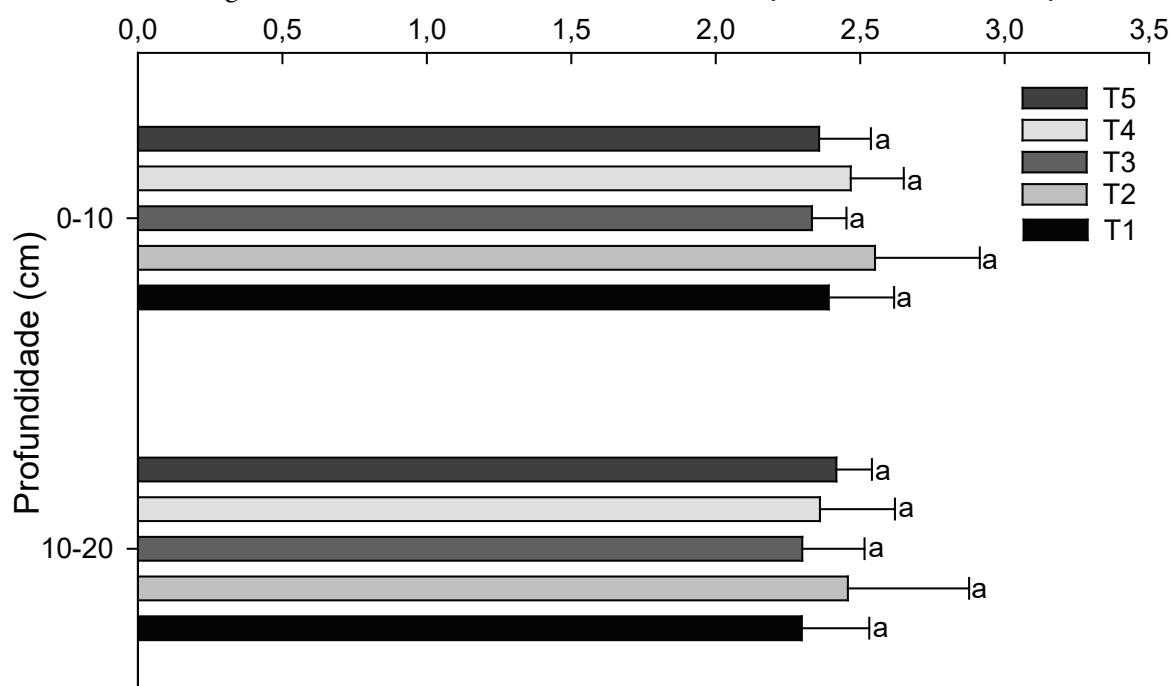
**Figura 1** – Valores médios de estoques de carbono em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico com doses crescentes de xisto retortado, nas camadas 0-10 e 10-20 cm. T1: testemunha de adubação (sem adição de XR e com adubação de base), T2: adubação de base e dose acumulada de 4,5  $Mg\ XR\ ha^{-1}$ , T3: adubação de base e dose acumulada de 9,0  $Mg\ XR\ ha^{-1}$ , T4: adubação de base e dose acumulada de 18,0  $Mg\ XR\ ha^{-1}$  e T5: testemunha absoluta (sem adição de XR e sem adubação de base).



O estoque total de carbono para o perfil avaliado (0-20 cm) foi de 36,67 (T1); 36,68 (T2); 35,42 (T3); 36,75 (T4) e 36,58 (T4). No entanto, estatisticamente, não foi observado efeito desse coproduto sobre a retenção do carbono no solo, o que pode estar relacionado ao fato de que o XR aplicado ao solo pode estar complexado aos minerais e à matéria orgânica do solo, o que reduz o seu possível poder de estabilização do carbono (LEÃO et al., 2014). Além disso, quantitativamente o conteúdo de carbono total aportado ao solo no experimento pelo XR, na maior dose aplicada, pode não ter sido significativo (aproximadamente 1.500 kg ha<sup>-1</sup> na maior dose acumulada), embora se saiba que suas características químicas e morfológicas exercem papel fundamental nas interações organominerais (DOUMER et al., 2011) e a longo prazo podem influenciar positivamente no sequestro do carbono aportado pela decomposição da biomassa, incrementando os estoques de carbono do solo em médio e longo prazo.

O estoque de nitrogênio do solo na camada 0-10 cm foi de 2,39 (T1); 2,55 (T2); 2,33 (T3); 2,47 (T4) e 2,36 (T5) Mg ha<sup>-1</sup>, não havendo diferença estatística entre os tratamentos (Figura 2).

**Figura 2** – Estoques de Nitrogênio em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico com doses crescentes de xisto retortado, nas camadas 0-10 e 10-20 cm. T1: testemunha de adubação (sem adição de XR e com adubação de base), T2: dose acumulada de 4,5 Mg XR ha<sup>-1</sup>, T3: dose acumulada de 9,0 Mg XR ha<sup>-1</sup>, T4: dose acumulada de 18,0 Mg XR ha<sup>-1</sup> e T5: testemunha absoluta (sem adição de XR e sem adubação de base).



Semelhante ao estoque de carbono observou-se que para os estoques de nitrogênio do solo também houve tendência de maior acúmulo na camada superficial (0-10 cm), com exceção do T5. O estoque total de nitrogênio para o perfil avaliado (0-20 cm) foi de 4,69 (T1); 5,01 (T2); 4,63 (T3); 4,83 (T4) e 4,78 (T5).

## CONCLUSÕES

A adição de xisto retortado até a dose acumulada de 18 Mg ha<sup>-1</sup> não alterou os estoques de carbono e de nitrogênio do solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto Xisto Agrícola (cooperação técnica entre Unidade de Industrialização do Xisto - Petrobras-SIX, Embrapa Clima Temperado e Fundação de Apoio à Pesquisa e desenvolvimento Dr. Edmundo Gastal - Fapeg), pelo apoio técnico e financeiro, e à Universidade Federal de Santa Maria pela disponibilidade da área experimental.

## REFERÊNCIAS

DOUMER, M. E. et al. Atividade microbiana e enzimática em solo após a aplicação de xisto retortado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1538-1546, 2011.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.

LEÃO, R. E. et al. A adição de xisto retortado aumenta a retenção do carbono de resíduos vegetais no solo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 49, n. 10, p.818-822, out. 2014.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adições de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.175-187, 2004.

MIOTTO, D. M. M.; MACHADO, N. R. C. F. Utilização de xisto retortado como matériaprima em síntese de zeólitas. **Acta Scientiarum. Technology**, v.28, p.39-45, 2006.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G.C. Efeito do uso do xisto em características químicas do solo e nutrição do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.317-322, 2004.

PIMENTEL, P. M. et al. Caracterização e uso de xisto para adsorção de chumbo (II) em solução. **Cerâmica**, v.52, p.194-199, 2006.

SILVA, F. de A.S. e. & AZEVEDO, C.A.V.de. **Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agriculture and Biological Engineers, 2009.