

# 48. MITIGAÇÃO DA SALINIDADE DA SOLUÇÃO DO SOLO PELO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO, NA PLANÍCIE COSTEIRA EXTERNA DO RS

Amanda Posselt Martins<sup>(1)</sup>, Felipe de Campos Carmona<sup>(2)</sup>; Eduardo Giacomelli Cao<sup>(3)</sup>; Marcelo Hoerbe Andrighetti<sup>(4)</sup> & Ibanor Anghinoni<sup>(5)</sup>.

Palavras chave: lixiviação, percolação, sódio

## INTRODUÇÃO

Além do aporte de sais via água de irrigação, a salinização do solo no Rio Grande do Sul pode se dar por outras causas. Na região denominada Planície Costeira Externa, a formação do solo tem caráter evolutivo, como decorrência da sedimentação marinha e flúvio-lacustre. Esses sedimentos, que podem ser mais ou menos permeáveis, favorecem o fluxo de água subterrânea, proporcionando uma zona de reação onde a água doce da Laguna dos Patos e a água salgada do mar se misturam. A frente de água doce-salgada migra em resposta ao nível sazonal de água da Laguna dos Patos e ao gradiente hidráulico da água subterrânea (Niencheski et al., 2007). Em locais onde o lençol freático é mais próximo da superfície e dependendo da evapotranspiração, pode ocorrer a ascendência de sais até a camada arável do solo. Nesse contexto, o cultivo do arroz irrigado pode ser uma alternativa na mitigação dos efeitos da salinidade do solo, pela lixiviação de sais ocasionada pelo estabelecimento de uma lâmina de água de boa qualidade. Este trabalho teve como objetivo acompanhar a dinâmica do sódio e da condutividade elétrica da solução do solo, ao longo do ciclo do arroz irrigado, cultivado em solos da Planície Costeira Externa do Rio Grande do Sul, com diferentes níveis de salinidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a campo, nas dependências da Fazenda Cavallhada, localizada no Município de Mostardas, na região arrozeira denominada Planície Costeira Externa, Rio Grande do Sul. Selecionaram-se quatro locais com diferentes percentagens de sódio trocável (PST) na camada de 0 – 20 cm (Tabela 1), cujos valores foram: 5,6 % (Casamento); 9,0 % (Cavallhada); 21,2 % (Banhado) e 32,7 % (Sinval).

**Tabela 1** - Atributos químicos e teor de argila dos solos estudados, nas diferentes profundidades

Local	pH H <sub>2</sub> O	Argila	M.O.	P <sup>(1)</sup>	K <sup>(2)</sup>	Na <sup>(2)</sup>	Ca <sup>(2)</sup>	Mg <sup>(2)</sup>	CTC <sub>pH 7</sub>	CE <sup>(3)</sup>	PST <sup>(4)</sup>
	1:1	.....g kg <sup>-1</sup>	.....	.....mg dm <sup>-3</sup>	.....	.....	.....cmolc dm <sup>-3</sup>	.....	.....	dS m <sup>-1</sup>	%
Casamento	4,4	140	18,9	32	42	106	2,33	1,45	8,4	1,96	5,6
Cavallhada	4,6	150	13,7	38	62	151	1,87	1,96	7,2	1,77	9,0
Banhado	4,9	140	14,1	26	83	376	2,05	1,77	7,7	6,04	21,2
Sinval	5,1	130	12,3	36	154	878	2,16	3,14	11,7	12,1	32,6

<sup>(1)</sup> Mehlich I; <sup>(2)</sup> Extrator acetato de amônio (pH 7), 1,0 mol L<sup>-1</sup>; <sup>(3)</sup> Condutividade elétrica; <sup>(4)</sup> Percentagem de sódio trocável.

Utilizaram-se os cultivares IRGA 417 em três locais (Cavallhada, Banhado e Sinval) e IRGA 422 CL em uma das áreas (Casamento), no sistema de cultivo semi-direto. A densidade de semeadura adotada foi de 120 kg ha<sup>-1</sup>, com controle de plantas invasoras ocorrendo no estágio de desenvolvimento V3 – V4. Não foi realizada adubação de base na cultura (N, P e K), sendo aplicada apenas a adubação de cobertura de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, sob a forma de uréia, previamente à entrada da água de irrigação, no

<sup>(1)</sup> Acadêmica do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970. E-mail: amandaposselt@gmail.com. Bolsista BIC/CNPq.

<sup>(2)</sup> Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>(3)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>(4)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>(5)</sup> Professor Adjunto, UFRGS; Consultor Técnico do Instituto Rio-Grandense do Arroz.

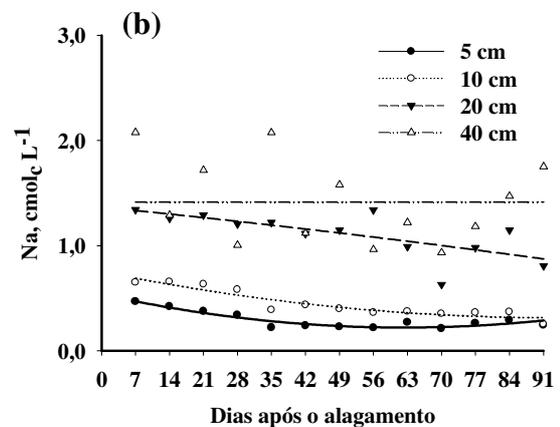
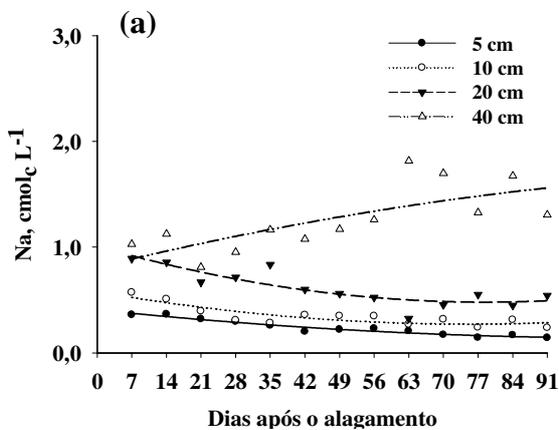
estádio de desenvolvimento V4. Os experimentos foram conduzidos em parcelas de 12 m<sup>2</sup> (4 x 3 m), com espaçamento de 0,5 m entre parcelas e três repetições. Previamente ao alagamento, foram instalados coletores de solução do solo (Silva et al., 2003) nas parcelas, nas profundidades de 5, 10, 20 e 40 cm. As alíquotas eram imediatamente acondicionadas, para determinação dos teores de Na<sup>+</sup> e da CE. As coletas foram realizadas a partir do sétimo dia após o início do alagamento (7 DAA), até 91 DAA, num intervalo de sete dias entre as coletas.

## RESULTADOS & DISCUSSÃO

Os teores de sódio na solução do solo (Figura 1) diminuíram com o passar do tempo de alagamento em todos os locais, na camada do solo de maior atividade radicular das plantas de arroz, até 20 cm, exceção feita ao Banhado (Figura 1 c), nas camadas de 5 cm e 20 cm, onde o teor de sódio manteve-se relativamente estável, com oscilações ao longo do ciclo.

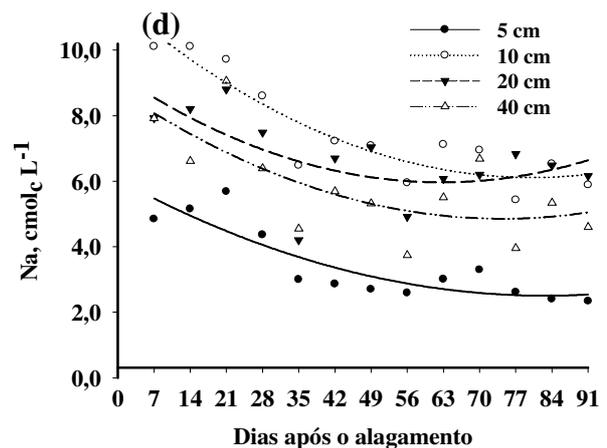
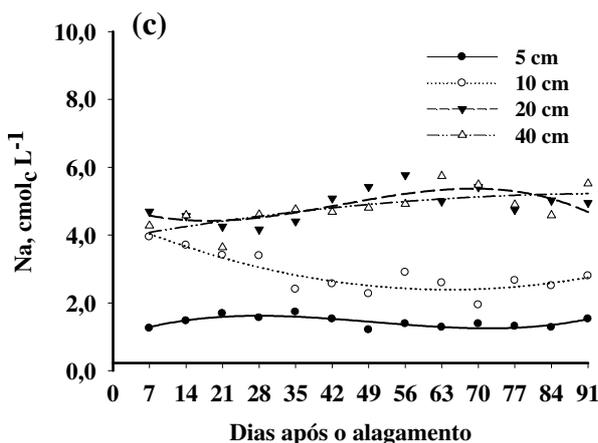
5 cm:  $\hat{y} = 0,4073 - 0,0049***x + 0,0000219***x^2$  ( $R^2 = 0,94$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 0,5776 - 0,0081***x + 0,0000542***x^2$  ( $R^2 = 0,74$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 1,0093 - 0,0135***x + 0,0000862***x^2$  ( $R^2 = 0,75$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = 0,8098 + 0,0114***x - 0,0000349***x^2$  ( $R^2 = 0,52$ )

5 cm:  $\hat{y} = 0,5384 - 0,0102***x + 0,0000818***x^2$  ( $R^2 = 0,87$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 0,7520 - 0,0093***x + 0,0000497***x^2$  ( $R^2 = 0,88$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 1,3655 - 0,0046***x - 0,00000939***x^2$  ( $R^2 = 0,50$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = \bar{y} = 1,413$



5 cm:  $\hat{y} = 0,9793 + 0,0526***x - 0,0013***x^2 + 0,0000057***x^3$  ( $R^2 = 0,66$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 4,459 - 0,0645***x + 0,005***x^2$  ( $R^2 = 0,79$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 4,8621 - 0,0538***x + 0,0019***x^2 - 0,0000144***x^3$  ( $R^2 = 0,54$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = 3,889 + 0,0277***x - 0,0001***x^2$  ( $R^2 = 0,48$ )

5 cm:  $\hat{y} = 6,047 - 0,0856***x + 0,0005***x^2$  ( $R^2 = 0,77$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 11,407 - 0,1324***x + 0,0008***x^2$  ( $R^2 = 0,84$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 9,24 - 0,1047***x + 0,0008***x^2$  ( $R^2 = 0,41$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = 8,782 - 0,1058***x + 0,0007***x^2$  ( $R^2 = 0,50$ )



**Figura 1** - Teores de sódio na solução do solo nas diferentes profundidades em: Casamento (a), Cavalhada (b), Banhado (c) e Sinval (d). \*, \*\*, \*\*\*: significativo a 10, 5 e 1%, pelo teste F, respectivamente.

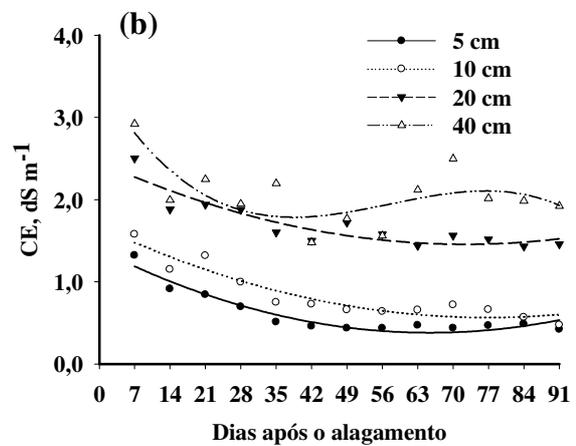
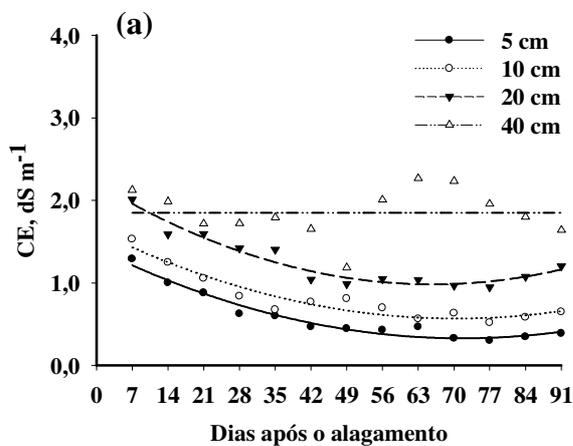
A ação física das raízes promove um aumento da permeabilidade e da condutividade hidráulica do solo, facilitando a lixiviação de sódio, o que, somado a absorção desse íon pelo arroz, pode ter contribuído para essa diminuição, uma vez que pode ocorrer substituição parcial de K por Na nos sítios

de absorção das raízes do arroz (Castilhos et al., 1999). Adicionalmente, a alta atividade biológica nas raízes eleva a concentração de CO<sub>2</sub> na rizosfera e, juntamente com a solubilização de carbonatos nativos do solo, pode ter deslocado parte do Na<sup>+</sup> presente nos sítios de troca, facilitando a sua saída da camada sob influência da rizosfera (Chhabra & Abrol, 1977). Na camada de 40 cm, o teor de sódio na solução não apresentou uma dinâmica clara entre os locais avaliados, aumentando no Casamento (Figura 1a) e no Banhado (Figura 1c) e diminuindo no Sinval (Figura 1d). O aumento dos teores na camada mais profunda pode ser devido a lixiviação do sódio, proveniente dos horizontes mais superficiais.

A condutividade elétrica (CE) da solução do solo seguiu tendência semelhante à dos íons básicos e diminuiu em todos os locais, nas camadas de solo de 0 – 20 cm (Figura 2). Na camada de 40 cm de profundidade, verificou-se diminuição na Cavalhada e no Sinval (Figura 2b,d) e constância no Casamento e no Banhado (Figura 2a,d). Em geral, a CE dos solos inundados aumenta após a submersão, atingindo um máximo e decrescendo para valores estáveis. Esse aumento inicial, entretanto, não foi verificado nesse estudo, talvez pela absorção de íons pelo sistema radicular do arroz.

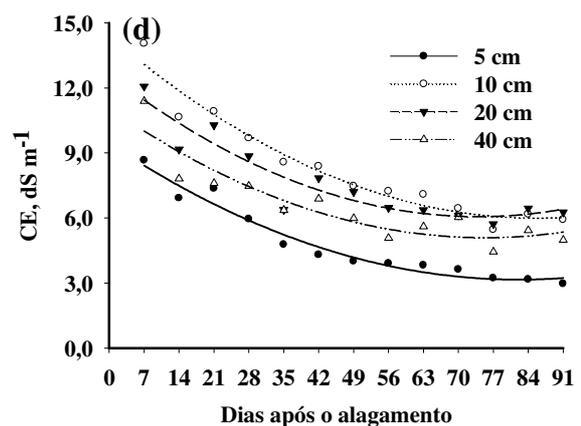
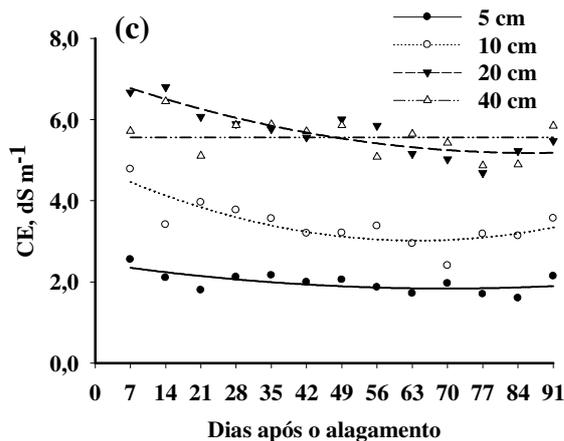
5 cm:  $\hat{y} = 1,4148 - 0,0304***x + 0,0002***x^2$  ( $R^2 = 0,96$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 1,6284 - 0,0301***x + 0,0002***x^2$  ( $R^2 = 0,92$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 2,2046 - 0,0372***x + 0,0003***x^2$  ( $R^2 = 0,94$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = \bar{y} = 1,852$

5 cm:  $\hat{y} = 1,393 - 0,0309***x + 0,0002***x^2$  ( $R^2 = 0,93$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 1,668 - 0,0287***x + 0,0002***x^2$  ( $R^2 = 0,89$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 2,459 - 0,0277***x + 0,0002***x^2$  ( $R^2 = 0,82$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = 3,441 - 0,1033*x + 0,0020*x^2 - 0,0000117*x^3$  ( $R^2 = 0,54$ )



5 cm:  $\hat{y} = 2,469 - 0,0181*x + 0,0001*x^2$  ( $R^2 = 0,44$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 4,836 - 0,0568***x + 0,0004***x^2$  ( $R^2 = 0,66$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 7,064 - 0,0436***x + 0,0003***x^2$  ( $R^2 = 0,77$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = \bar{y} = 5,563$

5 cm:  $\hat{y} = 9,446 - 0,1530***x + 0,0009***x^2$  ( $R^2 = 0,96$ )  
 10 cm:  $\hat{y} = 14,381 - 0,1960***x + 0,0011***x^2$  ( $R^2 = 0,95$ )  
 20 cm:  $\hat{y} = 12,621 - 0,1775***x + 0,0012***x^2$  ( $R^2 = 0,87$ )  
 40 cm:  $\hat{y} = 11,072 - 0,1590***x + 0,0011***x^2$  ( $R^2 = 0,84$ )



**Figura 2** – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo nas diferentes profundidades em: Casamento (a), Cavalhada (b), Banhado (c) e Sinval (d). \*, \*\*, \*\*\*: significativo a 10, 5 e 1%, pelo teste F, respectivamente.

A diminuição mais significativa da CE se deu no Sinval, que tem a maior salinidade (Figura 2d), à semelhança do que ocorreu com os teores de Na<sup>+</sup> (Figura 1d). Entretanto, a CE se manteve em patamares acima de 3,0 dS m<sup>-1</sup>, nocivos, portanto, ao cultivo do arroz em todas as profundidades.

A dessorção de íons que ocorre durante as primeiras semanas de alagamento e estimula o aumento da CE é variável conforme o tipo de solo. Em solos de maior CTC, esse processo tende a ser mais estimulado. Boivin et al. (2002), por exemplo, verificaram aumento da CE de 0,3 a 1,2 dS m<sup>-1</sup>, ao longo do ciclo do arroz em um Vertissolo, mais rico em cátions em relação ao Planossolo utilizado no presente trabalho. Entretanto, o experimento desses autores foi executado numa região africana caracterizada por balanço hídrico anual negativo (2.000 mm), com precipitações médias ao longo do período de 280 mm distribuídas no período das chuvas (julho – outubro). O cultivo de arroz, no período seco, não permitiu a diluição dos sais contidos na lamina de água e na solução do solo. Essa característica climática é contrária à verificada no Município de Mostardas, onde houve distribuição uniforme de chuvas durante a execução dos trabalhos, o que favoreceu a diminuição dos teores tanto na lâmina de água, quanto na água utilizada para a irrigação.

Em trabalhos realizados em vasos, o fluxo de transpiração de água cria um gradiente hidráulico em direção às raízes, o que constitui o principal fator que governa a dinâmica da CE do solo, já que, com o desenvolvimento das plantas, ocorre maior acúmulo de íons na camada superficial do solo, por efeito da evapoconcentração. Isso se dá, normalmente, próximo a diferenciação do primórdio floral das plantas, período de maior absorção de nutrientes. Em trabalho realizado em ambiente fechado, com diferentes tipos de solo, Schoenfeld et al. (2007) observaram aumento acentuado da CE medida na zona das raízes aos 42 DAA, justamente em função do aumento da demanda transpiratória, na camada de 5 – 10 cm de profundidade, a semelhança do que já ocorrera com Silva et al. (2003), aos 35 DAA, para o K<sup>+</sup>, o Ca<sup>2+</sup> e o Mg<sup>2+</sup>, íons estes que compõem a CE do solo. Chhabra & Abrol (1977), também cultivando arroz em vasos, porém permitindo a saída de percolados, verificaram drástica redução na salinidade de um solo altamente afetado, resultados estes mais condizentes com o que ocorreu a campo no presente estudo, demonstrando que a percolação de água e a lixiviação de sais são, em magnitude, mais expressivos do que um possível efeito de concentração de nutrientes nas camadas mais superficiais do solo, em função da transpiração das plantas.

## CONCLUSÕES

O cultivo de arroz irrigado contribuiu para a diminuição da salinidade na camada arável do solo, em função da percolação de água no perfil e da lixiviação de bases, que são mais significativos do que os efeitos da evapoconcentração de nutrientes na camada sob a influência das raízes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOIVIN, P.; FAVRE, F.; HAMMECKE, C.; MAEGHT, J.L.; DELARIVIERE, J.; POUSSIN, J.C. & WOPEREIS, M.C.S. Processes driving soil solution chemistry in a flooded rice-cropped vertisol: analysis of long-time monitoring data. *Geoderma*, 110:87-107, 2002.
- CASTILHOS, R.M.V. & MEURER, E.J. Suprimento de potássio de solos do Rio Grande do Sul para arroz irrigado por alagamento. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 26:977-982, 2002.
- CHHABRA, R. & ABROL, I.P. Reclaiming effect of rice grown in sodic soils. *Soil Science*, 124:49-55, 1977.
- NIENCHESKI, L.F.H.; WINDOM, H.L.; MOORE, W.S. & JAHNKE, R.A. Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil. *Marine Chemistry*, 106:546-561, 2007.
- SCHOENFELD, R.; MARCOLIN, E.; GENRO JR, S.A.; MACEDO, V.R.M. & ANGHINONI, I. Crescimento do arroz em função da salinidade da água de irrigação e da solução dos solos em torno da Laguna dos Patos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2007. Pelotas, RS. Anais. Pelotas, 2007. v.2. p.414-415.
- SILVA, L.S.; SOUSA, R.O. & BOHNEN, H. Alterações nos teores de nutrientes em dois solos alagados, com e sem plantas de arroz. *Ciência Rural*, 33:487-490, 2003.