

MANEJO DE ÁGUA SALINA NO ARROZ IRRIGADO

ISSN: 2674-8940

Autores

Ibanor Anghinoni,
PhD, Consultor Técnico do Irga
ibanghi@gmail.com

Felipe de Campos Carmona,
Dr. Pesquisador, Integrar -
Gestão e Inovação
Agropecuária
felipe.c.carmona@gmail.com

Glaciele Barbosa Valente,
MSc. Pesquisadora, EEA/Irga,
Cachoeirinha RS
glaciele-valente@irga.rs.gov.br

Marcelo Ferreira Ely, MSc.
Extensionista, 3º. NATE/Irga,
Camaquã RS
marcelo-ely@irga.rs.gov.br

Com o aumento substancial da produtividade da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul nos últimos anos, tem se dado maior atenção a fatores abióticos de estresse que possam interferir no desempenho da lavoura. No entorno da Laguna dos Patos, a salinidade, tanto da água quanto do solo, tem gerado muita preocupação aos produtores de arroz irrigado. Embora não seja um problema que ocorra em todas as safras, os danos pela salinidade ao arroz podem ser relevantes e normalmente coincidem com épocas de estiagem prolongada. Esta Circular apresenta a dinâmica da salinidade da Laguna dos Patos, a condição de salinidade do solo das lavouras do seu entorno para, então, apresentar o manejo dessa água de irrigação em solos salinizados ou não de modo a minimizar seus efeitos na produtividade do arroz.

Sensibilidade do arroz irrigado à salinidade

Os danos de salinidade ao arroz no RS são notadamente devido à presença de sódio em alta concentração na água de irrigação,

medida pela condutividade elétrica (CE). Este é o parâmetro mais empregado para se avaliar o nível de salinidade. Trata-se da medida da capacidade de uma solução conduzir eletricidade e aumenta com a concentração de sais na solução. A sensibilidade do arroz à salinidade varia conforme o estágio de desenvolvimento da cultura, sendo críticas as fases de estabelecimento e florescimento. Quando em níveis acima do tolerável, a salinidade diminui o estande inicial de plantas (**Figura 1a**), o perfilhamento, com aumento da clorose (**Figura 1b**), morte de folhas (**Figura 1c**) e com diminuição da estatura das plantas remanescentes (**Figura 1d**). As cultivares em uso no Rio Grande do Sul não são resistentes à salinidade.

O efeito do excesso de sais sobre a transpiração das plantas deve ser considerado como um dos principais fatores que determinam a resposta da planta ao estresse, uma vez que a eficiência no uso de água determinará a absorção de nutrientes e de íons tóxicos, especialmente de sódio, prejudicando o desenvolvimento das plantas e a produtividade de grãos. Isto devido à diminuição da capacidade fotossintética e, conseqüentemente, menor acúmulo de

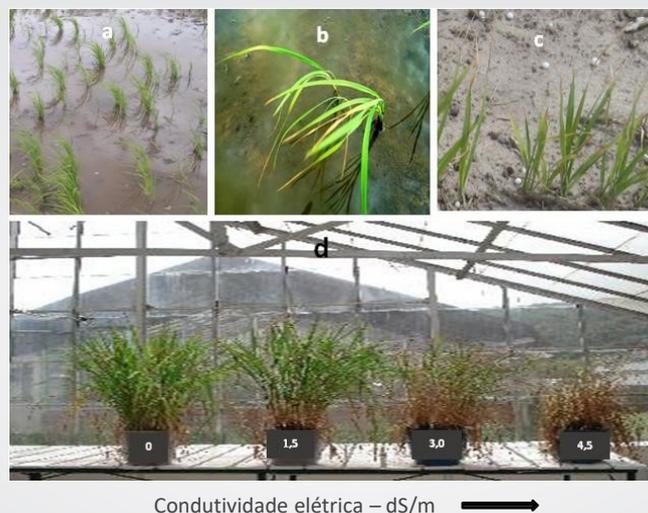


Figura 1. Efeitos da salinidade no estande de plantas (a); na coloração (b); na sobrevivência de folhas (c); e no crescimento das plantas de arroz (d), em função do aumento da condutividade elétrica da solução (salinidade). Fonte: Fraga et al. (2010); Carmona et al. (2012).

Aponte a câmera para o QR-CODE
e espere abrir a Circular Digital.



fotoassimilados e inibição do crescimento de estruturas produtivas, degeneração das ráquis primárias e secundárias e das espiguetas nas panículas. Nestas circunstâncias, a esterilidade de espiguetas (grão chocho) é um fator determinante da redução da produtividade.

Dinâmica da salinidade da água da Laguna dos Patos

A salinidade na Laguna dos Patos ocorre devido à sua grande dimensão, sua conexão com o mar e sua orientação nordeste-sudoeste que é alinhada com a direção predominante dos ventos. No inverno, aumenta a frequência de ventos do quadrante sul, aumentando o volume de água em direção a Itapuã (Viamão) (**Figura 2a**). Neste mesmo período aumenta o volume de água na área costeira do oceano com bombeamento da água do mar para o interior da Laguna, aumentando a salinidade. Na predominância dos ventos do quadrante nordeste no verão ocorre o contrário, a laguna bombeia água para o mar. Neste sentido, a vazão dos principais rios que a abastecem (Jacuí, Sinos, Gravataí, Caí, Taquari e Camaquã) determina o volume de descarga de água doce na Feitoria (região de Pelotas) e, por consequência, no oceano (**Figura 2b**). A vazão média desses rios é de 8.000 m³/s; porém, em situações de alta precipitação, os volumes podem chegar à ordem de 20.000 m³/s (Antiquera & Calliari, 2005), o que diminui consideravelmente a salinidade da água na Laguna dos Patos.

Em anos de baixa precipitação, a salinidade da Laguna dos Patos pode ocorrer nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com a fase reprodutiva do arroz, conforme mostram os dados de monitoramento realizado pelo IRGA em diferentes pontos de captação de água da Laguna dos Patos para irrigação do arroz no período de 2005 a 2007 (**Figura 3**) e no de 2007

a 2009 (**Figura 4**). Verifica-se uma grande amplitude de valores de condutividade elétrica (salinidade) na Planície Costeira Interna (**Figuras 3a e 4a**) e na Externa (**Figuras 3b e 4b**), com mínimas próximas de zero e máximas acima de 12 dS/m, que são valores muito acima do tolerável para a cultura do arroz irrigado, cujo nível crítico estabelecido é de 2,0 dS/m (Farhurst et al. (2007).

Salinidade do solo no entorno da Laguna dos Patos

De uma maneira geral, os solos do RS estão pouco sujeitos à salinização, devido ao volume de chuvas suficiente para lixiviar os sais solúveis acumulados. Entretanto, nos solos cultivados com arroz irrigado podem ocorrer problemas de salinidade devido à irrigação com água salina na metade sul da Laguna e proveniente de rios litorâneos, como o Tramandaí e o Mampituba, na parte norte do Estado e, ainda, de solos originados de sedimentos marinhos e flúvio-lacustres na metade norte da Planície Costeira Externa (Villwock & Tomazelli, 1995). Nesses casos, pode ocorrer o acúmulo de sais de sódio que, dependendo da quantidade, pode prejudicar o estabelecimento e a produtividade da lavoura de arroz.

No ano de 2008, o IRGA e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) iniciaram uma parceria para o mapeamento da salinidade do solo no entorno da Laguna dos Patos (**Figura 5**). Foram selecionados, nessa parceria, dois índices para expressar a salinidade do solo: a percentagem de sódio trocável (PST) (**Figura 5b**), que é uma medida da saturação por sódio das cargas negativas ($CTC_{pH\ 7,0}$) do solo e a condutividade elétrica do extrato saturado (CEes) do solo (**Figura 5c**). Isto, porque o arroz passa a ser afetado quando a salinidade atinge determinados



Figura 2. Incidência de ventos Sudoeste (a) e Nordeste (b) sobre a região costeira do Rio Grande do Sul. Fonte: Carmona et al. (2011).

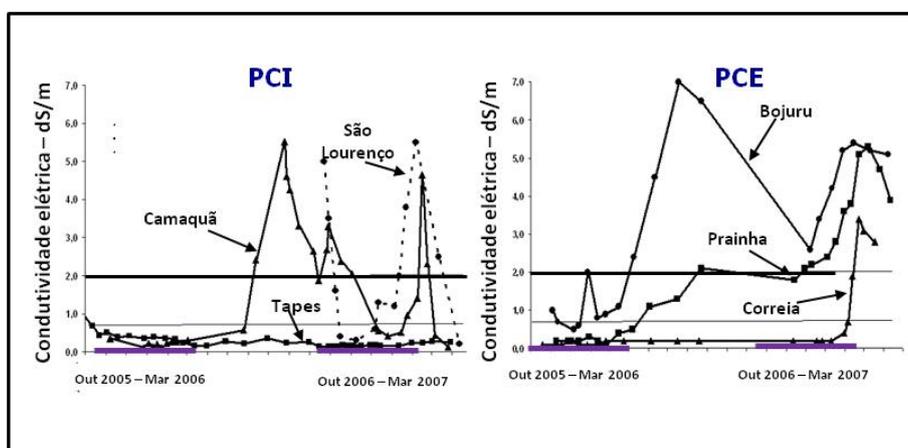


Figura 3. Dinâmica da salinidade (CE) da água da Laguna dos Patos no período 2005 a 2007 em três locais da Planície Costeira Interna (PCI) (a) e em três da Planície Costeira Externa (PCE) à Laguna dos Patos (b). Traços em azul no eixo das abcissas correspondem ao ciclo do arroz. Fonte: Fraga et al. (2007).

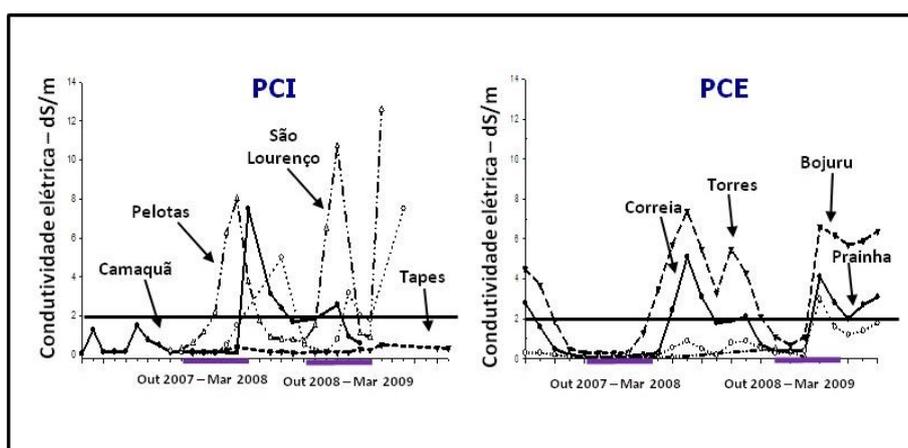


Figura 4. Dinâmica da salinidade (CE) da água da Laguna dos Patos no período 2007 a 2009 em quatro locais da Planície Costeira Interna (PCI) (a) e em três da Planície Costeira Externa (PCE) à Laguna dos Patos (b). Traços em azul no eixo das abcissas correspondem ao ciclo do arroz. Fonte: Marcolin–Dados não publicados.

níveis (até os limites da cor vermelha na **Figura 5**) que correspondem a PST de 15 % e a CEes de solos francos a arenosos, que é de 3,0 dS/m (QNRNE, 2004; Schoenfeld et al., 2007).

Os maiores índices de salinidade do solo até os limites da cor vermelha (**Figura 5b, c**) foram observados na Planície Costeira Externa (**Figura 6**). Nas proximidades da Lagoa do Casamento, entre os municípios de Viamão e Palmares do Sul

(**Figura 6a**), a água utilizada para irrigação é praticamente isenta de sais de sódio, portanto, a causa da salinização desses solos não pode ser atribuída à utilização de água salina para a irrigação das lavouras. Desta forma, os sais presentes nesses locais podem ser atribuídos à formação do solo ou ser provenientes do sub-solo, pelo fluxo ascendente de água subterrânea, favorecido pela alta permeabilidade do solo naquela região.

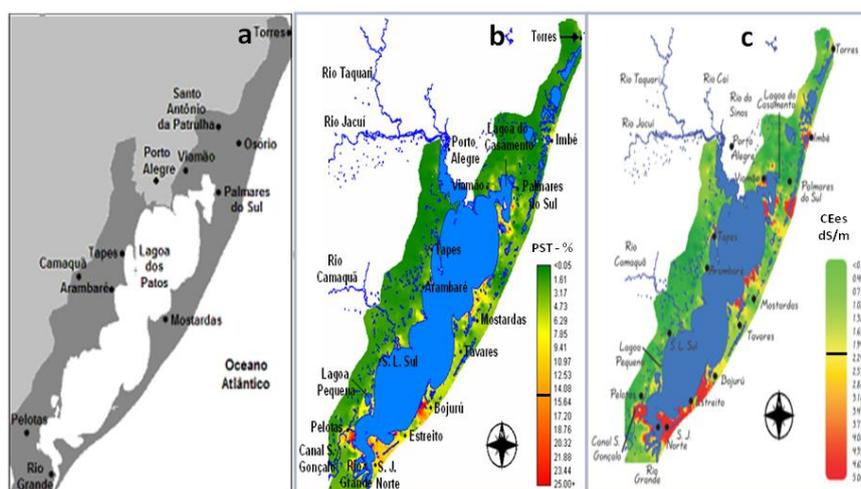


Figura 5. Localização da área de estudo (a); ocorrência de solos com diferentes níveis de saturação por sódio (PST) (b) e de condutividade elétrica do extrato saturado (CEes) do solo (c), no entorno da Laguna dos Patos, RS. Fonte: Carmona et al. (2011).

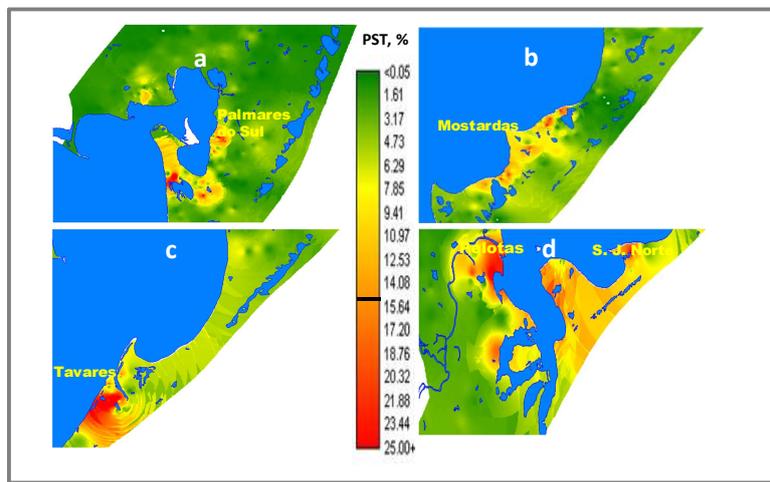


Figura 6. Salinidade do solo (PST) no entorno da Laguna dos Patos em Palmares do Sul (a); Mostardas (b); Tavares (c); Pelotas e São José do Norte (d) e arredores. Fonte: Camona et al. (2011).

Mais ao sul da Planície Costeira Externa próximo a Mostardas (**Figura 6b**), nas localidades de Bojuru e Estreito, ocorrem altos índices de salinidade do solo. Nessa região foram encontradas evidências da existência de paleocanais (**Figura 7**), em função dos aumentos e diminuições do nível do mar (Weschenfelder et al., 2008). Esta dinâmica proporcionou a deposição de sedimentos (Abreu & Calliari, 2005) sobre os antigos canais de drenagem dos rios Jacuí e Camaquã (Martins et al., 1996) que, antes da formação da Laguna dos Patos, desaguavam diretamente no Oceano Atlântico (**Figura 7a**). Os altos níveis de salinidade encontrados na Planície Costeira Externa estão justamente sobrepostos aos paleocanais desses rios (**Figuras 6 e 7**), o que indica que a salinidade do solo na camada arável nas proximidades de

Mostardas, Tavares, Bojuru (**Figura 6b**) e Estreito (**Figura 6c**) pode estar relacionada ao fluxo subterrâneo de água salobra nos paleocanais, preenchidos com sedimentos permeáveis.

No Litoral Norte do Estado, a presença de solos afetados por sais ocorre em uma pequena faixa (**Figura 5b, c**), em lavouras próximas à foz do rio Tramandaí. Apesar da recorrente salinização do rio Mampituba não foi verificada a salinização do solo nas suas proximidades. Os solos utilizados para o cultivo de arroz próximos a esse rio diferem daqueles utilizados próximos ao rio Tramandaí (Imbé). Em Torres, os solos têm maior conteúdo de argila, o que confere maior capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) e, portanto, nesses solos o sódio está mais retido no solo e menos disponível para as plantas.

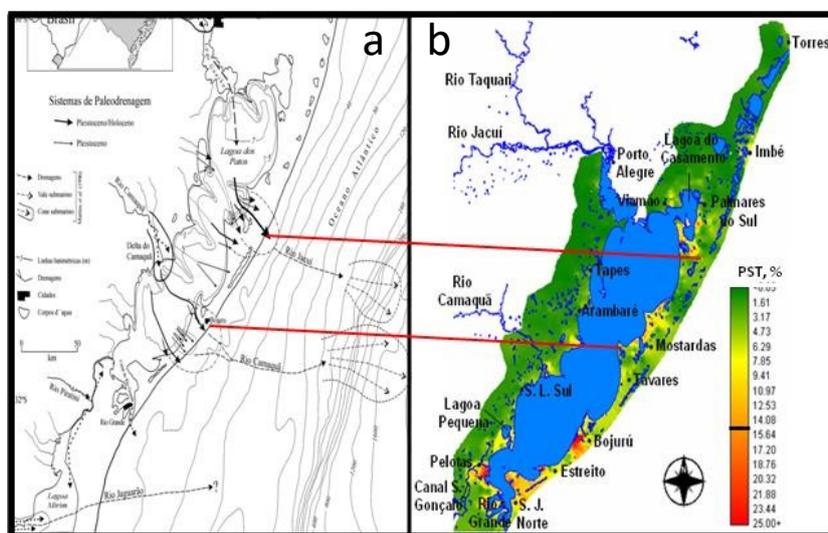


Figura 7. Sistemas de paleocanais (a) e seu efeito na salinização do solo ao longo da Planície Costeira Externa (b). Fonte: Adaptado de Weschenfelder et al. (2008).

Já na Planície Costeira Interna, a ocorrência de solos com níveis de salinidade potencialmente prejudiciais ao cultivo de arroz, se restringe à porção sul dessa região, em algumas áreas localizadas nos municípios de Pelotas e Rio Grande (**Figura 6d**) e Tapes nas proximidades da Lagoa Pequena, da foz do rio Camaquã e ao sul do município de Arambaré (**Figura 7b**), em níveis menos prejudiciais à cultura. Nestes casos, a salinidade do solo pode ser proveniente exclusivamente da irrigação com água salinizada da Laguna dos Patos.

Pela maior proximidade com o Oceano Atlântico, a porção meridional da Laguna dos Patos está mais sujeita à entrada de água do mar e, conseqüentemente, à deposição de sódio nas áreas do entorno. Apesar do relevo adequado para o cultivo de arroz, esses solos atualmente são utilizados apenas com pastagens, já que o excesso de sais de sódio inviabiliza a orizicultura. Irrigações sucessivas de lavouras de arroz com água salina proveniente do arroio Pelotas, da Lagoa Pequena, do Rio Camaquã e da própria Laguna dos

Patos são outros fatores que contribuem para a salinidade dos solos dessa região (**Figura 7b**).

Além das determinações analíticas, as áreas afetadas pela salinidade podem ter outros indicadores de fácil identificação visual. Na Planície Costeira Externa, a planta halófita *Cotula coronopifolia* (**Figura 8a**) se sobressai por sua capacidade de sobreviver em solos salinos. O selamento superficial e a ausência de plantas em áreas excessivamente afetadas (**Figura 8b**) é outro indicativo de elevada salinidade, assim como o ressecamento da pastagem nativa (**Figura 8c**).

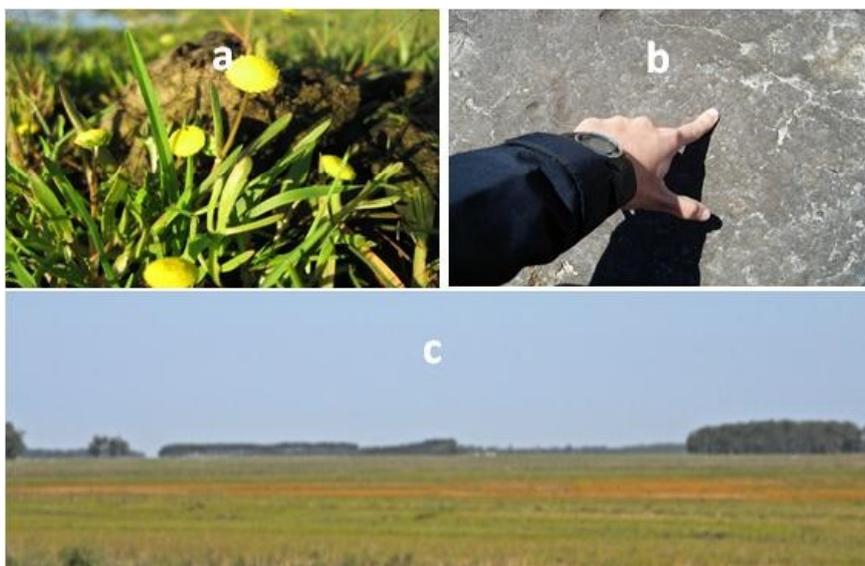


Figura 8 Ocorrência da planta halófita *Cotula coronopifolia* em Bojurú, com percentagem de sódio trocável (PST) de 32% (a); selamento superficial em área com PST de 39% em Mostardas (b); e área de arroz com vegetação espontânea queimada por efeito da salinidade em Mostardas (c).

Fonte: Carmona et al. (2011).

fisiológica (MF) (**Figura 9b**) em relação aos demais períodos testados, em que o crescimento das plantas foi muito prejudicado.

Resultados obtidos na Planície Costeira Externa do RS (Carmona et al., 2011), também com a cultivar IRGA 424, demonstram o efeito negativo da salinidade do solo (PST) no crescimento e na produtividade de arroz. Esses danos são

agravados quando a adubação potássica, na dose utilizada, foi realizada em linha, pois ocorre deposição do adubo junto às sementes, aumentando a concentração salina, o que diminui o estande de plantas. (**Figura 10a**). A aplicação a lanço ou mesmo fracionada (metade a lanço e metade em linha), diminui de forma considerável, esse efeito no estabelecimento das plantas e, conseqüentemente, na produtividade de grãos (**Figura 10b**).

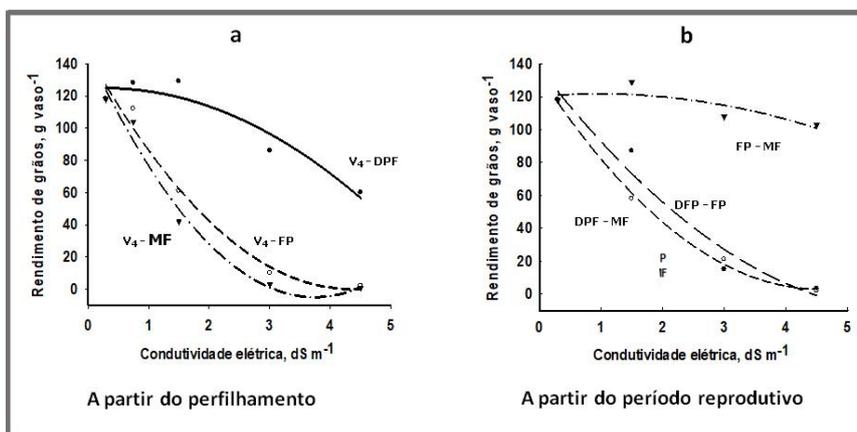


Figura 9 Produção de grãos de arroz (cultivar IRGA 424) em vasos afetada por níveis de salinidade da lâmina de água em diferentes períodos do seu ciclo a partir do perfilhamento (a) e do período reprodutivo (b), em ambiente controlado. V₄ - quatro folhas totalmente expandidas; DPF - diferenciação do primórdio floral; FP - florescimento pleno; MF - maturação fisiológica. Fonte: Fraga et al. (2010).

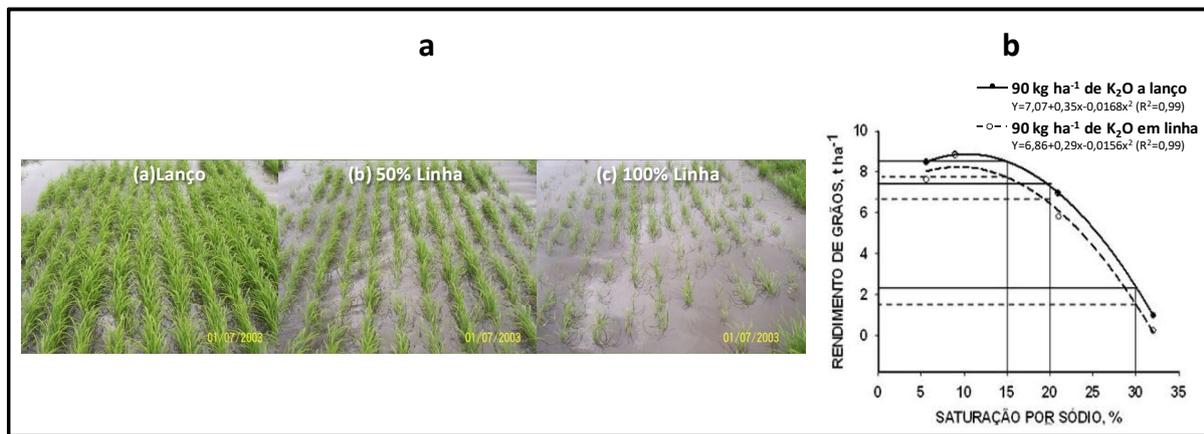


Figura 10. Desenvolvimento (a) e produtividade de grãos de arroz (cv IRGA 424) (b) em função da salinidade e do modo de aplicação de potássio (KCl) ao solo. Safra 2010/11 – Fazenda Cavalhada em Mostardas RS. Fonte: Carmona et al. (2011).

A literatura é rica em resultados demonstrando a perda em produtividade do arroz em função da salinidade do solo. Entretanto, a queda de produtividade na pesquisa realizada em Mostardas (Carmona et al., 2011) é bem maior daquela registrada na literatura internacional (Farhurst et al., 2007), especialmente quando da aplicação do adubo potássico na linha de semeadura (Tabela 1). A probabilidade de ocorrência de tais perdas deve ser considerada no manejo da água de irrigação em solos previamente salinizados.

Tabela 1. Perdas de produtividade de arroz em função do nível de salinidade do solo

PST ⁽¹⁾	Farhurst et al. (2007)		Carmona et al. (2011)	
	CE solo	Perdas	PST	Perdas ⁽²⁾
%	dS/m	%	----- % -----	
< 15	< 2,0	0	≤ 15	0 - 7,5
15 - 40	4,0 - 6,0	10 - 15	20	7,5 - 17,5
40 - 80	6,0 - 10,0	20 - 50	25	32,5 - 43,8
> 80	>10	> 50	30	72,5 - 82,5

⁽¹⁾Percentagem de saturação por sódio na troca (CTC_{pH 7,0}); ⁽²⁾Em função do modo de aplicação de cloreto de potássio (lanço e linha, respectivamente).

escorrimento superficial de água, facilitando a sua percolação no perfil do solo e a consequente lixiviação do excesso de sódio.

Em relação ao **manejo da cultura**, antecipar ao máximo a semeadura dentro do período recomendado para a cultivar a ser semeada. Mesmo em áreas afetadas pela salinidade, a ocorrência de chuvas regulares favorece a diluição do excesso de sódio no solo, permitindo um melhor estabelecimento do arroz em relação a semeaduras realizadas tardiamente em períodos mais secos. Em solos afetados pela salinidade, aplicar o adubo potássico (KCl) a lanço (Figura 10a), principalmente se a área de cultivo requerer altas doses de potássio (≥ 90 kg K₂O/ha) em solos francos a arenosos.

Com relação à **irrigação**, realizar constante monitoramento da qualidade da água utilizada, principalmente durante o período reprodutivo da cultura. Em lavouras em que a salinidade da água é recorrente, construir mananciais alternativos de água para irrigação. Essas fontes de água seriam utilizadas apenas nos momentos mais críticos da cultura, principalmente no período reprodutivo.

Práticas para mitigar o efeito salino

As práticas para mitigar o efeito salino nas lavouras de arroz se relacionam ao manejo do solo, da cultura, de sua adubação de base e da água de irrigação (Carmona et al., 2011).

No **preparo das áreas de cultivo** recomenda-se, logo após a colheita do arroz, a implantação de um eficiente sistema de drenagem, com profundidade de cerca de 30 cm, permite a drenagem da água das chuvas do inverno e da primavera subsequentes. Isto diminui os níveis de sódio na camada de maior desenvolvimento radicular. Em casos mais extremos, em solos com selamento superficial em função da dispersão da argila, pelos teores de sódio muito elevados (Figura 8b), recomenda-se, na entressafra, fazer escarificação da camada selada sempre que ela se formar, para evitar o

Manejo da irrigação do arroz com água salina

Muitos produtores de arroz do entorno da Laguna dos Patos não possuem fonte alternativa para irrigação de suas lavouras. Neste caso, o uso de água salina pode elevar a salinidade da água da lavoura a níveis acima do crítico estabelecido para a cultura (2,0 dS/m). Mesmo assim, pode-se utilizar água com CE próximo ou até acima do crítico por determinado intervalo de tempo, desde que se conheça também o nível de salinidade pré-existente no solo. Por outro lado, em solos já afetados por sais, a utilização de água salina mesmo em níveis abaixo do crítico pode representar riscos à cultura e à estrutura física do solo. Da mesma forma, a utilização de água com baixas concentrações de sódio pode prejudicar a cultura mesmo em solos com níveis de sódio abaixo do considerado crítico (PST ≤ 15%).

Para o manejo adequado da água salina, o conhecimento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEi) pode fornecer uma estimativa do volume de água possível de ser utilizada em solos com PST conhecida, de modo a não atingir o nível crítico. Isto porque o teor de Na⁺ na água de irrigação (Na⁺i) está intimamente relacionado à sua CEi, que é de fácil monitoramento, pela praticidade de medição por meio de condutivímetros portáteis, o que permite uma rápida tomada de decisão quanto à possibilidade de uso dessa água. Essa relação, **Na⁺i vs CEi**, foi obtida por Carmona et al. (2011), a partir de amostragens de água em cinco diferentes pontos da Laguna dos Patos (Arambaré, São Lourenço do Sul, Pelotas, Rio Grande e Tavares) (**Figura 2**), e pode ser calculada pela **Equação 1**.

$$\text{Na}^+\text{i} \text{ (mg L}^{-1}\text{)} = 72,6 \times \text{CEi}^2 \text{ (dS m}^{-1}\text{)} + 1.073 \times \text{CEi (dS m}^{-1}\text{)} - 789$$

$$\text{R}^2 = 0,99^{**} \quad \text{Equação 1}$$

Esta relação tem alta significância estatística ($R^2=0,99$) e probabilidade de erro muito baixa ($P<1\%$). Nesse contexto, a relação entre o teor de Na⁺i e a CEi da água é um indicador da possibilidade de seu uso, até que a PST do solo atinja o limite crítico de 15%. A partir da PST original do solo (**PSTo**), pode-se determinar a quantidade de Na⁺ requerida para saturar a fração trocável deste solo em 15% (**Equação 2**):

$$\text{Na}^+\text{n} = [(\text{Na}^+\text{o} \times 15) / \text{PSTo}] - \text{Na}^+\text{o} \quad \text{Equação 2}$$

Onde, Na⁺n representa a quantidade de Na trocável requerida para se elevar a PST do solo a 15% e Na⁺o é o teor original de Na trocável do solo.

Partindo-se da estimativa de Na⁺n, é possível calcular o volume de água Va, em função da CEi, necessário para a elevação da PST do solo a 15%, na camada de solo de 0-20 cm, considerando-se uma fração de lixiviação de 0,15, característica de solos com baixa permeabilidade cultivados com arroz irrigado (**Equação 3**):

$$\text{Va (m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{)} = (2.000 \times \text{Na}^+\text{n}) / (\text{Na}^+\text{i} / 0,85) \quad \text{Equação 3}$$

O valor de 2.000 na Equação 3 se refere à camada de solo sob influência das raízes, que é de 0-20 cm e o valor de 0,15 se refere à fração de lixiviação, **ou seja, 85% da água adicionada permanece no solo e os restantes 15% são perdidos por percolação profunda e/ou por escorrimento superficial e lateral.**

Exemplos práticos desses cálculos estão apresentados no Boletim Técnico Nº. 10 do IRGA: Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no Rio Grande do Sul, disponível no site do Irga (irga.rs.gov.br – Outras publicações).

Ações a serem desenvolvidas pelo Irga

Em atendimento à demanda dos produtores de arroz que enfrentam problemas de salinidade em suas lavouras, além da publicação desta Circular Técnica, o Irga estará desenvolvendo, a partir da safra 2021/22, um Projeto Integrado Pesquisa/Extensão, denominado *Uso e manejo da água salina para o arroz irrigado em solos do entorno da Laguna dos Patos RS*. Este Projeto tem os objetivos de determinar a condutividade elétrica (CEi) da água a ser utilizada na irrigação, a saturação por sódio na troca (PTS) e a condutividade elétrica do estrato saturado (CEes) do solo das lavouras de produtores interessados no entorno da Laguna dos Patos. A partir dessas informações, será possível calcular o volume da água salina a ser adicionado ao solo, salinizado ou não. Nesta perspectiva, esses produtores de arroz devem ser orientados a solicitar ao Laboratório de Análises de Solos do Irga, a análise de sódio trocável. De posse do resultado da PST e com base na determinação da CEi da água de irrigação, a ser determinada pelos extensionistas do Irga no momento da irrigação, que estarão habilitados a calcular, pela utilização das fórmulas antes apresentadas, o volume de água que poderá ser adicionado à lavoura de modo a não atingir os valores críticos de salinidade.

Considerações Finais

A salinidade das lavouras de arroz no entorno da Laguna dos Patos e rios litorâneos é um problema recorrente, de intensidade variável entre as safras e tem causado preocupação crescente pelo aumento de risco de perdas à medida que aumenta a produtividade do arroz. Por outro lado, o Irga tem produzido, em suas pesquisas, resultados consistentes a respeito dos efeitos da salinidade no desenvolvimento e na produtividade do arroz e na dinâmica da salinidade da água da Laguna dos Patos. Além disto, o mapeamento e o conhecimento das causas da salinidade do solo das lavouras permitem verificar a natureza e a magnitude desse problema para o cultivo do arroz no entorno da Laguna dos Patos.

De posse dessas informações, é possível definir o manejo da irrigação do arroz com água salinizada em solos salinizados ou não para minimizar seus efeitos sobre a produtividade de grãos. Entretanto, nos casos em que a salinidade

do solo for alta (PST>30%), em que a produtividade do arroz é muito afetada, as alternativas são no sentido de: a) não utilizar essas áreas para o cultivo do arroz e b) selecionar cultivares tolerantes. Este foi o caminho encontrado pelo IRRI (International Research Rice Institute) nas Filipinas, que passou a desenvolver cultivares tolerantes à salinidade em áreas de cultivo que foram salinizadas pelo grande *tsunami* recentemente ocorrido.

Referências bibliográficas

ABREU, J.G.N. & CALLIARI, L.J. Paleocanais na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul: evidências de uma drenagem fluvial pretérita. *Revista Brasileira de Geologia*, 23:123-132, 2005.

ANTIQUERA, J.A.F. & CALLIARI, L.J. Características sedimentares da desembocadura da Laguna dos Patos. *Gravel*, 3:39-46, 2005.

CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I. & WEBER, E.J. Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Cachoeirinha: IRGA, 2011. 54 p. (Boletim Técnico n° 10).

FARHUST, T.H. et al. Rice: A Practical Guide to Nutrient Management, 2ed., Cingapura: IRRI-IPNI, 2007. 137p.

FRAGA, T.I. et al. Salinidade da água da Laguna dos Patos utilizada no arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Pelotas: Embrapa Terras Baixas, Anais...Pelotas, 2007. p. 405-407.

FRAGA, T.I. et al. Flooded rice yield as affected by levels of water salinity in different stages of its cycle. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:175-182, 2010.

MARTINS, L.R. et al. Late Quaternary processes along the Rio Grande do Sul Continental Shelf (Southern Brazil). *Notas Técnicas*, 9: 62-68, 1996.

QUEENSLAND NATURAL RESOURCES, MINES AND ENERGY – QNRME. Irrigation water quality: salinity and structure stability, 2004. 4 p.

SCHOENFELD, R. et al. Relação entre salinidade da água de irrigação com a salinidade de solos com diferentes texturas. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 5. Anais... Embrapa Terras Baixas, Anais...Pelotas, 2007. p. 627-629.

VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas* 8: 1-45.

WESCHENFELDER, J. et al. Holocene paleoinlet of the Bojuru region, Lagoa dos Patos, southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, 24:99-109, 2008.



/irga.rs.gov.br



@irgars



/irgars



@irgars

Expediente

Presidente do Instituto Rio Grandense do Arroz:
Rodrigo Machado.

Diretor Administrativo: Eduardo Milani.

Diretor Comercial: João Batista Camargo Gomes.

Diretora Técnica: Flávia Miyuki Tomita.

Assessoria de Comunicação: Sérgio Pereira.

CIRCULAR TÉCNICA

Editor: Instituto Rio Grandense do Arroz - Irga.

Revisores: André B. Matos, Danielle Almeida, Flávia M. Tomita, Gabriela Fonseca, Luciano Medeiros,

Neiva Knaak, Paulo Regis F. da Silva e Rodrigo Schoenfeld.

Consultores Técnicos: Ibanor Anghinoni e Paulo Regis Ferreira da Silva.

Projeto Gráfico e Diagramação: Raquel Flores, Débora Favero e Danielle Almeida.

Periodicidade: Irregular.

Tiragem: 1.000 exemplares.

Estação Experimental do Arroz - EEA
Avenida Bonifácio Carvalho Bernardes, nº 1494, Cachoeirinha/RS Fone:
+55 51 3470-0600
www.irga.rs.gov.br

É permitida a reprodução da Circular Técnica, desde que citada a fonte.