

CULTIVO DA ERVA SAL FERTIRRIGADO COM EFLUENTE DA PISCICULTURA DE VIVEIROS PREENCHIDOS COM REJEITO DA DESSALINIZAÇÃO

**NILDO DA SILVA DIAS¹; ROSANA NOGUEIRA FERNANDES DE QUEIROZ¹;
MIKHAEL RANGEL DE SOUZA MELO¹; CLEYTON DOS SANTOS FERNANDES¹
E JAYNY MYRELLE CHAGAS DE FREITAS¹**

¹*Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, bairro Costa e Silva, Mossoró - RN, Brasil, CEP: 59625-900. E-mail: nildo@ufersa.edu.br; rosananfqueiroz@hotmail.com; mikhael.rangel@yahoo.com.br; cleyton1959@hotmail.com; meylllyn15@gmail.com*

1 RESUMO

No semiárido brasileiro, devido à elevada salinidade da água de poços, tem-se utilizado a dessalinização por osmose reversa para viabilizar o consumo de água potável da população rural. Entretanto, na dessalinização, produz-se, além de água potável, salmoura que, normalmente é descartada no solo ou no corpo hídrico, causando problemas ambientais. Na comunidade Serra Mossoró e o Assentamento rural Santa Elza, beneficiadas com estação de tratamento por osmose reversa, tem aproveitado o rejeito salino em viveiros de criação de tilápias. Porém, esta atividade não reduz a salinidade do rejeito salino e, produz efluente rico em matéria orgânica com alta salinidade. Deste modo, objetivou-se de investigar a produção, a qualidade e o potencial de fitoextração de sais da erva sal (*Atriplex nummularia*) cultivada em solos fertirrigados com rejeito salino após utilização em viveiro de piscicultura afim reduzir os impactos do descarte do rejeito nos solos. Os resultados mostram que a erva sal produz alto rendimento de fitomassa com bom percentual de proteína bruta quando cultivado em solos fertirrigados com efluente da piscicultura oriundo de rejeito salino de dessalinizadores. A elevada extração de sais pela cultura permite a retirada de íons tóxicos Cl⁻ e Na⁺ no solo por ocasião da colheita.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Reuso; Dessalinização

**DIAS, N. S.; QUEIROZ, R. N. F.; MELO, M. R. SOUZA; FERNANDES, C. S.;
FREITAS, J. M. C.
FERTIRRIGATED WITH PISCICULTURE EFFLUENT FROM VIVEIROS FILLED
WITH REJECT BRINE FROM DESALINATION**

2 ABSTRACT

In semiarid zone from Brazil due the high-salinity of well water, reverse osmosis has been used to insure drinking water for the rural population. However, in desalination process, it generates drinking water, but also rejects brine that is, normally disposed in soil or water bodies, causing environmental problems. In the Serra Mossoró community and the Santa Elza rural settlement, benefited with desalination plant by reverse osmosis, it has used the reject brine to fillet tilapia nurseries. However, this activity does not reduce the salinity of reject brine and also make

effluent that, though organic matter rich, has high-salinity. A study was carried out aiming to evaluate the yield, quality and phytoextractor potential of saltbush plants (*Atriplex nummularia*) cultivated in soils fertirrigated with reject brine after use in fish farms to reduce impact of land disposal of reject brine from desalination plants on soil. The results show that the saltbush makes phytomass yield high with good percentage of crude protein when fertirrigated effluent from fish farms derived of reject brine from desalination plants. The high salt extraction by the crop allows the removal of toxic Cl^- and Na^+ ions in the soil at the time harvest.

Keywords: Water resources; Reuse, Desalination.

3 INTRODUÇÃO

Devido à escassez de água superficial, as águas subterrâneas são utilizadas para viabilizar o acesso à água nas comunidades rurais difusas do semiárido, a partir de políticas públicas de perfuração de poços tubulares (SOARES et al., 2006). Entretanto, devido a problemas de salinidade (KNAPP; BAERENKLAU, 2006), a maioria dessas águas têm severas restrições de uso para fins de consumo humano (HACH, 2002) e irrigação (ANTIA, 2015).

O Governo Federal Brasileiro, por meios do 'Programa Água Boa', instalou em várias comunidades e assentamentos rurais do semiárido, estações de dessalinização por osmose reversa, a fim de obter água potável para as famílias rurais por meio da dessalinização das águas salina e salobra de poços. Entretanto, na osmose reversa, além de água potável, produz-se rejeito salino ou salmoura e, conseqüentemente, o uso sustentável das estações de dessalinização para purificação das águas dos poços no meio rural do semiárido brasileiro requer o controle e o descarte adequado do rejeito salino (MOHAMED et al., 2005; SANCHEZ et al., 2015).

No nordeste, geralmente, as localidades aonde foram instaladas as estações de tratamento não tem destinado adequadamente o rejeito salino, sendo disposto nos solos e nos corpos hídrico resultando em poluição ambiental. Em

Mossoró - RN, um projeto desenvolvido na comunidade Serra Mossoró e no Assentamento rural Santa Elza tem utilizado o rejeito salino como suporte hídrico para criação de tilápias em viveiros. Porém, esta atividade não reduz a salinidade do rejeito salino e produz efluente que, embora rico em matéria orgânica, apresenta alta salinidade.

Deste modo, desenvolveu-se uma pesquisa com o objetivo de investigar a produção, a qualidade e o potencial de fitoextração da erva sal (*Atriplex nummularia*) cultivada em solos fertirrigados com rejeito salino após utilização em viveiro de piscicultura afim de reduzir os impactos do descarte do rejeito nos solos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na comunidade Serra Mossoró e no Assentamento rural Santa Elza, Mossoró, RN. O clima predominante da região, segundo classificação de Köppen é do tipo BSw'h', caracterizado por ser muito quente e semiárido, com a estação chuvosa se atrasando para o outono (BRASIL, 2005).

Em ambas as localidades selecionou-se uma área de 0,15 ha para o cultivo de erva sal (*Atriplex nummularia*). As mudas de erva sal foram transplantadas utilizando o espaçamento de 1,5 x 1,5 m e, estas foram fertirrigadas, diariamente, com o efluente de viveiros de criação de tilápias.

Deve-se ressaltar que os viveiros de criação de tilápias foram preenchidos com rejeito salino oriundo das estações de tratamento

de água instalados nas localidades estudadas, cujas características físico-hídricas são dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas do rejeito salino das estações de tratamento no Assentamento Santa Elza e na Comunidade Serra Mossoró, Mossoró, RN.

Localidade	CE _a dS m ⁻¹	pH	mmolc L ⁻¹							RAS*
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	K ⁺	
Santa Elza	2,47	7,9	6,90	11,60	8,50	12,6	2,00	5,30	0,15	2,8
Serra Mossoró	2,24	7,4	3,30	11,90	8,96	15,0	0,60	4,90	0,07	3,3

*Razão de Adsorção de Sódio, em (mmol L⁻¹)^{0,5}. RAS = Na⁺/[(Ca²⁺ + Mg²⁺)/2]^{1/2}.

As plantas foram fertirrigadas utilizando um sistema de distribuição localizado com emissores tipo microtubo com diâmetro de 1,5 mm e 1,5 m de comprimento. O volume de água aplicado foi o suficiente para o solo atingir a capacidade de campo do solo, sendo estimado com base na curva de retenção de água do solo e tensiômetrias.

Ao final de 90 dias cultivo, as plantas foram coletadas, separando folhas e caules para determinação do rendimento, qualidade forrageira e potencial de fitoextração. Foram avaliados os teores de massa de matéria seca, proteína bruta e, composição mineral do tecido vegetal de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (2009).

Amostras de solo na camada de 0-40 cm foram coletadas aos 45 e 90 dias após o transplântio (DAT) das mudas de

erva sal para caracterização química com intuito de investigar a evolução da salinização do solo ao longo do ciclo cultural.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análise dos resultados dos atributos físico-químicos dos solos nos pontos de descarte do rejeito bruto em Santa Elza e Serra Mossoró, antes do início das ações da pesquisa, fica evidente os impactos ambientais negativos causados pela disposição direta do rejeito no solo, ao registrar-se elevados valores de pH (caráter alcalinos), CE_{es} (solos salinos) e teores tóxicos de sódios nos solos receptores em ambas as localidades (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização físico-química e classificação dos solos receptores de salmoira em Santa Elza e Serra Mossoró antes das ações da pesquisa.

Localidades	Camadas (cm)	pH	CE _{es} (dS m ⁻¹)	PST* (%)	Classificação do solo ¹
Santa Elza	0-20	8,5	7,7	8,3	Salino
	20-40	8,4	8,1	8,1	Salino
Serra Mossoró	0-20	8,3	4,0	3,5	Salino
	20-40	7,8	4,5	6,4	Salino

*PST = Na x1 00/CTC e ¹Classificação de solos quanto a salinidade de acordo com Bohn et al. (1985).

Na Tabela 3, tem-se o resultado do rendimento, qualidade e composição mineral da erva sal fertirrigada com efluente da piscicultura. Verificou-se que o rendimento da erva sal, estimado para um ano de cultivo, foram de 23,96 e 22,76 ton

ha⁻¹ ano⁻¹ de massas de matérias fresca e 6,81 e 6,46 ton ha⁻¹ ano⁻¹ de massas de matérias seca, respectivamente para as áreas de cultivo de Santa Elza e Serra Mossoró (Tabela 3).

Tabela 3. Massa de matéria fresca (MFT) e seca total (MST), Teor de proteína bruta (PB) e composição mineral de plantas de erva sal fertirrigado com efluente da piscicultura em Santa Elza e Serra Mossoró.

Localidade	Produção e Qualidade forrageira			Composição mineral				
	MFT* ton ha ⁻¹	MST* ano ⁻¹	PB (%)	Na	Cl	K	Ca	Mg
				g kg ⁻¹				
Santa Elza	23,96	6,81	15,40	305,01	711,48	100,45	75,22	34,78
Serra Mossoró	22,76	6,46	14,70	281,20	676,11	92,48	67,07	31,17

*Folhas + ramos.

Vários autores têm reportado que as espécies halófitas, como a erva sal, demonstram elevado poder de fitorremediação dos solos salinos, alta produção de biomassa e, ainda, toleraram déficit hídrico, comum em zonas semiáridas. Porto, Amorim e Silva Júnior (2001), encontraram rendimento de massa de matéria seca da erva sal entre 5 a 15 ton ha⁻¹ ano⁻¹ quando irrigadas com salmoura descartada do processo de osmose reversa, concordando com esta pesquisa. Moura et al. (2017) investigaram os efeitos da irrigação com rejeito salino (CE = 9,35 dS m⁻¹) no cultivo da erva sal e, encontraram valores médios de massa de matéria seca acima de 5,0 ton ha⁻¹ ano⁻¹ e teor de proteína bruta de maior do que 14%.

Com relação à qualidade forrageira, registraram-se teores médios de Proteína

Bruta entre 15,40 e 14,79% em amostras de plantas coletadas nas áreas de Santa Elza e Serra Mossoró (Tabela 3). Pode-se inferir que a cultura tem boa qualidade forrageira, confirmando que as folhas da erva sal detém bons percentuais de PB, conforme relatado por Carvalho Junior et al. (2010), os quais encontraram médios de PB entre 18,5 e 18,7%. Os autores afirmam que, a erva sal tem teor de PB equiparada a diversas plantas leguminosas e algumas espécies utilizadas na alimentação animal, como por exemplo, leucena, glicíndia, guandu forrageiro e maniçoba que, em média, os teores de PB oscilam entre 12 e 22%.

Em análise da composição mineral do tecido vegetal desta espécie forrageira, verificou-se que os íons mais extraídos dos solos foram Cl e Na, seguido de K, Ca e Mg

(Tabela 3). Extrapolando os teores totais no solo de Na e Cl extraídos pela cultura (folhas + caule) para um ano de cultivo, registraram-se valores médios de 1.016,49 e 957,31 kg de sais ha⁻¹ ano⁻¹ nas áreas de cultivos de Santa Elza e Serra Mossoró, respectivamente.

Porto, Amorim e Silva Júnior (2001), cultivaram de erva sal por um ano sob irrigação com salmoura do dessalinizador e, encontraram um total de, aproximadamente, 1.000 kg ha⁻¹ de sais extraído pela planta (folhas e caule). Os autores acrescentam que a erva sal é uma espécie fitoremediadora de ambientes

salinos e, pode ser utilizada em rotação de cultivo, após um ciclo cultural de uma espécie sensível à salinidade do solo ou da água com alta salinidade.

Com relação ao acúmulo de sais nos solos durante o ciclo cultural da erva sal, a análise dos solos indicaram que, praticamente, não ocorreu acúmulo significativos de sais na zona radicular aos 45 e 90 DAT (Tabela 4), sendo registrados valores de CE_{es} menores do que a salinidade do rejeito bruto (2,47 e 2,24 dS m⁻¹ para Santa Elza e Serra Mossoró, respectivamente – Tabela 1).

Tabela 4. Resultado das análises físico-químicas na camada de 0-40 cm dos solos cultivados com erva sal aos 45 e 90 DAT em Santa Elza e Serra Mossoró, Mossoró, RN.

Amostra DAT	Local	pH _a	CE _{es}	MOS	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC	PST (%)
			dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	cmolc dm ⁻³					
45	S. Elza	6,87	1,01	5,43	0,12	1,51	3,07	1,46	6,16	24,45
	S. Mossoró	7,71	1,49	8,98	0,09	1,45	4,17	1,68	7,39	19,62
90	S. Elza	7,60	1,05	7,49	0,07	1,64	1,77	0,37	3,85	42,60
	S. Mossoró	7,42	1,56	5,99	0,06	2,06	1,81	0,37	4,30	47,90

Nem todos os sais incorporados pelas águas ficam no solo, mesmo em zonas áridas ou semiáridas, pois uma parte pode ser eliminada por percolação, outra por lâminas extras de irrigação ou chuvas e, ainda, tornar-se insolúvel mediante a precipitação (DIAS et al., 2016). Em cultivos irrigados de espécies de plantas halófitas, uma grande quantidade de sais é extraída pelas plantas; podendo o acúmulo de sais no solo atingir uma condição de equilíbrio e, conseqüentemente, garantir a sustentabilidade da agricultura irrigada com água salina ou rejeito salino.

Ainda em relação à Tabela 4, podem-se verificar baixos teores dos íons tóxicos como Na e Cl no solo, entretanto, há elevada PST, devido a baixa concentração relativa de cátions no solo (Ca e Mg), aumentando os riscos com problemas de infiltração (AYERS; WESTCOT, 1999).

6 CONCLUSÕES

A erva sal (*Atriplex nummularia*) produz alto rendimento de fitomassa com qualidade forrageira em solos fertirrigados efluente da piscicultura oriundos de rejeito salino de dessalinizadores;

A elevada extração de sais pela cultura permite a retirada de íons tóxicos Cl e Na no solo por ocasião da colheita e, assim, o controle da salinização destes solos devido à aplicação de efluente salino;

A pesquisa demonstra viabilidade técnica, econômica e socioambiental do uso do rejeito salino na produção vegetal, podendo gerar renda em localidades que enfrentam problemas hídricos.

7 REFERÊNCIAS

- ANTIA, D. D. J. Desalination of Water Using ZVI (Fe⁰). **Water**, Switzerland, v. 7, n. 7, p. 3671-3831, 2015.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. V. A. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- BOHN, H. L.; McNELL, B.L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, 341 p. 1985.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Diagnóstico do município de Florânia**. Rio Grande do Norte, CPRM/PRODEEM, 2005, 12p.
- CARVALHO JÚNIOR, S.B.; FURTADO, D. A.; SILVA, V. R.; DANTAS, R. T.; LIMA, I. S. P.; LIMA, V. L. A. Produção e avaliação bromatológica de espécies forrageiras irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 10, p. 1045-1051, 2010.
- DIAS, N. D.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (Org.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2ed. Fortaleza: INCTsal, 2016, v.1, p. 151-161.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- HACH, C. **Water analysis handbook**. Loveland: Hach Company, 2002.
- KNAPP, K. C.; BAERENKLAU, K. A. Ground water quantity and quality management: Agricultural production and aquifer salinization over long time scales. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Milwaukee, v. 31, n. 3, p. 616-641, 2006.
- MOHAMED, A. M. O.; MARAQAA, M.; Al HANDHALYB, J. Impact of land disposal of reject brine from desalination plants on soil and groundwater. **Desalination**, Wales, v. 182, n. 1-3, p. 411-433, 2005.
- MOURA, E. S. R.; COSME, C. R.; DIAS, N. S.; PORTELA, J. C.; SOUZA, A. C. M. de S. Yield and forage quality of saltbush irrigated with reject brine from desalination plant by reverse osmosis. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 1, p.1-10, 2016.
- PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 111-114, 2001.

SANCHEZ, A. S.; NOGUEIRA A. B. R.; KALID, R. A. Uses of the reject brine from inland desalination for fish farming, Spirulina cultivation, and irrigation of forage shrub and crops. **Desalination**, Wales, v. 364, p. 96-107, 2015.

SOARES, T. M., SILVA, I. J. O., DUARTE, S. N., SILVA, E. F. F. Destinação de águas residuárias provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 730-737, 2006.