



XIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

ANÁLISE DOS IMPACTOS DA SALINIZAÇÃO DOS SOLOS IRRIGADOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO NO ESTADO DE SERGIPE

Danrley Bosco Santos Silva¹; Rayane Oliveira Andrade² & Paulo Sérgio de Rezende Nascimento³

RESUMO: O processo de salinização dos solos e águas subterrâneas é ocasionada por fatores naturais (susceptibilidade) e potencializada por fatores antrópicos (vulnerabilidade). O manejo incorreto da irrigação é uma das causas do acúmulo de sais nos solos, provocando modificações adversas nas propriedades físico-químicas do solo, retardando ou impedindo o desenvolvimento das plantas, podendo ocasionar a desertificação e o consecutivo abandono das terras. Diante da importância da agricultura irrigada, o presente estudo visou identificar e mapear a susceptibilidade e vulnerabilidade à salinização bem como a desertificação dos perímetros irrigados Betume, Califórnia, Cotinguiba/Pindoba e Jacaré-Curituba da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe. Para a realização do trabalho foram usados os dados digitais da SEMARH e EMBRAPA e para confecção dos mapas foram utilizados os *softwares* SPRING e QGIS. Apesar de estarem situados na mesma bacia hidrográfica, os perímetros irrigados apresentam distinção no parâmetro salinidade. Logo, medidas preventivas como uso correto da água, manejo adequado e técnica para melhorar a drenagem ajudam a evitar o excesso de sais, enquanto o uso de corretivos e plantas extratoras são as medidas mais adotadas para recuperar um solo salinizado.

Palavras-Chave – Irrigação; desertificação; degradação

INTRODUÇÃO

A salinização dos solos é uma das principais formas de degradação das terras. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), atualmente existem mais de 397 milhões de hectares de terras no mundo completamente salinizadas. No Brasil, segundo a EMBRAPA Solos (2018), estima-se que 2% ou 160.000 km² do território apresentam problemas relacionados à salinização, com predominância na região Nordeste. O excesso de sais acarreta a infertilidade do solo, reduz a produção agrícola, gerando impactos socioeconômicos e ambientais.

Segundo Ribeiro (2010) e Silva et al. (2011), a salinização pode ser um processo natural ou induzida pelo homem. O processo de salinização natural ou primário ocorre devido às características litológicas na formação do solo (pedogênese) e são mais comuns em regiões tropicais com o clima quente e seco, onde as taxas de evaporação superam as taxas de precipitação, como é o caso do

1) Graduando do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Bolsista Voluntária PIBIC, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 32437121, danrleybosco@gmail.com

2) Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Bolsista COPES PIBIC, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 32437121, rayane27andrade@gmail.com

3) Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análises de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 32437121, psrn.geologia@gmail.com

semiárido nordestino. Por outro lado, a salinização induzida ou secundária ocorre principalmente devido a expansão das áreas irrigadas em terras marginais, do uso de águas salinas na irrigação, do manejo inadequado da água e do solo e da drenagem deficiente.

De acordo com Pontes et al. (2013), os perímetros irrigados são áreas destinadas, pelo governo federal, para implantação de projetos públicos de modernização da agricultura irrigada, visando o crescimento socioeconômico para fixar os pequenos agricultores na área rural. No Estado de Sergipe, de acordo com Santos et al. (2015), as décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pela implantação de vários perímetros irrigados, principalmente no semiárido. Como as condições naturais do semiárido dificultam o desenvolvimento da agricultura, a área determinada para implantação dos perímetros urbanos foi a planície de inundação (várzea) do rio São Francisco.

Na irrigação, de acordo com a EMBRAPA (2018), a salinização é desencadeada quando o solo não possui uma drenagem interna eficiente e os sais presentes na água e na adubação tendem a se acumular nos horizontes superficiais, podendo torná-los com características desérticas em casos mais graves. Segundo Roxo (2006), a desertificação pode ocorrer em diversas regiões, em especial as semiáridas, em virtude principalmente da retirada da vegetação, das diversas formas de manejo em que são submetidos os recursos naturais e principalmente pela degradação dos solos. De acordo com o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação Sergipe (PAE), o Alto Sertão Sergipano é a área do estado mais afetada pelo processo de desertificação, sendo classificada de acordo com os parâmetros adotados como muito grave.

O presente estudo tem por objetivo identificar e mapear as áreas mais susceptíveis e vulneráveis a salinização nos perímetros irrigados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe, visando evitar o processo de desertificação.

MATERIAL E MÉTODO

Os perímetros irrigados Betume, Califórnia, Cotinguiba/Pindoba e Jacaré-Curituba estão localizados na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF) no Estado de Sergipe, à margem esquerda do seu rio principal e homônimo (Figura 1).

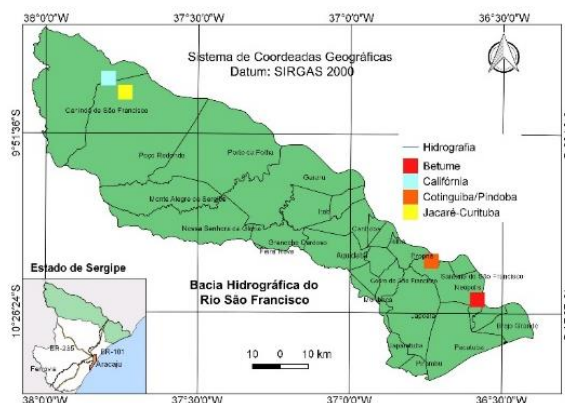


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo e dos perímetros irrigados (BHRSF)

Para a elaboração desse trabalho foram utilizadas referências bibliográficas e dados temáticos digitais, *softwares* e imagens do *Google Earth*. O levantamento bibliográfico consistiu na pesquisa sobre a salinização em áreas irrigadas, levando em consideração os impactos causados ao longo dos anos por essa prática. Os dados digitais para a confecção dos mapas foram disponibilizados no *site* da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) e pela Embrapa Tabuleiros Costeiros. Os programas utilizados foram o SPRING, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e o QGIS de Código Aberto da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e licenciado segundo a Licença Pública Geral (GNU).



As elaborações dos mapas seguiram a legislação vigente que define o uso do Datum SIRGAS-2000. No SPRING, os dados digitais foram editados e importados para o QGIS para a confecção dos mapas de desertificação, salinidade e solos. Para a realização dos mapas dos perímetros irrigados utilizou-se inicialmente as imagens do *Google Earth* para delimitar o polígono de cada área irrigada. Por meio dos dados amostrais de águas subterrâneas trabalhados por Cruz et al. (2008), utilizou-se critérios definidos por Ayers e Westcot (1991) para avaliação da Condutividade Elétrica (CE). A tabela 1 resume os limites toleráveis para a variável medida.

Tabela 1- Avaliação da salinidade

Risco	Variável	Classes de restrição		
		Nenhuma	Moderada	Severa
Salinização	Condutividade Elétrica (dS m^{-1})	<0,7	0,7 a 3,0	>3,0

Fonte: Adaptado de Ayers e Wescot (1994)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 podem ser vistos os valores da condutividade elétrica (CE) em toda a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe. Por meio desse parâmetro é possível expressar a concentração de sais dissolvidos totais (SDT), representados principalmente, pelos íons inorgânicos Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2+} e HCO_3^- . Há uma diferença no nível de salinização entre os perímetros irrigados, a região semiárida representada pelos perímetros Califórnia e Jacaré-Curituba apresentaram índices severos de salinização com $\text{CE} > 3,0 \text{ dS/m}$, enquanto os perímetros localizados no Agreste apresentaram índices menores que $0,7 \text{ dS/m}$ de CE, considerado como normal (não salino). Isso ocorre principalmente devido às condições naturais do semiárido e pela variedade litológica que apresenta uma composição mineralógica variada, em oposição aos sedimentos quartzosos pouco consolidados ou inconsolidados das coberturas cenozoicas. Essas características definem a maior susceptibilidade ou predisponência da região semiárida à salinização. Dessa forma, nos perímetros Califórnia e Jacaré-Curituba, as ações de degradação do solo, como o desmatamento da vegetação natural (caatinga ou savana estépica) e a consecutiva conversão em pastagem, o manejo incorreto da irrigação e a drenagem deficiente caracterizam a vulnerabilidade à salinização.

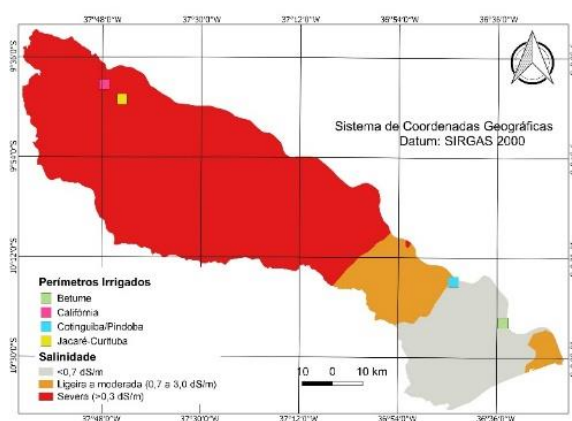


Figura 1- Mapa de salinidade da área de estudo

Segundo Santos *et al.* (2015), os diversos tipos de solos (Figura 3) refletem diferentemente os efeitos da salinização, devido à variedade da composição mineralógica e a textura das rochas. De acordo com a EMBRAPA (2018), os Luvisolos representam a maior parte da área dos perímetros da região semiárida, esse solo só ocorre em áreas de restrição hídrica e apresentam susceptibilidade à compactação e à erosão. De acordo com Amorim et al. (2008), os Planossolos possuem uma boa



infiltração na camada arenosa superior, mas nas camadas inferiores as argilas podem liberar grande quantidade de sais. Esses solos possuem uma drenagem inadequada e permeabilidade lenta, por esses motivos foram classificados como de alta susceptibilidade à salinização. Os Argissolos apresentam baixa susceptibilidade a salinização por apresentarem textura arenosa com presença de cascalho e boa drenagem.

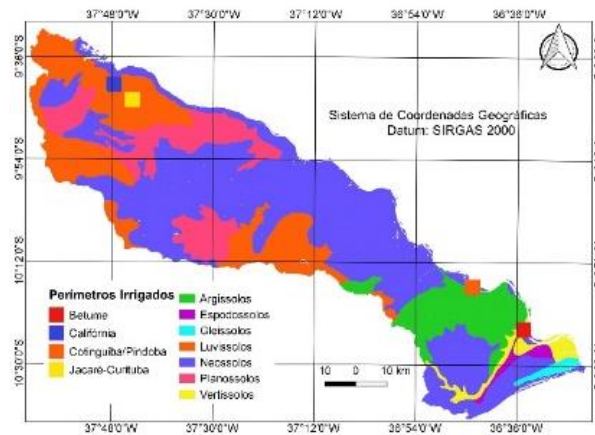


Figura 2- Tipos de Solos da área de estudo

A Figura 4 apresenta os diversos usos da terra nos quatro perímetros irrigados estudados.

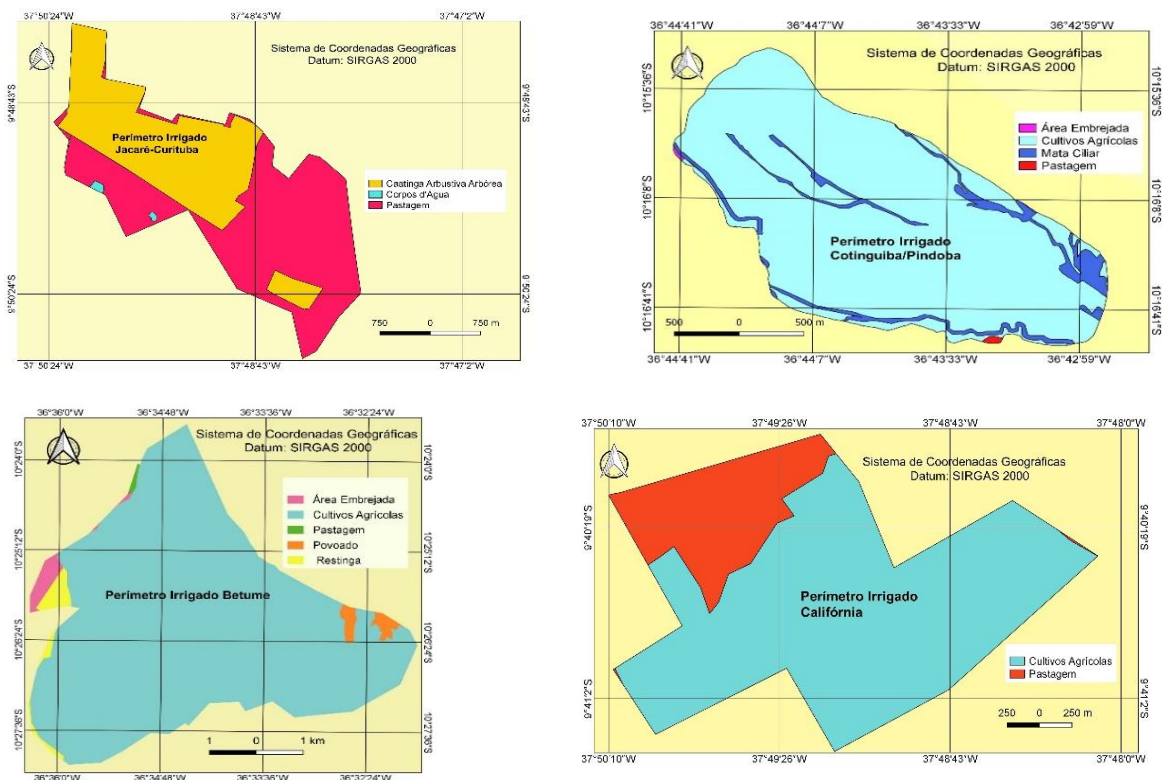


Figura 4- Mapa de uso e cobertura da terra nos quatro perímetros irrigados estudados.

A redução da vegetação é uma evidência do aumento da salinização, visto que há uma diminuição considerável do material orgânico propiciando a perda de nutrientes e deixando o solo exposto alterando as suas propriedades físicas e químicas. A pastagem, em predomínio por toda a bacia, além de diminuir a vegetação natural, o pisoteio de animais podem vir a compactar esses solos,



diminuindo a infiltração e propiciando a acumulação de sais no solo e que gradativamente vão se acumular nas águas subterrâneas.

Aguiar Netto *et al.* (2007) em estudo sobre o perímetro irrigado Califórnia observaram que a salinização é possivelmente uma consequência do manejo inadequado, pelo uso exagerado de água da irrigação e pelo assoreamento dos drenos naturais nos talwegues naturais. A salinização no perímetro irrigado Jacaré-Curituba de acordo com Santos *et al.* (2015) ocorre em algumas parcelas do perímetro podendo disseminar e atingir outras áreas, a irrigação desencadeou o aumento da concentração de sais. No estudo, após uma análise do solo, foram encontrados três níveis de salinidade: salino, salino-sódico e sódico das 32 áreas de coleta distribuídas nos quatro setores produtivos do perímetro, 46,8% estão salinizadas.

De acordo com IBAMA (2003), a salinização dos solos e dos recursos hídricos são um dos principais agentes considerados desencadeadores da desertificação, assim como desmatamento, expansão e intensificação do uso agrícola sobre terras secas, a utilização de técnicas de irrigação mal dimensionadas, além de diversos outros agentes. Em estudo sobre uso da Terra, Freire *et al.* (2011) constatou que na região de Xingó em Sergipe entre os anos de 1989-2003 houve um aumento de 91,3% de solo exposto, diminuição de áreas agropastoris de 21,2%, diminuição da caatinga arbórea (9,7%) e da caatinga arbustiva (68,7%) e o aumento de áreas urbanas ou antropizadas de 70%.

Diante da salinização, o gesso é uma técnica adequada na redução do sódio no solo, elevando com rapidez os teores de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}). Em estudos feitos por Barros *et al.* (2004), comprovou-se que aplicações de gesso e gesso mais calcário contribuíram para diminuição da sodicidade dos solos, houve um aumento da concentração de cálcio e as modificações foram verificadas após a análise da Condutividade Elétrica (CE).

A utilização de plantas fitoextratoras também tem demonstrado ser uma técnica de grande potencial, Souza *et al.* (2011) estudaram a *Atriplex numulária* com planta extratora em um solo salino sódico e com os dados médios de concentração dos elementos observaram elevados teores de elementos como sódio e cloro nas folhas confirmando o poder de absorção. Entretanto, essa técnica só é eficaz se houver melhoria das qualidades físicas e químicas do solo, que acontece quando inicialmente se aplica algum tipo de corretivo químico, como o gesso.

CONCLUSÕES

Diante disso, a agricultura irrigada em regiões áridas e semiáridas requer um monitoramento periódico da salinidade do solo. Para tanto, procedimentos práticos e rápidos para a medida da Condutividade Elétrica e uma análise contínua do solo e da água, que permitam identificar áreas fontes de sais e mapear a distribuição e extensão dos solos tornam-se indispensáveis na prática agrícola. O manejo correto da irrigação e a uma drenagem eficiente são outras ações adequadas na prevenção da salinização e que devem fazer parte de qualquer projeto de irrigação.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETTO, A.O.A. et al. (2007) “*Características químicas e salino-sodicidade dos solos do perímetro irrigado Califórnia, SE, Brasil*”. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.6, pp. 1640-1645.
- AMORIM, J.R.A. de. et al (2008). “*Qualidade da água na agricultura irrigada*”, in Uso e manejo de irrigação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Albuquerque. P. E. P. de; Durães, F. O. M. (ed.). Cap.6, pp.255-316.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. (1994). “*Water Quality for agriculture*”. 3 ed. Rome: FAO. 174p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).



- BARROS, M.F.C.; FONTES. (2004). “*Recuperação de solos afetados por sais no Nordeste do Brasil pela aplicação de gesso de jazida e calcário*”. R. Bras. Eng. Agríc. Amb., 8(1); pp.59-64.
- EMBRAPA SOLOS. (2018). “*Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*”. Embrapa, Brasília, DF. 355 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>>. Acesso em: 14 de fev de 2020.
- FREIRE, N.C; PACHÊCO, A. P. (2011). “*Desertificação: Análise e Mapeamento*”. 1. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE. v. 1. 93p.
- PONTES, A.G.V. et al. (2013). “*Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente*”. Ciênc. Saúde coletiva, 18(11); pp. 3213-3222.
- RIBEIRO, M.R. (2010). “*Origem e classificação dos solos afetados por sais*”, in *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Org. por Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (Eds.). INCTSal, Fortaleza - CE. pp.11-19.
- ROXO, M. J. MOREIRA, E. (2006). “*O panorama mundial da desertificação*”. Org. por Agricultura familiar e Desertificação. Ed. Universitária da UFPB, João Pessoa – PB, pp. 11-32.
- SANTOS, S.J.S.; LUCAS, A.A.T. (2015). “*Diagnóstico da salinização ocorrente no solo do perímetro irrigado Jacaré-Curituba do território do alto sertão sergipano*”, in *Contexto socioambiental das águas do rio São Francisco*. Org. por Aguiar Netto, A.O. et al. UFS, São Cristóvão-SE, pp. 253-273.
- SILVA, J. L. A. et al. (2011). “*Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades*”. Agropecuária Científica no Semiárido, 7(4); pp.26-31.
- SOUZA, E.R. de. et al. (2011). “*Fitoextração de sais pela Atriplex nummularia lindl. sob estresse hídrico em solo salino sódico*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 15; pp. 477-483.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Tabuleiros Costeiros, em especial ao Pesquisador Marcus Aurélio Soares Cruz, pela disponibilização dos dados do Atlas de Qualidade da Água Subterrânea no Estado de Sergipe com Fins de Irrigação.