

FONTES E PROCESSOS DE SALINIZAÇÃO NOS SOLOS

Nildo da Silva Dias¹
Igor José Nascimento de Medeiros²
Moisés Medeiros dos Santos³
Emmanuel Messias da Silva Costa⁴

RESUMO

A salinização é o acúmulo de sais, geralmente dominado pelo cloreto de sódio, no solo e na água, a níveis que afetam os recursos humanos e naturais, como plantas, animais, abastecimento hídrico na agricultura, entre outros. As salinas estão mais presentes nas regiões áridas e semiáridas, e elas podem ser originadas por meio de várias formas. É importante conhecer o impacto, fontes e processos dos sais em relação à agricultura, pois os mesmos podem atuar de diversos meios nos cultivos. Na agricultura irrigada, é possível observar a salinidade presente devido à ausência de sistema de drenagem das áreas. Esse problema é mais grave nas regiões áridas e semiáridas, pois a precipitação não é o suficiente para a remoção dos sais. Para se obter resultados positivos na agricultura, é necessário conhecer os processos e fontes que dão origem à salinização.

Palavras-chave: Fontes de salinização, Agricultura irrigada, Origem das salinas, Processos de salinização, Sistema de drenagem.

INTRODUÇÃO

O acúmulo de sais solúveis na zona radicular pode alterar o pH e a composição da solução no solo e interferir o processo de absorção de água e nutrientes essenciais das plantas, causando desequilíbrios e deficiência hídrica e/ou nutricional. Além disso, a salinidade pode destruir as partículas de solos de textura fina e, causar problemas de infiltração na zona das raízes após chuvas ou irrigação, resultando em baixa capacidade de armazenamento de água no solo.

Em solos de ambiente úmidas, devido à eliminação das bases (sais de Ca, Mg, Na e K) liberadas durante a intemperização das rochas, o hidrogênio e o alumínio predominam no complexo. No entanto, em solos de ambientes áridos ou semiáridos, quando se tem boa drenagem predominam, no complexo, os cátions de cálcio e magnésio, mas quando se tem solos com drenagem impedida ou semi-impedida e/ou quando o lençol freático é raso, esses cátions concentram-se devido à evapotranspiração intensa.

¹ Doutor do Curso de **Agronomia** da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, nildo@ufersa.edu.br;

² Graduando do Curso de **Engenharia Civil** da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, igor_2eng@outlook.com;

³ Graduando do Curso de **Engenharia Mecânica** da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, moisesmede@hotmail.com;

⁴ Graduando pelo Curso de **Sistemas de Informação** da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, emmanuel_costasilva@hotmail.com;

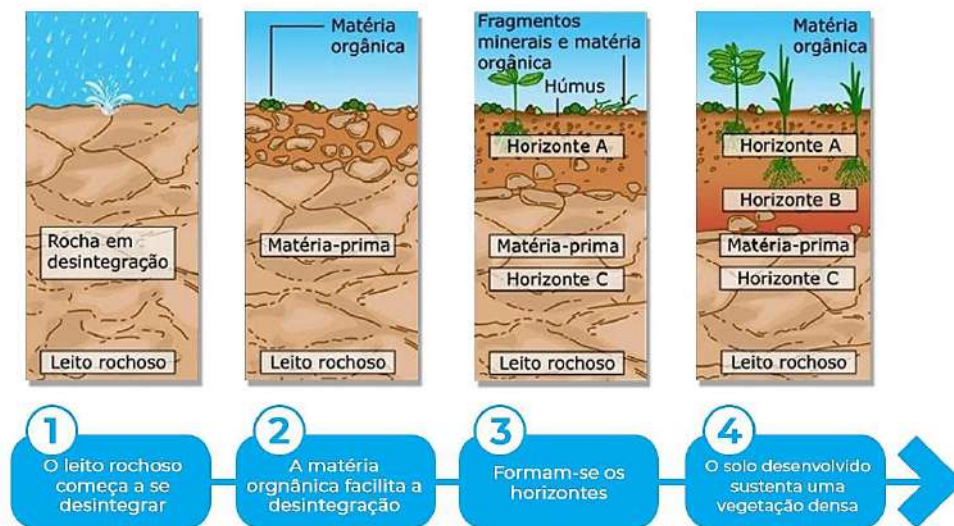
Na fase posterior, será estudado o processo da salinização, o qual envolve fatores químicos, influências no meio ambiente, principalmente nos solos e cultivos.

O presente trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica que tem como principal objetivo investigar a origem dos problemas, o processo e as fontes de sais que podem causar a salinização, principalmente no que tange à agricultura.

ORIGEM DOS PROBLEMAS DE SALINIZAÇÃO

A origem dos problemas de salinidade está associada à formação do solo, resultante do produto da degradação das rochas, o qual envolve processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. Durante a intemperização, os diversos constituintes das rochas são liberados na forma de compostos simples (Fig.1).

Figura 1. Processo de formação do solo: intemperização das rochas e origem dos sais no solo. Fonte: Geo-Conceição (2014).



Fonte: autoria própria

Os sais podem vir de várias fontes, incluindo: a) sal aerotransportado oriundos da pulverização oceânica ou depósitos sedimentares, incluindo partículas de areia e argila das dunas dos rios e lagos; b) sal cíclico do oceano ou da poluição dissolvida na água da chuva e, posteriormente, depositada no solo c) sal fóssil incorporado nos sedimentos marinhos e, d)

intemperismo da rocha que permite que o sal seja liberado à medida que os minerais se decompõem com o tempo (Fig.2).

O presente trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica relacionada ao estudo dos processos e fontes da salinização e sua ligação direta com o setor agrícola.

Figura 2. Fonte de sais incluindo eólico, cíclica, fóssil e intemperismo da rocha.



Fonte: autoria própria

FONTES E PROCESSOS DE SAIS QUE PODEM CAUSAR A SALINIZAÇÃO DOS SOLOS

Em relação aos tipos e as quantidades de sais acumulados no solo e, conseqüentemente, na água utilizada para a irrigação, embora os íons sódio, cálcio, magnésio, potássio, cloro, enxofre e o carbono estejam presentes na crosta terrestre em menores proporções em relação aos elementos oxigênio, silício e alumínio (constituem cerca de 80% dos elementos existentes na crosta terrestre), estes se acumulam no solo em maiores quantidades (Tabela 1).

Este fato, deve-se aos íons Ca, Mg, K, Cl e S estarem retidos na rocha com menores coeficientes de energia (Tabela 2) e, conseqüentemente, apresentarem alta solubilidade e mobilidade em relação ao Si, Al e Fe.

Tabela 1. Porcentagem dos elementos mais comuns na crosta terrestre (FAO/UNESCO, 1973)

Elementos	Porcentagem (%)
Oxigênio	49,13
Silício	26,00
Alumínio	7,47
Ferro	4,20
Cálcio	3,25
Magnésio	2,40
Potássio	2,35
Hidrogênio	2,35
Titânio	1,00
Carbono	0,61
Cloro	0,35
Fósforo	0,20
Enxofre	0,12
Manganês	0,10
Outros (cerca de 70 elementos)	0,39

Tabela 2. Sequência de liberação dos íons baseada em seus coeficientes de energia (Ce) durante o processo de intemperização (FAO/UNESCO, 1973)

Sequência de liberação							
I		II		III		IV	
ÍON	Ce	ÍON	Ce	ÍON	Ce	ÍON	Ce
Cl ⁻ e Br ⁻	0,23	Na ⁺	0,45	SiO ₃ ²⁻	2,75	Fe ²⁺	5,15
NO ₃ ⁻	0,18	K ⁺	0,36	Al ³⁺	4,25		
SO ₄ ²⁻	0,66	Ca ²⁺	1,75				
CO ₃ ²⁻	0,78	Mg ²⁺	2,10				

Deste modo, torna-se evidente que o acúmulo de elementos no solo não depende somente do seu teor na rocha, mas, também, do coeficiente de energia com que é retido, da sua mobilidade e solubilidade. Por essa razão, os sais solúveis acumulados no solo são constituídos principalmente dos íons cloreto, cálcio, magnésio, sódio, sulfato e bicarbonato e, às vezes, de potássio, carbonato e nitrato.

Há muitas áreas no mundo que já são salinas, quer ao longo da costa ou nas áreas cultivadas em zonas áridas e semiáridas. Em outras palavras, uma elevada proporção das áreas salinas no mundo é “natural”, isto é, não resultam de atividades antrópicas. A salinização do solo que ocorre naturalmente é denominada salinização primária e, nos casos em que a salinização é devida à ação antrópica, a mesma é conhecida como salinização secundária.

• Salinização primária

Embora a fonte principal e direta de todos os sais presentes no solo seja a intemperização das rochas (Richards, 1954) são raros os exemplos em que esta fonte de sais tenha provocado

diretamente problemas relacionados com a salinidade do solo. A seguir alguns exemplos que, podem ser considerados como fontes de sais que podem causar a salinização primária.

Inundações pelas águas do mar

Os oceanos se constituem em depósitos naturais de sais, que são carregados pelas águas escoadas da superfície terrestre até os pontos mais baixos do relevo, acumulando-se progressivamente. A Tabela 3 apresenta a composição química média da água do mar.

Tabela 3. Composição química média da água do mar

Íon	Concentração	
	meq L ⁻¹ *	mg L ⁻¹
Ca	20,9	418,0
Mg	109,4	1312,8
Na	479,8	11035,0
K	10,8	421,2
Cl	559,6	19865,8
SO ₄	7,6	364,8
HCO ₃	2,5	152,5
Br	0,9	72,0
Condutividade Elétrica (CE)	48 dS m ⁻¹ (a 25 ° C)	36000 mg L ⁻¹

* Concentração em mg L⁻¹ = meq L⁻¹ x peso equivalente

Por ser excessivamente salina (aproximadamente 30 g L⁻¹ ou 3%) é provável que ela tenha sido a fonte principal de sais em solos provenientes de depósitos marinhos que se assentaram em períodos antigos.

As inundações periódicas pelas águas do mar, devido ao fenômeno de marés altas, constituem a principal fonte de sais em áreas de cota baixa. Outra fonte de salinização pelas águas do mar são as pororocas, quando as águas do mar invadem os leitos dos rios, às vezes até 20 - 50 km de distância, transbordando suas margens. Quando as marés retrocedem, a água transbordada não acompanha a volta, ficando depositada em depressões, aumentando a concentração salina em áreas localizadas nas margens desses rios. Esse fenômeno de onda que acontecem no rio é chamado de pororoca e dura em média 1 hora e meia.

Apesar das águas dos rios se encontrarem com as águas do mar durante toda a época do ano, o fenômeno pororoca acontece apenas durante o equinócio (momento exato que marca o início da primavera ou do outono) devido o aumento do volume das águas dos oceanos e, ainda, as marés mais altas na lua cheia e nova são formadas ondas de até 10 m de largura e 5 m de altura atingindo uma velocidade de até 35 km h⁻¹.

Na região norte do Brasil, a maré alta pode elevar o nível do mar até 7 metros, formando grandes ondas em direção aos rios. Geralmente, o local aonde o rio se encontra com a mar é estreito e raso e, como as ondas do mar já estavam grandes, elas aumentam ainda mais nesse local. A força do mar é tão grande que chega a inverter a direção da correnteza do rio e, em pororocas mais fortes, o mar pode avançar até 50 quilômetros rio adentro.

A pororoca só acontece em regiões com grande variação de marés como, por exemplo, na foz do rio Amazonas, no rio Araguari, Maiacaré, Guamá, Capim e rio Moju no litoral do Pará e do Amapá e na foz do rio Mearim no Maranhão (Fig.3).

Figura 3. Fenômeno pororoca na foz do rio Amazonas, litoral do Estado do Pará.

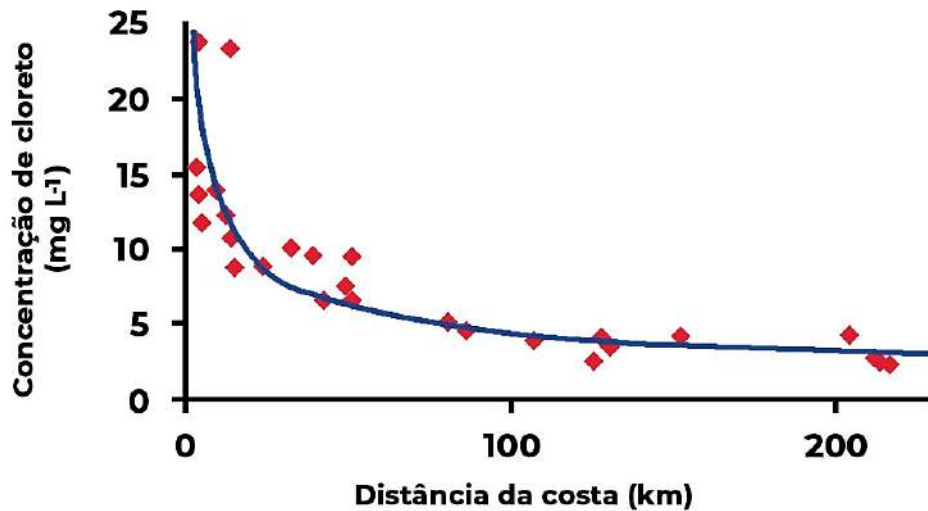


Fonte: *Google Imagens*

Transporte de sais pelo vento

Em determinadas situações, a salinização do solo ocorre devido ao transporte de partículas de sais pelos ventos que sopram das marés para os continentes. Quando as ondas do mar se chocam com as barreiras ou rochas, parte da água pulveriza-se no ar, podendo ser evaporada totalmente e, conseqüentemente as partículas de sais resultantes são transportadas aos lugares mais distantes, dependendo da velocidade e direção do vento (Fig. 4). Este fato pode ser verificado quando se determina a quantidade de sais na água da chuva em diferentes distâncias do mar (Fig.5). Desde que na região não exista muitas indústrias, o teor de sais nas águas de chuva da região costeira é sempre maior que na região interiorana.

Figura 4. Registro da pulverização das águas do mar que pode transportar os sais.



Fonte: autoria própria

Figura 5. Registro da pulverização das águas do mar que pode transportar os sais.



Fonte: *Google Imagens*

Na região de Mossoró, Rio Grande do Norte, ventos nordeste, em épocas de estiagens prolongadas, podem contribuir para acumulação de sais na poeira que se precipita sobre grande parte da área durante os meses de outubro e novembro, com maior intensidade. Esta poeira pode conter quantidades apreciáveis de sais e causar problemas às plantas cultivadas (Oliveira, 1997).

Outra possibilidade de transporte de sais pelo vento reside nas áreas que ficam perto das zonas de exploração de minérios.

A pulverização marítima são partículas de aerossol formadas diretamente a partir do oceano, principalmente por ejeção na atmosfera, estourando bolhas na interface ar-mar. O spray marinho contém matéria orgânica e sais inorgânicos que formam o aerossol de sal marinho e, influencia o crescimento das plantas e a distribuição de espécies nos ecossistemas costeiros e aumenta a corrosão dos materiais de construção nas áreas costeiras.

Quando o vento, as ondas brancas e quebrantes misturam o ar na superfície do mar, o ar se reagrupa para formar bolhas, flutua na superfície e explode na interface ar-mar. Quando explodem, liberam até mil partículas de spray do mar, que variam em tamanho de nanômetros a micrômetros e podem ser expelidos até 20 cm da superfície marítima. As gotículas de filme compõem a maioria das partículas menores criadas pela explosão inicial, enquanto as gotículas de jato são geradas por um colapso da cavidade da bolha e são ejetadas da superfície do mar na forma de um jato vertical.

Em condições de vento, as gotas de água são arrancadas mecanicamente das cristas das ondas quebradas. A composição da pulverização do mar depende, principalmente, da composição da água a partir da qual é produzida, mas, em termos gerais, é uma mistura de sais e matéria orgânica.

- **Salinização secundária:**

A salinização secundária difere da salinização primária à medida que pode ser atribuída aos impactos da ação humana, principalmente o desmatamento da vegetação nativa para o crescimento de culturas anuais e pastagens e, a subsequente degradação do solo. Alguns dos sintomas clássicos da salinização secundária incluem vegetação seca que se desenvolveu no solo antes de tornar-se salino, a colonização de espécies halófilas (plantas de ambientes salinos) e o aumento de alagamento e inundação do solo. É importante ressaltar que, muitas vezes, pode ser difícil identificar se uma solução salina representa salinização primária ou secundária e, em várias situações, a salinização primária agrava-se com a ação antrópica das práticas agrícolas, confundindo ainda mais o problema. A salinidade secundária é causada por alguns processos. São eles:

Ao atingir o limite de solubilidade, precipitam-se nas formas de carbonato de cálcio e magnésio ou de sulfato de cálcio, visto serem os compostos de menor solubilidade entre os

acumulados (Tabela 4) aumentando, deste modo, a proporção relativa de sódio solúvel na solução do solo.

Tabela 4. Solubilidade (g L^{-1}) dos principais sais encontrados em solos afetados por sais (Pizarro, 1977)

	Solubilidade (g L^{-1})		
	Na	Mg	Ca
CO ₃	213 ¹	2,51 ²	0,0131 ²
SO ₄	185 ¹	262 ²	2,04 ³
Cl	318	353	427
NO ₃	686	Muito Elevada ⁴	Muito Elevada ⁴

¹ A uma temperatura de 20° C. Para as temperaturas de 0, 10 e 30° C, o Na₂CO₃ e o Na₂SO₄ apresentam solubilidade de 70-45, 122-90 e 371-373 g L^{-1} , respectivamente.

² A solubilidade varia com a pressão parcial de CO₂ ou pH.

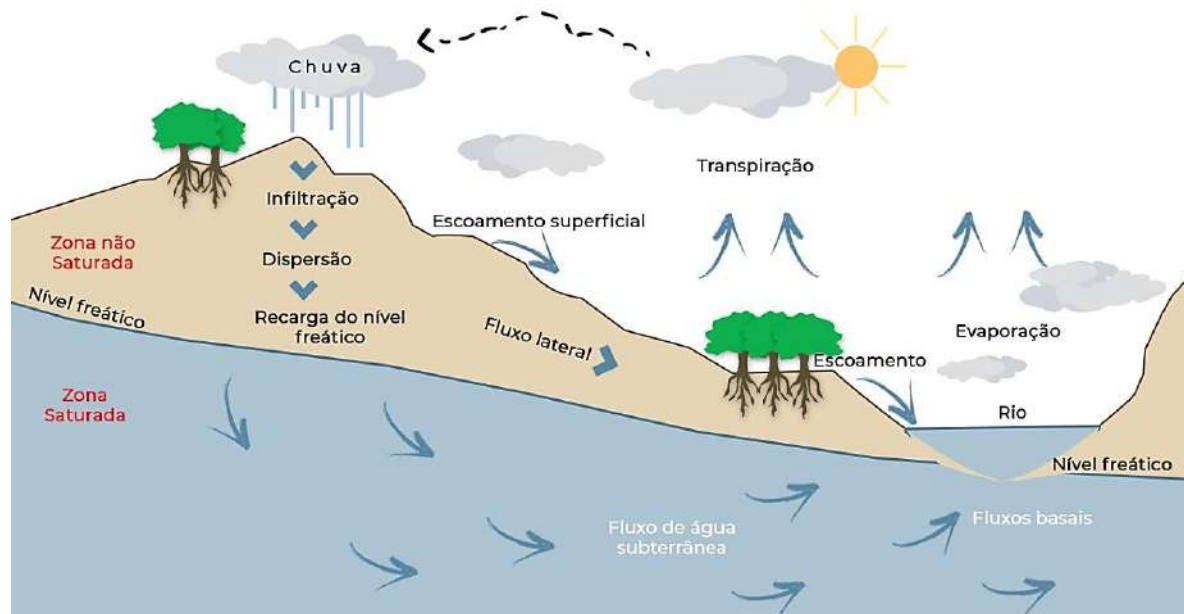
³ A solubilidade aumenta na presença de NaCl. Em soluções de 10 e 100 g L^{-1} de NaCl a solubilidade do CaSO₄ é, respectivamente, 4,2 e 8,48 g L^{-1} . Na presença de Na₂SO₄, CaCl₂ e NaHCO₃ diminui devido a formação de íon par ou formação de Ca(HCO₃⁻). Para 10 g L^{-1} de Na₂SO₄, CaCl₂ e NaHCO₃, a solubilidade do CaSO₄ é 1,9, 1,5 e 0,9 g L^{-1} , respectivamente.

⁴ Composto altamente higroscópico.

Adicionalmente, a salinização primária é a ocorrência natural de sais na paisagem como, por exemplo, salinas, lagos salgados e pântanos de maré naturalmente salinos. Já a salinização secundária é acúmulo de sais no solo, nas águas superficiais ou subterrâneas devido à atividade humana como, urbanização e atividades agrícolas.

Os sais podem vir de várias fontes, incluindo: a) sal aerotransportado oriundos da pulverização oceânica ou depósitos sedimentares, incluindo partículas de areia e argila das dunas dos rios e lagos; b) sal cíclico do oceano ou da poluição dissolvida na água da chuva e, posteriormente, depositada no solo c) sal fóssil incorporado nos sedimentos marinhos e, b) intemperismo da rocha que permite que o sal seja liberado à medida que os minerais se decompõem com o tempo (Fig. 6).

Figura 6. Relação entre sal na chuva e distancia da costa (Hingston and Galattis, 193)



Fonte: autoria própria

Água da chuva e desmatamento

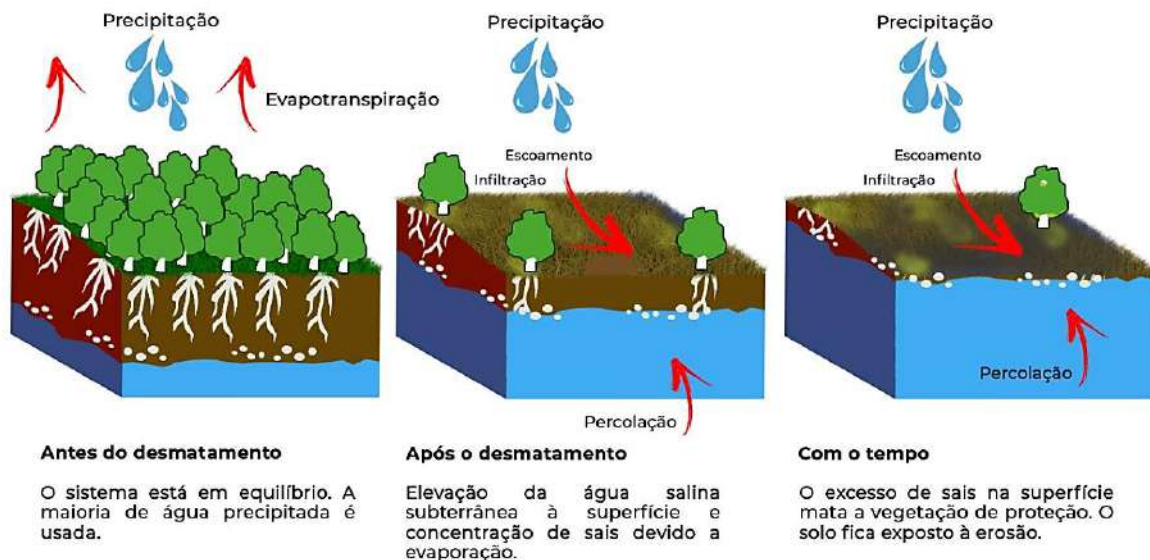
As chuvas trazem pequenas quantidades de sais, normalmente de 20 a 50 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e, em regiões de baixa precipitação e paisagem relativamente plana, pode levar um longo tempo, cerca de milhares de anos, para que o sal volte ao oceano através dos rios. Quando as plantas absorvem a água da chuva, os sais acumulam-se no solo e, em seguida, são absorvidos pelas plantas, às vezes em quantidades elevadas. Estima-se que, em um perfil de solo cultivado pode conter cerca de 650 toneladas de sal por hectare ou 33.000 vezes a quantidade anual de sais depositada pelas chuvas.

Os sais da água de chuvas acumulam-se no solo devido ao desmatamento das áreas para exploração de culturas anuais e pastagens que causam perturbações no equilíbrio hidrológico e começam a mobilizar os sais armazenados.

A primeira evidência da relação entre o desmatamento da vegetação nativa e o aparecimento da salinidade do solo foi identificada por Wood (1924). O autor observou que a floresta nativa original consome toda a água de precipitação, mas quando há desmatamento para a exploração de culturas agrícolas, a evapotranspiração reduz e o excesso de água da chuva infiltra no perfil do solo, fazendo

com que a água subterrânea ascenda por capilaridade até a superfície do solo, trazendo consigo os sais armazenados no subsolo (Fig.7).

Figura 7. Evidência da relação entre o desmatamento da vegetação nativa e a salinização nas zonas áridas.



Fonte: autoria própria

Para um solo de textura argilosa, quando o lençol freático atinge cerca de 2 m da superfície do solo, os sais começam a se movimentar até a zona radicular da planta, causando efeitos deletérios sobre o crescimento das plantas quando atingem concentrações elevadas.

Elevação do lençol freático

O lençol freático é a superfície o qual todos os espaços porosos do solo e a rocha estão preenchidos com água, denominada de zona saturada. Por outro lado, acima do nível freático encontra-se a zona não saturada, onde os espaços porosos estão secos ou parcialmente preenchidos com água.

A água que se infiltra no solo e atravessa a zona radicular da planta é chamada de lâmina de percolação e, esta é oriunda dos corpos hídricos superficiais como rios, córregos, barragens e canais de irrigação. A lâmina de percolação que atinge a zona saturada é chamada de recarga da água subterrânea; já a água subterrânea que sai da zona saturada até a superfície do solo, pelo fenômeno de ascensão capilar, denomina-se descarga da água subterrânea. Geralmente, as

áreas de recarga estão acima das áreas de descarga e, quando o nível freático está próximo ou na superfície do solo, a descarga ocorre por evaporação, infiltração, aspersão, transpiração e fluxos basais.

O acúmulo de sais na zona radicular do solo pode ocorrer devido a este movimento de sais durante o processo de descarga da solução salina dos aquíferos subterrâneo à superfície ou sub-superfície do solo, conforme desenho esquemático da Fig.8.

Figura 8. Movimento dos sais do lençol freático para a superfície e o acúmulo de sais no solo (Adaptado de Southern Salt Action Team, 2003).

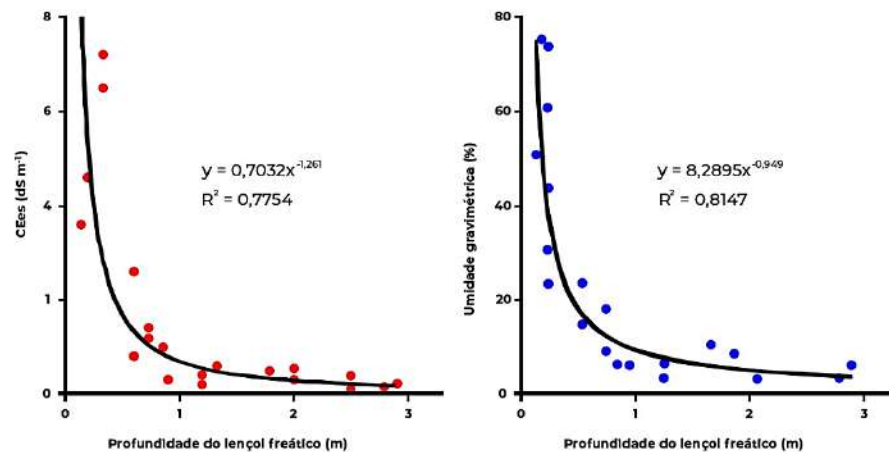


Fonte: autoria própria

Na agricultura, o cultivo de espécies anuais e pastagens, muitas vezes substituída pela vegetação nativa, promove a drenagem de água através da zona radicular, aumentando o volume de água abastecimento no sistema hídrico subterrâneo dissolvido com sais armazenado no perfil do solo. Em seguida, o nível do lençol freático sobe até a superfície do solo, trazendo os sais. Quando estes sais atinge a zona radicular, dependendo da concentração, pode inibir o crescimento das plantas e sua sobrevivência.

Entretanto, o processo de ascensão capilar e, o conseqüente acúmulo de sais ocorre somente quando o nível do lençol freático está próximo à superfície. Deste modo, quanto mais raso o nível do lençol freático, mais úmido e mais salino e, maior a condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) (Fig.9).

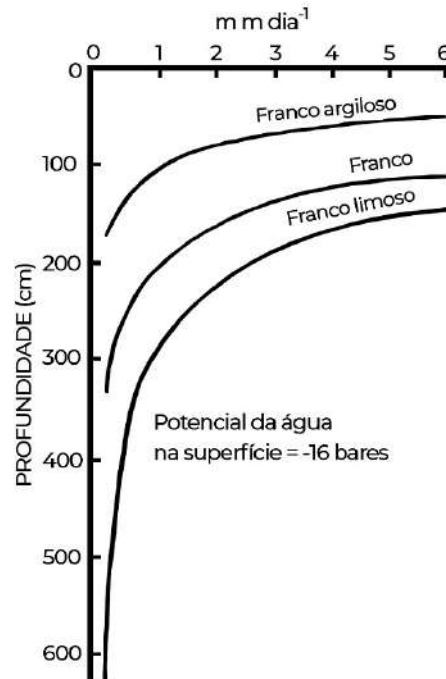
Figura 9. Salinidade e umidade do solo em função da profundidade do lençol freático.



Fonte: autoria própria

A salinização dos solos devido ao nível freático raso é um processo rápido e, ocorre em áreas irrigadas no semiárido, principalmente quando o solo permanece em repouso por longos períodos. A profundidade crítica do lençol freático sujeita a ascensão capilar varia entre 2,0 a 3,0 m para solos de textura argilosa e, entre 5,0 a 6,0 para solos siltosos. Deste modo, pode-se inferir que há uma relação intrínseca entre o fluxo capilar e a profundidade do nível freático para solos de diferentes texturas (Fig.10).

Figura 10. Relação entre a velocidade de fluxo capilar e a profundidade do nível freático para solos de diferentes texturas (van Hoorn, 1979).



Fonte: autoria própria

Entretanto, o acúmulo de sais por ascensão capilar até a superfície do solo depende, também, da textura, da condição clima, da concentração de sais da água do aquífero e do manejo da irrigação. Neste caso, o acúmulo de sais ocorre devido ao aumento das taxas de infiltração e recarga dos aquíferos subterrâneos, fazendo com que o nível freático se eleve. O aumento do nível freático pode trazer sais para a zona radicular da planta, podendo afetar tanto o crescimento das plantas quanto a estrutura do solo. O sal permanece no solo quando a água é absorvida pelas plantas ou perdida para a evaporação. Em áreas irrigadas, as taxas de recarga dos aquíferos subterrâneos podem ser muito mais elevadas do que as áreas secas que sofrem influência apenas da infiltração da água de chuva, o que causa acúmulos de sais potencialmente mais altos.

Os sistemas de irrigação com deficiência de drenagem são as principais causas da elevação do nível freáticos do solo, amentando os riscos de salinidade e alagamento em áreas de irrigação. A má distribuição da água nos piquetes de plantios pode resultar em áreas com déficit de lâmina irrigadas, fazendo com que os sais se acumulem (formação de níveis freáticos rasos) e, outras áreas com excesso de lâminas de irrigadas e encharcadas. Em solos rasos, os mananciais hídricos subterrâneos podem se formar em áreas irrigadas pela falta de manejo da demanda hídrica da cultura, vazamentos dos sistemas de condução ineficientes, camadas

impermeáveis do solo e outros. Isso pressiona o sistema hídrico subterrâneo regional (Aquífero profundos com vias de fluxo maiores que 50 km e áreas de descarga muito distante das suas áreas de recarga), forçando a água subterrânea salina a entrar nos corpos hídricos. A irrigação com água salina adiciona sal ao solo e aumenta a necessidade de aplicar lâminas de irrigação excedente para promover a lixiviação dos sais abaixo da zona radicular da planta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o a salinização tem influência direta sobre a agricultura, pois sua composição inibe o desenvolvimento de cultivos, principalmente aqueles presentes na região árida e semiárida. Com isso, se faz necessário estudar meios de uso de águas dessalinizadas para a aplicação na agricultura.

REFERÊNCIAS

Anderson, J., Britten, R. and Francis, J. (1993) Dryland Salinity: the causes. Department of Conservation and Land Management. Sydney.

Bronick, C. J.; Lal, R. Soil structure and management. Geoderma, v.124, p.1-2, 2005.

FAO, Unesco. Irrigation drainage and salinity: an international source book. Paris: Hutchison/FAO/UNESCO, 1973. 510p.

Fenômeno pororoca, foz do rio Amazonas, litoral do Estado do Pará.
<https://www.iguiecologia.com/pororoca/>

Geo-Conceição. Solo e os tipos de intemperismo. 2014. Disponível em:
<http://geoconceicao.blogspot.com/2014/07/solo-e-os-tipos-de-intemperismo.html>. Acesso:
01/09/2019.

MUNNS, R., JAMES, R. A. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. **Plant Soil**, Campinas, v. 253, n.02, p. 201–218, 2003.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; Queiroz, J.E.; MEDEIROS, J.F. de (ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap.1, p. 1-35.

Pernes-Debuyser, A.; Tessier, D. Soil physical properties affected by long-term fertilization. European Journal of Soil Science, v.55, p.505 – 512, 2004.

Robinson, M.; Ward, R. **Hydrology: Principles** and process. London: IWA. 2017. 404 p.

Saviozzi, Alessandro & Cardelli, Roberto & Di Puccio, Raffaella. (2011). Impact of Salinity on Soil Biological Activities: A Laboratory Experiment. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 42. 358-367.

Slinger, D. & Tenison, K. (2007). Salinity Glove Box Guide: NSW Murray & Murrumbidgee Catchments, NSW Department of Primary Industries.

Wood, W. E. Increase of salt in soil and streams following the destruction of the native vegetation. Journal of the Royal Society of Western Australia, v.15, p.22-30, 1924.