

OBTENÇÃO DE CURVAS ESPECTRAIS PARA SOLOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

L.O.Costa¹, R.A.O.Leão², F.G.S.Bezerra³, R.F.Caitano⁴, A.S.Teixeira⁵

RESUMO - Dentre as características que determinam a qualidade da água para irrigação, a concentração de sais é um dos principais fatores a serem considerados. já que a irrigação constitui um dos principais fatores causadores do processo de salinização. Objetivou-se com o trabalho, a obtenção de curvas espectrais de solos com diferentes níveis de salinidade, utilizando o Espectrorradiômetro FieldSpec®3 Hi-Res (350 – 2500 nm). Amostras de solo foram coletadas e saturadas com soluções salinas com concentrações de 0 dS m⁻¹, 3 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹ e 9 dS m⁻¹. Não foi possível observar diferença entre os comportamentos espectrais dos diferentes níveis de salinidade contidos nas amostras após o primeiro evento de saturação. Após o terceiro evento, notou-se uma diferença no comportamento espectral das amostras submetidas ao tratamento de 6 dS m⁻¹. Com a metodologia utilizada não foi possível a caracterização dos diferentes níveis de salinidade.

Palavras chaves: Espectrorradiometria, Salinização, Saturação

OBTAINING SPECTRAL CURVES FOR SOILS WITH DIFFERENT LEVELS OF SALINITY

ABSTRACT –Among the characters that determine the quality of water to irrigation, the concentration of salts is one of factors the be considered, since the irrigation is factors causing the salinization process. The objective of the study was the obtainment spectral curves of soil with different salinity levels, using the spectroradiometer. Soil samples were collected and saturated with saline solutions with concentrations of 0 dS m⁻¹, 3 dS m⁻¹, 6 dS m⁻¹ e 9 dS m⁻¹. It was not possible observe different salinity levels contained in the samples after of first event saturation. After of third event of saturation was noted a difference on spectral behavior

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Rua Monte Pascoal, 216, CEP: 60731-390, Fortaleza, CE. Fone: (085) 87023638. E- mail: leacostaadv@yahoo.com.br.

² Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza , CE.

³ Mestre, Depto de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Mestranda ,Depto. de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza , CE.

⁵ Prof. Ph.D, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza–CE.

of samples submitted to treatment 6 dS m^{-1} . With the methodology used it was not possible the characterization of different salinity levels.

Keywords: Spectroradiometry, Salinization, Saturation

INTRODUÇÃO

A utilização indiscriminada da irrigação pode acarretar vários problemas como a salinização dos solos. A salinização constitui um processo de degradação que, de acordo com OLIVEIRA (1997) citado por CAITANO (2010), pode ser responsável por perdas irreparáveis na produtividade dos solos tornando estéreis grandes extensões de terras.

É uma tendência mundial a utilização de tecnologias de sensoriamento remoto para o mapeamento de salinidade em grandes áreas. Os espectrorradiômetros são sensores capazes de decompor a radiação incidente em diferentes comprimentos de onda, possibilitando medir a resposta do solo de maneira contínua ao longo do espectro eletromagnético, fornecendo um conjunto de dados numéricos ou gráficos, conhecidos como curvas ou assinaturas espectrais (DALMOLIN, 2002). O conhecimento do comportamento espectral dos solos é essencial na detecção de sintomas e mapeamento de áreas (MIGUEL et al, 2005). Diante do exposto, objetivou-se a obtenção de curvas espectrais de solos com diferentes níveis de salinidade, utilizando o Espectrorradiômetro FieldSpec®3 Hi-Res, A104040.

MATERIAL E MÉTODOS

No Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE ($3^{\circ} 45' \text{ S}$ e $38^{\circ} 33' \text{ O}$), foram coletadas 40 amostras indeformadas de solos a 0,10 m de profundidade. Foi utilizado o amostrador tipo Uhland. O solo coletado possui textura média e é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (ASSIS JÚNIOR et al, 2007). As amostras coletadas foram secas ao ar por quarenta e oito horas e em seguida secas em estufa a 105°C durante o mesmo período. Após a secagem, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos os quais consistiram na saturação das amostras com soluções salinas com diferentes condutividades elétricas (Ces) ($T1 = 0 \text{ dS m}^{-1}$, $T2 = 3 \text{ dS m}^{-1}$, $T3 = 6 \text{ dS m}^{-1}$ e $T4 = 9 \text{ Ds m}^{-1}$) e 10 repetições, totalizando 40 amostras. As soluções foram preparadas utilizando-se água com condutividade elétrica de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e adicionando-se os sais NaCl, CaCl_2 e MgCl_2 com

proporções equivalentes a 7:2:1, obedecendo-se a relação entre a sua concentração ($\text{mmolc L}^{-1} = \text{CE} \cdot 10$) conforme Rhoades et al. (2000). A saturação seguiu um período de seis horas, após o quê as amostras foram secas ao ar por 48 horas e, posteriormente, levadas para a estufa a 105°C durante o mesmo período.

A aquisição dos dados espectrais foi realizada no Laboratório de Espectrorradiometria, utilizado o espectroradiômetro FieldSpec®3 Hi-Res (350 – 2500 nm). A geometria de aquisição de dados foi: a) fonte de iluminação, com lâmpada de 50 Watts, a 0,30 m do alvo, com ângulo de 45° ; b) sensor para obtenção das medidas de reflectância distante 0,10 m da amostra e com ângulo de 45° em relação à superfície da amostra; c) ângulo de 90° entre os planos de feixe de luz e do eixo do sensor. Foi utilizada, como referência, uma placa branca spectralon, com 100% de reflectância.

As amostras de solos passaram por três eventos de secamento e saturação e foram realizadas coletas de dados espectrais das amostras após o primeiro e o terceiro evento de saturação. Cada amostra foi submetida a três coletas de dados pela sonda do espectrorradiômetro. A cada leitura as amostras de solo sofreram um giro aproximado de 120° . Foi analisada a média dos valores obtidos nas três leituras. Os dados da reflectância foram gerados por meio do *software* ASD ViewSpecPro®, versão 6.0, para posterior processamento no *software* SPSS®, versão 16.0. A análise estatística consistiu da análise de variância para a diferença entre tratamentos e teste de Tukey para comparação entre médias, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão as médias das respostas espectrais de cada um dos quatro tratamentos após o primeiro evento de saturação e secamento e, na Figura 2, as mesmas médias, após o terceiro evento de saturação e secamento. Visualmente, não se observou variação na resposta espectral das amostras de solo submetidas ao tratamento com soluções salinas (Figura 1). No entanto, observou-se uma tendência, a partir do comprimento de onda de 1300 nm, de uma maior na reflectância da amostra submetida ao tratamento testemunha, sem adição de sais.

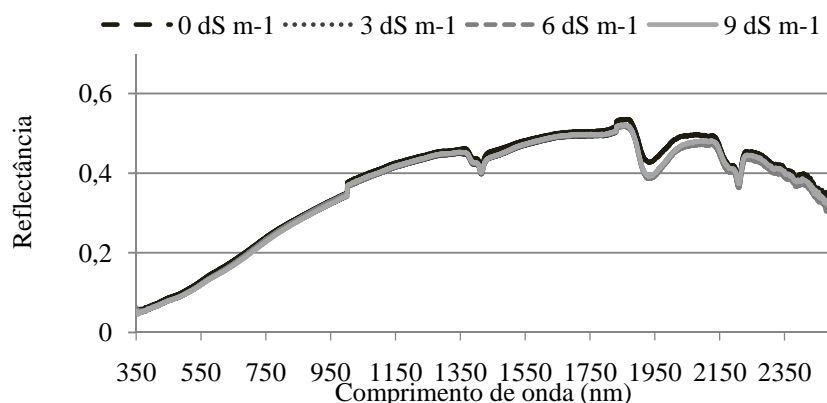


Figura 1. Resposta espectral (reflectância) após o primeiro evento de saturação e secamento das amostras de solo.

Na Tabela 1, o tratamento testemunha está identificado como “0”, significando que foi o tratamento no qual as amostras foram saturadas com água sem adição de sais. Os demais tratamentos, identificados como “3”, “6” e “9” são os tratamentos nos quais as amostras foram saturadas com soluções salinas com CEs de 3, 6 e 9 dS m^{-1} , respectivamente. Observou-se, por meio do teste de Tukey, que houve diferença significativa entre a média do tratamento testemunha e as médias dos demais tratamentos. Entre os tratamentos com soluções salinas não houve diferença significativa.

Tabela 1. Tabela resumo do teste de Tukey para os dados de reflectância das amostras de solo obtidos após o primeiro evento de saturação.

Tratamento (I)	Tratamento (J)	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	95% Intervalo de confiança Limite inferior	Limite superior
0 dS m-1	3 dS m-1	0,01719*	0,00400	0,000	0,006929	0,02746
	6 dS m-1	0,01649*	0,00400	0,000	0,00621	0,02676
	9 dS m-1	0,01352*	0,00400	0,004	0,00324	0,02380
3 dS m-1	0 dS m-1	-0,01719*	0,00400	0,000	-0,02746	-0,00692
	6 dS m-1	-0,00070	0,00400	0,998	-0,010977	0,00957
	9 dS m-1	-0,00367	0,00400	0,795	-0,01395	0,00660
6 dS m-1	0 dS m-1	-0,01649*	0,00400	0,000	-0,02676	-0,00621
	3 dS m-1	0,00070	0,00400	0,998	-0,00957	0,01097
	9 dS m-1	-0,00297	0,00400	0,880	-0,01324	0,00730
9 dS m-1	0 dS m-1	-0,01352*	0,00400	0,004	-0,02380	-0,00324
	3 dS m-1	0,00367	0,00400	0,795	-0,00660	0,013947
	6 dS m-1	0,00297	0,00400	0,880	-0,00730	0,01324

* Médias diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após o terceiro evento de saturação e secamento das amostras, percebeu-se, por meio da Figura 2, uma mudança da resposta espectral do terceiro tratamento (6 dS m^{-1}), cuja reflectância, a partir do comprimento de onda de 750 nm, foi superior à apresentada pelos

demais tratamentos. Entre estes últimos, no entanto, não se pode perceber visualmente, alteração na reflectância em decorrência da variação dos tratamentos.

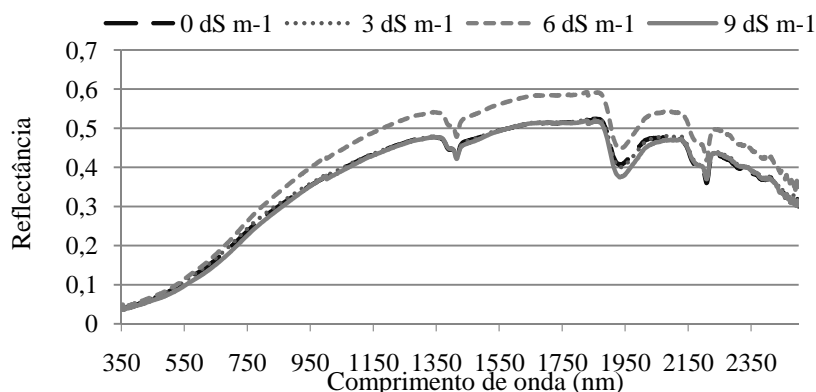


Figura 2. Resposta espectral (reflectância) após o terceiro evento de saturação e secamento das amostras de solo.

A diferença observada no gráfico pode ser verificada também com a análise estatística de comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, na Tabela 2. Nesta análise houve diferença significativa entre o tratamento “6” e os demais tratamentos, enquanto entre o tratamento testemunha (“0”) e os tratamentos “3” e “9” não houve diferença.

Tabela 2. Tabela resumo do teste de Tukey para os dados de reflectância das amostras de solo obtidos após o terceiro evento de saturação.

Tratamento (I)	Tratamento (J)	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	95% Intervalo de confiança	
					Limite inferior	Limite superior
0 dS m-1	3 dS m-1	-0,00251	0,00441	0,941	-0,01385	0,00882
	6 dS m-1	-0,04835*	0,00441	0,000	-0,05970	-0,03701
	9 dS m-1	0,00474	0,00441	0,705	-0,00670	0,01608
3 dS m-1	0 dS m-1	0,00251	0,00441	0,941	-0,00882	0,01385
	6 dS m-1	-0,04583*	0,00441	0,000	-0,05718	-0,03450
	9 dS m-1	0,00729	0,00441	0,354	-0,00408	0,01860
6 dS m-1	0 dS m-1	0,04835*	0,00441	0,000	0,03701	0,05970
	3 dS m-1	0,04583*	0,00441	0,000	0,03450	0,05718
	9 dS m-1	0,05310*	0,00441	0,000	0,04175	0,06449
9 dS m-1	0 dS m-1	-0,00474	0,00441	0,705	-0,01608	0,00660
	3 dS m-1	-0,00725	0,00441	0,354	-0,01860	0,00408
	6 dS m-1	-0,05310*	0,00441	0,000	-0,06444	-0,04175

* Médias diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se uma tendência de aumento na reflectância na faixa de comprimento de onda entre 1400 a 1800 nm, em todos os tratamentos, mesmo desconsiderando o tratamento com solução salina a 6 dS m⁻¹ (Figuras 1 e 2). Esta tendência sugere aumento da reflectância com o aumento da concentração de sais no solo, o que foi observado por Abd-Elwahed (2005). No entanto este autor observou tal fato em toda a região espectral e ressaltou que com

Ce abaixo de 4 dS m^{-1} , a determinação da salinidade pela resposta espectral torna-se mais difícil. Observando-se as médias das Ces para todos os tratamentos (Figura 3), notou-se que foi inferior a este nível. Isto sugere a necessidade de novos eventos de saturação e secamento para maior acúmulo de sais nas amostras.

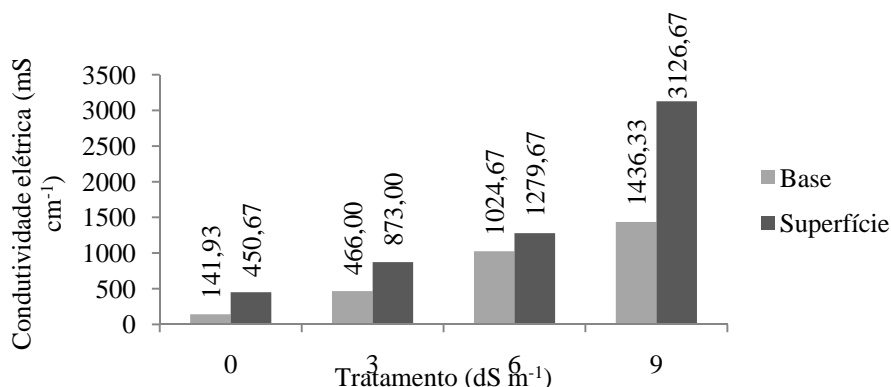


Figura 3. Ce média da solução do solo medida na base e na superfície das amostras de solo, segundo o tratamento adotado.

CONCLUSÃO

A repetição de eventos de saturação e secamento aumentam a concentração de sais nas amostras de solo. Porém, com a metodologia utilizada não foi possível caracterizar, por meio de respostas espectrais, o aumento da concentração de sais no solo tornando a detecção dos diferentes níveis de salinidade quase inviável.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade pela concessão dos recursos necessários a execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-ELWAHED, M. S. Assessment of soil salinity problems in agricultural areas through spatial and temporal remote sensing. Defense of dissertation. The University of Arizona, 2005.
- DALMOLIN, R. S. D. Matéria orgânica e características físicas, químicas, mineralógicas e espectrais de latossolos de diferentes ambientes. 2002, 151f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 2002.
- JÚNIOR, J.O.A.; LACERDA, C.F.; SILVA, F.B.; SILVA, L.B.; GHEYI, H.R. Produtividade do feijão- de – corda em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27,n.3 , p. 702-713, set/dez, 2007.
- MIGUEL; M. R. BOTELHO; DALMOLIN, R. S. D.; RODRIGUES R. B.; PEDRON F. A.; AZEVEDO A. C.; FILHO W. P. Comportamento espectral de algumas classes de solos do rio Grande do Sul
- RHOADES, J.D. ;KANDIAH, A.;MASHALI, A.M, A.Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 48.