



## SALINIZAÇÃO DOS SOLOS E PRÁTICAS AGRÍCOLAS EM COMUNIDADE TRADICIONAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Francelita Coelho Castro<sup>1</sup>  
Antonio Marcos dos Santos<sup>2</sup>  
Flávio Rodrigues do Nascimento<sup>3</sup>  
Jairton Fraga Araújo<sup>4</sup>

### RESUMO

A salinização dos solos é um dos processos de degradação dos solos que atingem diferentes regiões do planeta, mas nesse caso com destaque para as regiões secas. Assim estudar para entender seu dinamismo e a relação das comunidades locais com tal processo de degradação é importante para realização de planejamentos que possam contribuir para evitar o avanço que atualmente apresenta tendência de aumentar. O presente artigo tem como objetivo identificar a presença de sais nos solos a partir da espectroradiometria e avaliar as relações entre práticas agrícolas na comunidade quilombola de Cupira e o acúmulo de sais nas camadas agricultáveis. Para realização deste estudo foram necessárias duas etapas principais de trabalho. A primeira foi realizada em campo com coleta de amostras de solo para verificação da presença ou não de sais e entrevistas semiestruturadas para levantamento do manejo aplicado nas terras da comunidade e a segunda foi a realização de análises espectrais e de condutividade elétrica em diferentes laboratórios. Os resultados mostram a presença de áreas salinizadas na comunidade tradicional causando perda de áreas produtivas e áreas em estado de abandono em decorrência do acúmulo de sais e quanto ao método de análise espectral, esse apresenta boa sensibilidade de aferição de presença de sais, mas ainda precisa de uma melhor adaptação para resultados mais contundentes. As práticas agrícolas aplicadas aos solos da comunidade e a falta de políticas públicas vêm contribuindo ao acúmulo de sais ao solo e o método de análises espectrais precisa de estudos futuros para melhores diagnósticos.

**Palavras-chave:** Agricultura irrigada, Acúmulo de sais, Degradação dos solos, Análises espectrais, Extensão rural.

### RESUMEN

Soil salinization is one of the processes of soil degradation that affect different regions of the planet, but in this case, especially in dry regions. Thus, studying to understand its dynamism and the relationship of local communities with such a process of degradation is important to carry out plans that can contribute to preventing the progress that currently tends to increase. This article aims to identify the presence of salts in soils using spectroradiometric measurements and to evaluate the relationship between agricultural practices in the Quilombola community of Cupira and the accumulation of salts in the arable layers. To carry out this study, two main stages of work were necessary. The first was carried out in the field with the collection of soil samples to verify the presence or absence of salts and semi-structured interviews to survey the management applied in the community's lands and the second was to carry out spectral and electrical conductivity analyzes in different laboratories. The results show the presence of salinized areas in the traditional community causing loss of productive areas and areas in a

<sup>1</sup> Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal do Ceará - UFC, [francelitacastro@gmail.com](mailto:francelitacastro@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [geo\\_fisica@yahoo.com.br](mailto:geo_fisica@yahoo.com.br);

<sup>3</sup> Doutor em Geografia pela Universidade Federal Fluminense - UFF, [flaviorn@yahoo.com.br](mailto:flaviorn@yahoo.com.br);

<sup>4</sup> Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, [jairtonfraga@bol.com.br](mailto:jairtonfraga@bol.com.br);



state of abandonment due to the accumulation of salts. As for the spectral analysis method, it has a good sensitivity for measuring the presence of salts, but it still needs from a better adaptation to more forceful results. Agricultural practices applied to community soils and the lack of public policies have contributed to the accumulation of salts in the soil and the spectral analysis method needs future studies for better diagnoses.

**Palabras clave:** Agricultura de regadío; acumulación de sales; degradación del suelo; análisis espectral; extensión rural.

## INTRODUÇÃO

Os solos apresentam diferentes processos de degradação. A salinização é um desses processos que contribuem para perda de áreas agricultáveis, a qual provoca impactos sobre a organização dos sistemas naturais e socioeconômicos reduzindo os serviços ecossistêmicos dos solos, principalmente nas regiões secas.

A salinização é compreendida como o processo de acumulação de sais solúveis como o magnésio, sódio e cálcio na solução do solo que causa a perda da fertilidade, sendo uma condição que ocorre com predominância em regiões áridas e semiáridas do planeta (TÓTH MONTANARELLA & RUSCO, 2008; GKIOUGKIS *et al.*, 2015; PEDROTTI *et al.*, 2015; RIBEIRO, RIBEIRO FILHO & JACOMINE, 2016).

Estudos apontam que o processo de salinização afeta grandes extensões de solos agricultáveis em todo o planeta prejudicando de forma contundente a produção agrícola. Segundo Pedrotti *et al.*, (2015), existem grandes extensões de terras por todo o planeta com falta de fertilidade causada pelo processo de salinização com uma estimativa de aproximadamente 7,0% de toda superfície terrestre, decorrente tanto de processos devido as características naturais de determinadas regiões e/ou causadas pela ação humana.

Na Austrália Haron e Dragovich (2010), destacam que mais de 2,5 milhões de hectares das terras agricultáveis se encontram salinizadas e os impactos na produção são sentidos pela população. No continente Asiático tem o caso da região do rio Tarim na China que vive uma trágica realidade de abandono de solos antes agricultáveis e comprometimento do ecossistema da bacia hidrográfica causados pelo acúmulo de sais na zona superficial do solo (FAN *et al.*, 2011). E também na China segundo XU *et al.*, (2014), constataram que cerca de 60% da área total de solos antes produtivos na região de agricultura e pastoril local encontram-se degradadas.

Esse tipo de degradação dos solos é apontado como responsável por problemas socioeconômicos também em parte da Europa, atingindo com mais ênfase os países mediterrâneos com uma abrangência de 1,3 milhões de hectares. Tendo como exemplo a Itália



que registra crescimento no quantitativo de solos salinizados nas últimas décadas (SALVATI & FERRARA, 2015).

Na América do Sul existe registros de casos de salinização, como por exemplo no Chile que registra casos de problemas com salinização na região norte do país com acúmulo de sais solúveis como cloretos e sulfatos de sódio, magnésio e cálcio, falta de drenagem, problema que é agravado pela falta de qualidade da água utilizada contendo altos índices de sais. Ao sul do país nas regiões de Atacama e Coquimbo a expansão das culturas de frutas e utilização de sistemas de irrigação modernos como o gotejamento vem favorecendo para o aumento da presença de sais nos solos, e no vale do Copiapó estima-se que já se perdeu cerca de 65% da terras agricultáveis por que estão afetadas pelo processo de salinização (CHILE, 2014).

No Brasil várias regiões registram processo de salinização nos solos como é o caso do Perímetro Irrigado de Ibimirim, estado de Pernambuco, e o Projeto de Irrigação Capoeira, localizado no município de São José do Bonfim, Estado da Paraíba. Além dessas áreas cerca de aproximadamente 30% dos perímetros irrigados da região Nordeste do Brasil, se encontram com problemas salinização (SOUZA, QUEIROZ & GHEYI, 2000; LOPES *et al.*, 2008; VASCONCELOS *et al.*, 2013).

As principais causas do processo de salinização na região do Nordeste brasileiro são decorrentes do favorecimento dos aspectos físicos como por exemplo o clima e as propriedades dos solos. O clima Tropical semiárido tem como características altas temperaturas, altas taxas de evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica que auxilia na não lixiviação dos sais acumulados na zona radicular das plantas. As características físicas dos solos também contribuem com drenagem natural deficiente dentre outras (VASCONCELOS *et al.*, 2013).

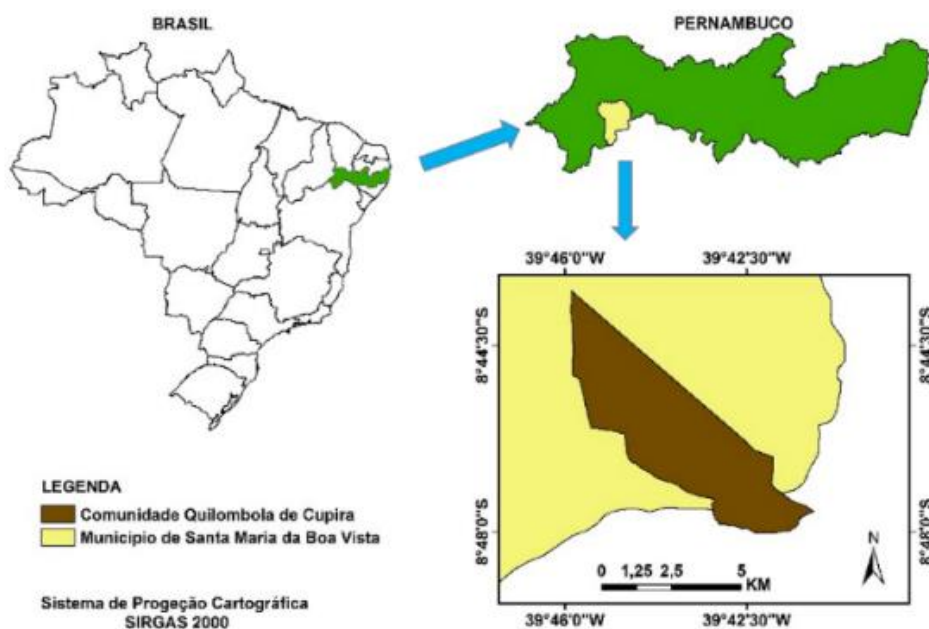
Na região do Vale do São Francisco estudos de Castro e Santos (2015; 2020) apontam para a média e alta susceptibilidade à salinização dos solos em mais da metade do território de municípios da microrregião de Petrolina Pernambuco, como também chamam a atenção para áreas ocupadas por agricultura irrigada com água de poços artesianos que já se encontram salinizadas.

Diante do exposto, apresenta-se a necessidade do uso de métodos eficazes e rápidos para verificação da presença de sais nos solos, assim como correlacionar com as práticas de manejos desenvolvidas pelos agricultores rurais no semiárido brasileiro. Com isto, compreender a dimensão real dos impactos socioeconômicos locais, assim como colaborar com ações que possam reduzir e/ou barrar o processo de salinização dos solos das áreas agricultáveis é importante.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar a presença de sais nos solos a partir da espectroradiometria e avaliar as relações entre práticas agrícolas na comunidade quilombola de Cupira e o acúmulo de sais nas camadas agricultáveis.

A comunidade quilombola de Cupira localizada 14 km do centro urbano do município de Santa Maria da Boa Vista, semiárido do estado de Pernambuco (Figura 1) nas margens do Rio São Francisco, apresentam implicações ambientais quanto a presença de sais solúveis nos solos destinados as práticas agrícolas.

**Figura 1:** Localização da comunidade quilombola de Cupira - Santa Maria da Boa Vista - Pernambuco.



**Fonte:** Castro, Santos e Araújo, (2019).

O desenvolvimento do presente trabalho contou com duas etapas principais de trabalho. A primeira foi realizada em campo com coleta de amostras de solo e entrevistas semiestruturadas e a segunda foi a realização de análises espectrais e de condutividade elétrica em diferentes laboratórios.

Os resultados apontam para detecção de áreas salinizadas na comunidade tradicional causando perda de áreas produtivas em decorrência do acúmulo de sais e quanto ao método de análise espectral, esse apresenta boa sensibilidade de aferição de presença de sais, mas ainda precisa de uma melhor adaptação para resultados mais contundentes.

## METODOLOGIA



Inicialmente, foram realizadas coletas das amostras de solos em cada propriedade, 14 ao todo, seguindo o Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos, desenvolvido por Filizola, Gomes e Souza, (2006) para posteriormente ser analisadas quanto à presença ou não de acúmulo de sais.

Também, foram realizadas entrevistas com agricultores(as) presentes nas propriedades para levantamento das práticas de manejo aplicadas na comunidade, onde foram coletadas as amostras de solo para verificar a presença ou não de sais. Os critérios de escolha dos agricultores e, conseqüentemente das propriedades foi a experiência dos agricultores(as) com o manejo da agricultura irrigada desenvolvida na comunidade, indicação feita pelos representantes da comunidade. Nas entrevistas semiestruturadas foram solicitadas informações referentes ao sistema de irrigação, manejo de adubação, tipos de cultivo, entre outras informações.

Quanto aos aspectos éticos e legais da pesquisa, o projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade do Estado da Bahia, parecer 2.007.840 e todos assinaram o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

As 14 amostras de solos foram submetidas a análises espectrais com base na proposta metodológica de Demattê, Mafra e Bernardes (1998), Pastor *et al.*, (2015). Os materiais foram depositados em lâminas planisféricas, e em seguida, examinadas através do espectroradiômetro IRIS (Infra-Red Intelligent Spectroradiometer) com resolução espectral de 2nm entre 350 e 2450nm. Após análise instrumental, foram geradas curvas espectrais com os valores de reflectância das amostras (quantidade de energia refletida). Assim, quanto menor o volume de energia refletida, maior o quantitativo de sais da amostra na faixa espectral de 1950nm segundo Moreira *et al.*, (2013). Também foram realizadas análises de condutividade elétrica (CE) em todas as amostras de solos.

Os resultados obtidos de CE e espectrais foram comparados através do coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) que mede o sentido e a intensidade da relação linear entre duas variáveis aleatórias.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A salinização é compreendida como o processo de acumulação de sais solúveis como o magnésio e sódio na solução do solo, principalmente os localizados em regiões áridas e semiáridas do planeta. Como consequência tem perda da fertilidade dos solos, (PEDROTTI *et*





*al.*, 2015; GKIOUGKIS *et al.*, 2015; CASTRO, ARAÚJO & SANTOS, 2019) e impactos significativos na produção agrícola das áreas atingidas (GKIOUGKIS *et al.*, 2015).

São dois tipos de salinização, a natural ou primária e a antrópica ou secundária. A primeira ocorre a partir do acúmulo de sais causados por características naturais que contribuem em conjunto para o processo de salinização dos solos, como o elevado teor de sais nos materiais rochosos de origem do solo, ascensão de sais solúveis por ação capilar, áreas baixas que recebem influências da circunvizinhança por drenagem subsuperficial lateral e superficial e altas taxas de evapotranspiração presentes em boa parte das regiões secas (SALVATI & FERRARA, 2015; RIBEIRO, RIBEIRO FILHO & JOCOMINE, 2016).

A salinização antrópica ou secundária, é provocada por ações humanas que favorecem o desenvolvimento do acúmulo de sais solúveis, como o uso de água com teores elevados de sais, superirrigação e/ou ausência de sistemas de drenagens, além da aplicação em excesso de fertilizantes (SALVATI & FERRARA, 2015; SHEN *et al.*, 2016).

A presença em excesso dos sais solúveis ocasiona problemas na disponibilidade de água e de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, por interferir no potencial osmótico, aumento da condutividade elétrica e concentração de ânions dos solos. O alto valor de sódio causa a degradação da estrutura das partículas formadoras do solo provocando intoxicação das plantas, podendo impedir até a germinação das sementes e o crescimento das raízes (VASCONCELOS *et al.*, 2013; RIBEIRO, RIBEIRO FILHO & JOCOMINE, 2016). Esses efeitos negativos as plantas causam prejuízos financeiros e ambientais por que atingem diferentes coberturas das terras, desde de produção agrícolas como também áreas de vegetação natural (SANTOS, SOUZA & CASTRO, 2018).

Como método de análise da salinização dos solos temos as análises químicas e também a avaliação do comportamento da reflectância do solo que é uma propriedade cumulativa derivada do comportamento espectral inerente da combinação heterogênea de seus componentes (MOREIRA *et al.*, 2013).

Como citado anteriormente o processo de salinização tem diferentes causas sendo diferentes características físicas e ações antrópicas e, entender a dinâmica de acúmulo de sais e seus impactos sobre o sistema solo requer uma abordagem que considere os elementos dos sistemas físicos naturais com as interações sociais envolvidas nas práticas agrícolas. Neste contexto a concepção de sistemas ambientais serão essenciais para atingir o objeto deste estudo.

Diferentes sistemas ambientais das regiões secas possuem características que contribuem com o acúmulo de sais nos solos. O clima com suas altas taxas de evapotranspiração, de temperatura e baixa pluviosidade, a estrutura geológica que apresenta em

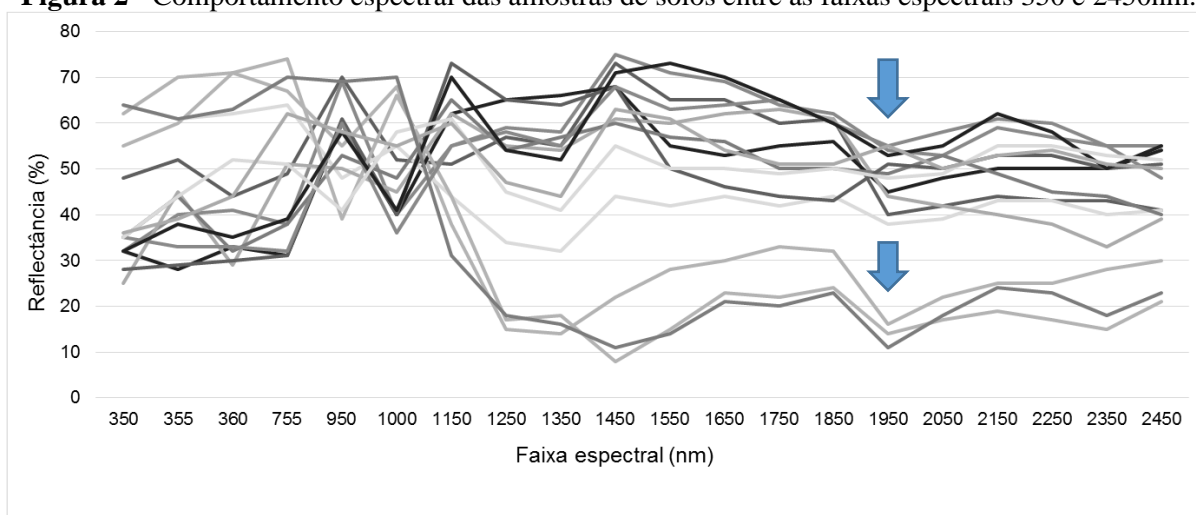


sua composição mineral que quando intemperizados dão origem a solos com presença de sais. Além do relevo que direciona o acúmulo de sais para as áreas mais baixas e planas (CASTRO, ARAÚJO & SANTOS, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de solos possuem comportamento variável ao longo da faixa espectral entre 350 e 2450 (nm) (Figura 2). Porém, Farifteh *et al.*, (2008) destacam que os sais presentes nos solos, a exemplo do cloreto de magnésio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, sulfatos, bicarbonatos, nitratos, entre outros, condicionam a retenção de energia eletromagnética na faixa espectral correspondente a 1950nm.

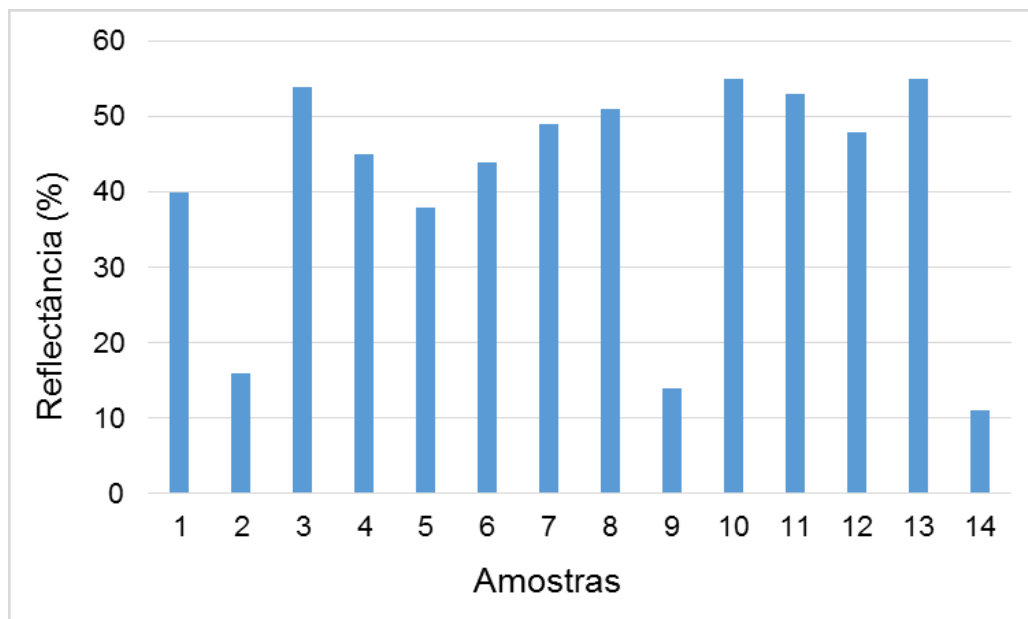
**Figura 2** - Comportamento espectral das amostras de solos entre as faixas espectrais 350 e 2450nm.



**Fonte:** autores (2017).

Avaliando a faixa espectral de 1950nm (Figura 3), as amostras 2, 9 e 14 apresentam as menores reflectâncias, o que indicam presença de sais em grandes quantidades dissolvidos nos solos. As mesmas amostras foram as que apresentaram os valores mais elevados de CE (Quadro 1). Ao aplicar o teste de correlação de Pearson o resultado foi de 80%, boa correlação, o que indica que a faixa espectral de 1950nm é sensível a presença de sais nos solos.

**Figura 3:** Comportamento espectral das amostras de solos na faixa de 1950nm.



Fonte: autores (2017).

**Quadro 1:** Resultados de Condutividade elétrica (CE) das amostras de solo.

Amostras/ propriedades	CE (ds m <sup>-1</sup> )
1	6,8
2	58,6
3	1,07
4	0,9
5	8,29
6	3,89
7	3,69
8	1,1
9	29,84
10	0,87
11	0,47
12	3,02
13	4,37
14	11,43

Fonte: autores (2021).

No entanto, mesmo apresentando boa correlação entre os resultados espectrais da faixa espectral de 1950nm, indicada como mais sensível para detecção de sais e os valores de condutividade elétrica, foi constatado amostras (1 e 5) com condutividade elétrica alta consideradas como solos moderadamente salinos (RICHARDS, 1954) em que os resultados espectrais não apresentaram retenção de energia eletromagnética, sendo assim não apontaram sais nessas amostras.

Quanto as causas que contribuem para o acúmulo de sais nos solos, além das características físicas-ambientais como altas temperaturas, evapotranspiração elevada, solos rasos, maior parte dos solos com horizonte B textural e relevo plano, o manejo agrícola apresenta papel importante.





Nas entrevistas realizadas com os agricultores destaca-se alguns pontos como contribuintes para a quadro atual de salinização dos solos. Das três amostras com menores reflectância, apenas a amostra 9 tem irrigação por microaspersão, no entanto, apresenta mais de 40 anos de cultivo e já foi empregado irrigação por sulco no passado. As outras duas apresentam menos tempo de cultivo e irrigação por sulco durante todo período de exploração. Testezlaf (2017) chama atenção para desvantagens do sistema de irrigação por sulco, os quais favorecem o processo de salinização devido ao acúmulo excessivo de água sobre as superfícies dos solos.

Outros fatores agregados que contribuem para o excesso de salinização. Destacam-se o uso de adubação química, ausência de políticas públicas que desenvolvam ações de suporte aos manejos dos agricultores(as) da comunidade.

A comunidade quilombola de Cupira é formada por pequenos agricultores que produzem apenas através das experiências construídas na prática e a falta de acesso a assistência técnica foi evidente nas entrevistas. Fatores que evidenciam o avanço da salinização sobre as terras agricultáveis da comunidade e, conseqüentemente implicações ambientais e socioeconômicas. Situação que corrobora com Silva e Silva (2015), em que os modelos de agricultura sem planejamento e políticas públicas adequadas as particularidades dos ambientes semiáridos denotam prejuízos aos agricultores envolvidos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento do presente estudo constatou que o manejo aplicado na comunidade Quilombola de Cupira vem auxiliando no desenvolvimento do processo de salinização dos solos. Práticas como o plantio de arroz por inundação em décadas anteriores, o sistema de irrigação por sulco sem assistência técnica adequada e a aplicação de adubação química vem contribuindo para o surgimento de áreas improdutivas em decorrência do acúmulo de sais nos solos.

Quanto ao método de avaliação da presença de sais nos solos por análises espectrais os resultados apontam que para detecção de áreas salinizadas o método de análise espectral apresenta boa sensibilidade de aferição de presença de sais, mas ainda precisa de uma melhor adaptação para resultados mais contundentes.

Observação quanto à comunidade, apesar dos bons resultados de reconhecimento de áreas salinizadas feitas pelos agricultores e de indicarem quais são as práticas que estão contribuindo para o processo de salinização dos solos locais, esses precisam de conhecimentos



técnico-científicos e políticas públicas para resolução ou amenização dos problemas já causados pela salinização e para evitar o seu agravamento.

## REFERÊNCIAS

CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. Susceptibilidade ambiental a salinização das terras em municípios da microrregião de Petrolina - Pernambuco - Brasil. **Caminhos de Geografia**, v.16, n.56, p.160-172, 2015.

CASTRO, F. C.; ARAÚJO, J. F.; SANTOS, A. M. Susceptibility to soil salinization in the quilombola community of Cupira - Santa Maria da Boa Vista - Pernambuco – Brazil. **CATENA**, v.179, p.175-183, 2019.

CASTRO, F.C.; SANTOS, A. M.; ARAÚJO, J. F. A salinização dos solos na concepção da comunidade quilombola de Cupira – Santa Maria da Boa Vista – Pernambuco. **Ateliê Geográfico**, v. 13, n. 3, p. 229-243, 2019.

CASTRO, F.C.; SANTOS, A.M. salinity of the soil and the risk of desertification in the semiarid region. **Mercator**, v. 19, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.4215/rm2020.e19002>.

CHILE. **Suelos para Uso Silvoagropecuário**. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago: MMA, 2014.

DEMATTE, J.A.M., MAFRA, A.L.; BERNARDES, F.F. Comportamento espectral de materiais de solos e de estruturas biogênicas associadas. **Revista Brasileira e Ciências do Solo**, n.22, p.621-630, 1998.

FAN, G. Study on Dynamic Changes of the Soil Salinization in the Upper Stream of the Tarim River Based On RS and GIS. **Procedia Environmental Sciences**, v.23, n.35, p.1135-1141, 2011.

FARIFTEH, J., VAN DER MEER, F., VAN DER MEIJDE, M., ATZBERGER, C. Spectral characteristics of salt-affected soils: a laboratory experiment. **Geoderma**, v.145, p.196–206. 2008.



FILIZOLA, H.F.; GOMES, M.A.F.; SOUZA, M.D. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos**. EMBRAPA: Jaguariúna, 2006.

GKIOUGKIS, I.; KALLIORAS, A.; PLIAKAS, F.; PECHTELIDIS, A.; DIAMANTIS, V.; DIAMANTIS, I.; ZIOGAS, A.; DAFNIS, I. Assessment of soil salinization at the eastern Nestos River Delta, N.E. Greece. **CATENA**, v. 128, p. 238–251, 2015.

HARON, M.; DRAGOVICH, D. Climatic influences on dryland salinity in central west New South Wales, Australia. **Journal of Arid Environments**, V.74, N.10, p.1216-1224, 2010.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. DE; CHAVES, L. C. G. Impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.1, p.34- 43, 2008.

MOREIRA, L., C., J.; TEIXEIRA, A., S.; LEÃO, A., O.; ANDRADE, E., M.; SOTERO, A., R., H.; Características espectrais de solos aluviais submetidos à salinização. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR - Campus Foz do Iguaçu, 2013. **Anais... XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, INPE, p. 8940 – 8947, 2013.

PASTOR, I. M; PEDREÑO, J. N; KOCH, M; GÓMEZ, I. Applying imaging spectroscopy techniques to map saline soils with ASTER images. **Geoderma**, v.158, p.55-65, 2015.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v.19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

RIBEIRO, M. R; RIBEIRO FILHO, M. R; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Orgs.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016, p.9-16.



RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954.

SALVATI, L.; FERRARA, C.; The local-scale impact of soil salinization on the socioeconomic context: An exploratory analysis in Italy. **Catena**, v. 127, p. 312–322, 2015.

SANTOS, A. M.; R. F. SOUZA, R. F.; CASTRO, F. C. Auto-organização da vegetação de caatinga em áreas salinizadas no município de Petrolina-PE. **Scientia Plena**, v.14, p.1-12, 2018. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2018.085401>.

SHEN, W.; NI, Y.; GAO, N.; BIAN, B.; ZHENG, S.; LIN, X.; CHU, H.; Bacterial community composition is shaped by soil secondary salinization and acidification brought on by high nitrogen fertilization rates. **Applied Soil Ecology**, v. 108, p. 76-83, 2016.

SILVA, A., K., O.; SILVA, H., P., B. O processo de desertificação e seus impactos sobre os recursos naturais e sociais no município de Cabrobó – Pernambuco – Brasil. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, v.8, n.1, p. 203-215, 2015.

SOUZA, L. C.; QUEIROZ, J. E.; GHEYI, H. R. Variabilidade espacial da salinidade de um solo aluvial no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.35-40, 2000.

TESTEZLAF, R.; **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Campinas: Unicamp/FEAGRI, 2017, 215p.

TÓTH, G.; MONTANARELLA, L.; RUSCO, E. **Threats to soil quality in europe EUR 23438 - Scientific and Technical Research series**. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2008.

VASCONCELOS, R. R. A.; BARROS, M. F. C.; SILVA, E. F. F.; GRACIANO, E. S. A.; FONTENELE, A. J. P. B.; SILVA, N. M. L.; Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1318–1325, 2013.



XU, D.; CHUNLEI, L.; XIAO, S.; HONGYAN, R. The dynamics of desertification in the farming-pastoral region of North China over the past 10 years and their relationship to climate change and human activity. *Catena*, v.123, p.11-22, 2014.