ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Degradação dos solos por sais em Pernambuco, Brasil¹

Deivide Benicio Soares¹; Ranyére Silva Nóbrega²; Fernando de Oliveira Mota Filho³; Cláudio Roberto Farias Passos⁴; Emanuel Fernando de Andrade Borges Filho⁵

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Autor correspondente: E-mail: deividebenicio@yahoo.com.br; ²Professor do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. E-mail: ranyere.nobrega@ufpe.br; ³Professor aposentado do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. E-mail: fmotafilho@gmail.com; ⁴Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPE. E-mail: cbetopassos@yahoo.com.br; ⁵Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPE. E-mail: efernandogeo@hotmail.com.

Artigo recebido em 04/07/2016 e aceito em 27/11/2016

RESUMO

A degradação da terra pela agricultura é apontada como uma das principais causas da desertificação. No semiárido brasileiro a Caatinga é frequentemente substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto; a exposição do solo favorece a erosão; o cultivo continuado leva à perda da fertilidade; e o mau manejo da irrigação pode levar à salinização. Com o objetivo de avaliar a influência da irrigação no processo de desertificação do município de Cabrobó-PE, foram realizadas coleta de solo e análises da Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes) e da Percentagem de Sódio Trocável (PST). Os resultados indicam que as técnicas de irrigação empregadas, por sulco e/ou por inundação, no cultivo de cebola (*Allium cepa* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.), sem a implantação de um sistema artificial de drenagem, estão conduzindo à elevação dos teores de sais dos solos irrigados.

Palavras-chave: suscetibilidade, salinização, semiárido brasileiro.

Soils degradation by salts in Pernambuco, Brazil

ABSTRACT

Land's degradation by agriculture is identified as a of principal causes of desertification. In the Brazilian semiarid the Caatinga is often replaced by herbaceous or short cycle culture; soil exposure support erosion; continued the cultivation leads to loss of fertility; and the bad management of irrigation that can to lead to salinization. With the objective of to value the influence of irrigation in the process of desertification of municipality Cabrobó – Pernambuco, went achieved collection of soil and or parses of Electrical Conductivity of the saturation extract (ECse) and of Exchangeable Sodium Percentage (ESP). The results indicate that irrigation techniques employed, by furrow and/or flood, in the cultivation of onion (*Allium cepa* L.) and rice (*Oryza sativa* L.), without the implantation of an artificial drainage system are leading to elevation of purports of salts of irrigated soils.

Keywords: susceptibility, salinization, brazilian semiarid.

Introdução

De acordo com o Artigo 1 da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), desertificação significa a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as atividades humanas e as variações climáticas (Matallo Júnior, 2009).

Segundo Matallo Júnior (2001), as terras secas foram as primeiras áreas a serem povoadas da

história, e em muitas delas ergueram-se ricos impérios e majestosas civilizações, mas que no contexto da colonização europeia tornaram-se colônias e se mantiveram em escala de subsistência, com baixos níveis de tecnologia e capitalização. O significado disso foi o atraso tecnológico e um padrão de exploração dos recursos naturais de forma insustentável, o que

¹ Extraído da dissertação de mestrado elaborada pelo primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPE

deve ter contribuído para o desenvolvimento da desertificação em muitas áreas.

De acordo com Adeel et al. (2005), a desertificação é observada em todos os continentes, exceto a Antártida. Este fenômeno ocorre nas terras secas do mundo todo e seus efeitos se experimentam em nível local, regional, nacional e mundial. As terras secas ocupam cerca de 41% da superfície terrestre, onde habitavam, no ano de 2000, mais de dois bilhões de habitantes – um terço da população mundial. Em função de sua escala de abrangência, a desertificação é tema de discussões no âmbito das Nações Unidas, requisitando-se cada vez mais estudos acerca desse fenômeno.

O Brasil está envolvido no debate sobre o processo de desertificação desde o início das discussões. Em 2005 foi publicado o “Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca” (Brasil, 2005).

Entre os estados brasileiros, Pernambuco se tornou pioneiro ao publicar, no ano de 2010, o “Programa de Ação Estadual de Pernambuco para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca” (Pernambuco, 2010). Os esforços de combate à desertificação trazem a necessidade

de se conhecerem suas causas e consequências, informações extremamente necessárias aos gestores e tomadores de decisões, em se tratando de políticas ambientais e de planejamento para a convivência em ambientes suscetíveis à desertificação.

Em vista disso, o objetivo do trabalho é avaliar a influência da agricultura irrigada no processo de desertificação, tomando-se como área de estudo o município de Cabrobó, localizado no sertão de Pernambuco.

Material e métodos

O município de Cabrobó (Figura 1) está localizado na Mesorregião do São Francisco e na Microrregião de Petrolina, no Estado de Pernambuco. Está inserido nas folhas na escala 1:100.000 da SUDENE de Parnamirim, Salgueiro, Chorrochó e Santa Maria da Boa Vista. Possui uma área de, aproximadamente, 1.650 km² e sua sede situa-se a uma cota aproximada de 325 metros e coordenadas geográficas 08°30'43''S e 39°18'24''WGr.

Figura 1. Localização do Município de Cabrobó no Estado de Pernambuco.

O Município situa-se em ambiente de clima semiárido quente do tipo BShw' na classificação de Köppen, vegetação de caatinga, feições de relevo plano da depressão sertaneja com ocorrência de pequenos declives de até 3% e algumas poucas áreas com declividade acentuada que formam, por vezes, cristas bem delimitadas. Os rios são intermitentes, exceto o São Francisco, que banha sua porção meridional.

Em Cabrobó as classes de solo predominantes são os Planossolos e os Luvisolos, solos que apresentam alta suscetibilidade à erosão e elevada concentração natural de sais.

Cabrobó juntamente com os municípios de Belém do São Francisco, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba integra o Núcleo de Desertificação de Cabrobó (Brasil, 2007), em meio às Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASDs) do Estado de Pernambuco (Fig. 2).

Além do núcleo de desertificação de Cabrobó, em Pernambuco, existem outras três áreas que o Ministério do Meio Ambiente do Brasil considera como núcleos de desertificação, a saber: Gilbués, no Piauí; Irauçuba, no Ceará; Seridó, no Rio Grande do Norte (Brasil, 2007).

De acordo com o censo demográfico de 2010, a população do município de Cabrobó era de

30.883 habitantes, com 64,1% da sua população morando no meio urbano. A população urbana ultrapassou a rural somente a partir de 1991, em

virtude de um rápido processo de urbanização como pode ser observado na Tabela 1.

Figura 1. Núcleo de desertificação de Cabrobó em Pernambuco.

Tabela 1. Distribuição da População Residente por situação de domicílio em Cabrobó

Anos	População residente			Grau de Urbanização (%)
	Total	Urbana	Rural	
1970	19.522	5.805	13.717	29,7
1980	20.863	7.991	12.872	38,3
1991	23.965	12.905	11.060	53,8
2000	26.741	15.769	10.972	59,0
2010	30.883	19.811	11.072	64,1

Fonte: IBGE, Censos Demográficos.

Os dados apresentados na Tabela 1 demonstram que a população urbana e a população total do município estão crescendo a partir da década de 1970, enquanto que a população rural está em geral diminuindo.

Mesmo sabendo que a população rural está diminuindo no município de Cabrobó, não se pode afirmar que este fenômeno está sendo provocado pelo processo de desertificação, pois essa migração campo-cidade pode ter ocorrido simplesmente em razão de a cidade ter se tornado mais atrativa economicamente.

A cidade de Cabrobó está crescendo nas direções norte, oeste e leste, exceto na direção Sul, pois nessa porção situam-se o rio São Francisco e a

ilha de Assunção (uma reserva indígena); atravessando o rio chega-se ao Estado da Bahia. A grande concentração da população urbana deve ser entendida de forma absoluta e relativa, pois a densidade demográfica na cidade é de 2.641,5 hab./km², ao passo que o município como um todo apresenta uma densidade de 18,6 hab./km², de acordo com o censo demográfico de 2010.

Apesar do grau de urbanização verificado em Cabrobó, mais da metade das pessoas ocupadas trabalha em atividades agropecuárias (Tabela 2). Isto indica que a maior parte da população procura residência no meio urbano, mas continua trabalhando no campo.

Tabela 2. Pessoas ocupadas, segundo as principais atividades econômicas em Cabrobó, 2000

Atividades econômicas	Total	(%)
Agropecuária	5.249	51,8
Comércio, reparação de veículos, objetos pessoais e domésticos	1.421	14,0
Outras atividades	3.460	34,2
Total	10.130	100,0

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000 – Resultados da Amostra.

Após identificar áreas com características de salinização, mediante a visita aos locais onde se pratica irrigação, foram feitas coletas de solo com profundidade aproximada de 20 cm. Em alguns casos a coleta foi realizada de forma pontual, retirando-se cerca de 1 kg de solo, porém, em outros, adotou-se o processo de coleta em diagonal, numa área de 1 ha, fazendo-se 10 coletas de 1kg no sentido da diagonal do terreno, com espaçamento de vinte metros entre os pontos coletados.

O solo coletado foi devidamente condicionado em saco plástico e conduzido ao Laboratório de Geografia Ambiental (LAGEAM), do Núcleo de Estudos do Meio Ambiente (NEMA), da Universidade Federal de Pernambuco, onde as amostras foram peneiradas e secadas em estufa a temperatura de 60°C por cerca de 12 horas. Em seguida as amostras foram encaminhadas para o Instituto Agrônomo de Pernambuco e o Laboratório de Química do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para passarem pela análise da Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes) e da Porcentagem de Sódio Trocável (PST), pelo método apresentado por Richards (1954).

Ao todo foram realizadas seis coletas, cujas amostras de solos foram classificadas como A1, A2, A3, B1, B2 e B3.

As amostras do “grupo A” foram coletadas em solos do tipo Neossolos Flúvicos (solos de aluvião), na Ilha de Assunção – no Rio São Francisco. A amostra “A1” é de uma área com cobertura de vegetação de Caatinga, nunca cultivada; “A2” e “A3” são amostras de solo de uma área que foi cultivada no passado e que hoje se encontra abandonada, improdutiva, onde as crostas de sal são visíveis na superfície do solo – a amostra “A2” foi coletada na profundidade de 0 a 5cm, enquanto que “A3” foi coletada na profundidade de 5 a 20cm.

As amostras do “grupo B” foram coletadas em solos do tipo Luvisolos. A amostra “B1” foi retirada de um solo com cobertura vegetal de Caatinga; “B2” foi coletada em uma plantação de cebola e a amostra “B3” foi coletada em um terreno que fora cultivado no passado e que está atualmente abandonado/degradado.

Resultados e discussão

No semiárido nordestino, por exemplo, a vegetação nativa arbustiva e arbórea da caatinga é desmatada e substituída por pastos herbáceos ou culturas de ciclo curto. O descobrimento do solo favorece o processo de erosão. O cultivo continuado, com a retirada dos produtos agrícolas e sem reposição dos nutrientes retirados, leva à perda da fertilidade. Nas áreas irrigadas, o uso de águas com teores elevados de sais, o mau manejo dos ciclos de molhamento e a ausência de drenagem podem levar à salinização (Sampaio et al., 2005).

Na região semiárida, onde a evapotranspiração potencial é maior do que a precipitação anual, podem ser encontrados, naturalmente, solos com elevada saturação por sódio. Também, por vezes, são encontrados solos salinos com condutividade elétrica na faixa de 4 a 30 dS/m a 25°C. Em determinados perfis pode ocorrer o caráter de sodicidade e salinidade concomitantemente (Embrapa Solos, 2000). O acúmulo natural de sais é um processo que compromete o uso agrícola dos solos, podendo ser incrementado pelo manejo inadequado da irrigação (Correa et al., 2009).

Na agricultura praticada no município de Cabrobó as lavouras mais expressivas são a cebola (*Allium cepa* L.) e o arroz (*Oryza sativa* L.) em casca, mediante o emprego de técnicas de irrigação que utilizam um grande volume de água, o que se torna um problema, pois essa irrigação não é acompanhada de uma estrutura de drenagem em nenhuma das propriedades rurais visitadas em campo.

A cebola é, em geral, cultivada mediante irrigação por sulco, enquanto que o arroz é cultivado, em Cabrobó, por inundação. A irrigação por inundação consiste no nivelamento do terreno para alagamento ou inundação da área de cultivo de determinadas lavouras, enquanto que a irrigação por sulcos é caracterizada pela condução e distribuição da água através de sulcos ou canais de irrigação localizados entre linhas de plantio das culturas (IBGE, 2006). Estas duas técnicas de irrigação são as mais empregadas no universo dos

imóveis rurais do município, como pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3. Estabelecimentos com área irrigada em Cabrobó, por método utilizado, 2006

Estabelecimentos com Área Irrigada							
Total		Método Utilizado					
		Inundação		Sulcos		Outros	
Estabelecimentos	Área (ha)	Estab.	Área (ha)	Estab.	Área (ha)	Estab.	Área (ha)
823	3 918	254	1 076	588	2 382	110	462

Fonte: IBGE. Censo agropecuário, 2006.

Toda água adiciona sais ao solo, mesmo sendo uma água com baixos teores de sais como a do rio São Francisco (Cordeiro et al., 2001). Esses sais, adicionados pela água, vão se somar àqueles já existentes no solo, bem como àqueles que irão se tornar solúveis a partir do intemperismo químico, intensificado pela maior presença de água. Sem uma boa drenagem dos solos, natural ou artificial, os sais iniciam um processo de acumulação.

No fim da tarde e à noite, as temperaturas em subsuperfície são mais elevadas do que na camada superficial do solo, o que faz com que a água armazenada em profundidade migre para a superfície por capilaridade. Durante o dia a água evapora, liberando o sal que havia sido dissolvido. Por ser um processo diuturno, o sal se acumula ao ponto de, ao se associar com as argilas, formar crostas que diminuem a porosidade/permeabilidade e dificultam a penetração das raízes, além de atingirem valores que, de tão elevados, tornam-se tóxicos e nocivos ao desenvolvimento de diversas espécies vegetais.

Análises de Condutividade Elétrica o Extrato de Saturação (CEes) em diferentes terrenos, irrigados e não irrigados, mostraram que os Luvisolos e os Neossolos Flúvicos irrigados estão afetados por salinidade, quando comparados com solos do mesmo tipo e que nunca foram cultivados.

Com exceção da amostra “B1” na Tabela 4, todos os solos apresentaram caráter sálico, que é a propriedade referente à presença de sais mais solúveis em água fria que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade tóxica à maioria das culturas, expressa por condutividade elétrica no extrato de saturação maior que ou igual a 7dS/m (a 25° C), em alguma época do ano (Embrapa Solos, 2006).

Comparando-se os resultados apresentados na Tabela 4 com a resposta das plantas aos teores de sais solúveis no solo (Tabela 5), verifica-se que, com a exceção da amostra “B1”, todos os solos se enquadram na categoria dos que representam rendimento satisfatório apenas em (ou em poucas) espécies tolerantes ao sal, o que representa uma redução da tolerância para a maioria das culturas e leva o solo a se tornar improdutivo, o que já aconteceu com alguns dos solos analisados, os quais foram simplesmente abandonados e não são mais utilizados economicamente.

A análise da Tabela 4 não deixa dúvidas de que a agricultura irrigada, na forma que está sendo conduzida, sem controle dos ciclos de molhamento e sem uma estrutura de drenagem apropriada, está causando a salinização dos solos no município de Cabrobó. O Luvisolo não cultivado/irrigado (B1), mostrou valores de CEes muito abaixo do que está sendo cultivado com cebola (B2), bem como do que está abandonado/improdutivo (B3).

Tabela 4. Condutividade Elétrica do extrato de saturação para diferentes amostras de solo

AMOSTRAS	CEes (dS/m a 25°C)	
	Mar/2011	Set/2011
A1	18,23	12,59
A2	23,90	63,20
A3	19,20	55,30
B1	0,96	0,59
B2	6,58	13,69
B3	11,02	16,98

Tabela 5. Resposta das plantas em função das medidas dos teores de sais solúveis no solo por condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes)

CEes (dS/m)	Resposta das plantas/culturas
0 – 2	Nenhum ou insignificantes efeitos dos sais
2 – 4	Possível redução de rendimento em espécies sensíveis ao sal
4 – 8	Redução no rendimento de muitas espécies
8 – 16	Rendimento satisfatório apenas em espécies tolerantes ao sal
> 16	Rendimento satisfatório em poucas espécies tolerantes ao sal

Fonte: USA, 2011.

Situação semelhante aconteceu com os solos da classe dos Neossolos Flúvicos, porém nesse caso, mesmo o não-cultivado apresentou o caráter sálico, o que parece ser de cunho natural, em função das características físicas do solo, do material de origem e da sua posição no relevo, quando comparado com as amostras de solo coletadas no terreno que foi cultivado no passado e que está abandonado, onde valores extremamente elevados de CEes foram registrados, e onde os sais formam uma verdadeira crosta na superfície.

As cinco amostras de solo que apresentaram valores elevados de CEes também apresentaram elevado Percentual de Sódio Trocável (PST). A partir da Tabela 6 é possível identificar que a amostra “B3” apresentou o caráter solódico, definido entre 6 e menos de 15% (Embrapa Solos, 2006), enquanto que as outras quatro amostras apresentaram valores acima de 15%, portanto de caráter sódico (Embrapa Solos, 2006).

Tabela 6. Porcentagem de Sódio Trocável para diferentes amostras de solo

Amostras	PST (%) (set/2011)
A1	21,3
A2	42,5
A3	34,4
B2	23,0
B3	9,8

Além da salinidade, a sodicidade representa grandes prejuízos à agricultura, visto que os solos com alta porcentagem de sódio trocável apresentam problemas de permeabilidade e qualquer excesso de água deixará a superfície do solo encharcada, impedindo a germinação das sementes e o crescimento das plantas, por falta de aeração (Dias et al., 2010).

Os problemas de salinidade/sodicidade decorrentes do manejo inadequado da agricultura irrigada não são exclusivos do município de Cabrobó, muito pelo contrário, a degradação do solo pela concentração de sais é verificada em diversas outras áreas irrigadas no semiárido nordestino.

Nos perímetros irrigados do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) havia, em 1999, cerca de 1.654 hectares tidos como área salinizada e outros 1.113 hectares com tendência à salinização (Brasil, 2004). Os problemas de salinização em perímetros irrigados do DNOCS se

tornaram frequentes em virtude de uma série de fatores, como a baixa qualidade da água para irrigação em alguns açudes, o tipo de irrigação adotado, geralmente sulco ou inundação e ausência de sistemas de drenagem (Ribeiro, 2010).

Cordeiro et al (2001) mostram as áreas afetadas por sais em alguns projetos de irrigação do Nordeste do Brasil, destacando que no perímetro de Sumé – PB 61% dos solos estão salinizados, no perímetro Ceraima – BA, 47%, e em Morada Nova – CE, 38%. Circunstância semelhante pode ser observado no Perímetro Irrigado de Manga de Baixo (PIMB) em Belém do São Francisco que integra o núcleo de desertificação de Cabrobó.

Lima et al. (2001) afirmaram que o manejo inadequado das terras e da irrigação foi responsável pela redução do rendimento das culturas e pela degradação dos solos por salinização em aproximadamente 39,48 % dos municípios de São Gonçalo e Baixada de Souza, no estado da Paraíba.

Correa et al. (2009) identificaram indícios de salinização a partir da análise da CEes e da PST em terrenos cultivados por cultura de ciclo curto, com pastagem e nos que foram cultivados e estão abandonados, quando comparados à uma área de vegetação nativa, no perímetro irrigado Icó Mandante, Bloco 3, município de Petrolândia, Pernambuco.

Nos distritos irrigados Baixo Acaraú e Araras Norte, na porção norte do Estado do Ceará, Lopes et al. (2009) encontraram valores de CEes 209,5% mais altos do que em solo com cobertura vegetal nativa.

Para o perímetro irrigado Jabiberi, município de Tobias Barreto, Sergipe, onde se pratica irrigação por sulco, Netto et al. (2006) identificaram problema de salinização e/ou sodificação em 76,5% dos lotes estudados, o que vem comprometendo sua capacidade produtiva.

Conclusões

As técnicas de irrigação empregadas, por sulco e/ou por inundação, em culturas agrícolas como a cebola e o arroz, sem a implantação de um sistema artificial de drenagem, estão conduzindo à elevação dos teores de sais dos solos irrigados.

É imprescindível a realização de outros estudos sobre o processo de desertificação no semiárido brasileiro, no intuito de se oferecerem subsídios às políticas e os planos estaduais e nacionais de combate à desertificação.

Faz-se necessário o uso de técnicas de irrigação mais apropriadas, a fim de minimizar os efeitos da salinização, bem como a adoção de medidas de recuperação dos terrenos degradados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de Mestrado e Doutorado.

Referências

- Adeel, Z., Safriel, U., Niemeijer, D., White, R., 2005. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación - un informe de la EM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio). World Resources Institute, Washington.
- Brasil, 2007. Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil. Brasília, Ministério do Meio Ambiente do Brasil.
- Brasil, 2005. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil. Ministério do Meio Ambiente do Brasil, Brasília.
- Brasil, 2004. Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco: Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - PBHSF (2004-2013). ANA/GEF/PNUMA/OEA, Brasília.
- Cordeiro, G. G.; Mansefú, A. R., 2001. Degradação de terras por salinidade no Nordeste do Brasil e medição instrumental de salinidade. Petrolina-PE, Embrapa Semiárido.
- Correa, R. M., Freire, M. B. G. S., Ferreira, R. L. C., Freire, F. J., Pessoa, L. G. M., Miranda, M. A., Melo, D. V. M., 2009. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online], 33. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n2/08.pdf>. Acesso: 30 nov. 2011.
- Dias, N. S., Blanco, F., 2010. Efeito dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R., Dias, N. S., Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Editora INCT Sal, Fortaleza, pp. 129-141.
- Embrapa Solos, 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- Embrapa Solos, 2000. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- IBGE, 2006. Censo Agropecuário 2006: resultados preliminares. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro,
- Lima, C. O., Barbosa, M. P., Lima, V. L. A., Silva, M. J., 2001. Uso de imagens TM/Landsat-5 e termometria na identificação e mapeamento de solos afetados por sais na região de Sousa, PB. Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online], 5. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v5n2/v5n2a32.pdf>. Acesso: 30 nov. 2011.
- Lopes, F. B., Andrade, E. M., Chaves, L. C. G., Cristomo, L. A., 2009. Avaliação da condutividade elétrica do solo dos perímetros irrigados da Bacia do Acaraú, Ceará. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, [online], 32. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/661079/1/AT09075.pdf>. Acesso: 20 set. 2011.
- Matallo Júnior, H., 2001. Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas. UNESCO, Brasília.

- Matallo Júnior, H., 2009. Glossário de Termos e Conceitos usados no Contexto da UNCCD. Ministério do Meio Ambiente do Brasil, Brasília.
- Netto, A. O. A., Machado, R., Barreto, M. C. V., 2006. Diagnóstico do processo de salino-sodificação no perímetro irrigado Jabiberi – SE. Irriga 11, 448-459.
- Pernambuco, 2010. Programa de Ação Estadual de Pernambuco para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-PE. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Recife.
- Ribeiro, M. R., 2010. Manejo do solo e da água em perímetros irrigados da região Nordeste do Brasil. In: Prado, R. B., Turetta, A. P. D., Andrade, A. G. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, pp. 171-180.
- Richards, L. A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. [Livro eletrônico] Washington, USDA. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/53102000/hb60_pdf/hb60completec.pdf. Acesso: 29 Nov. 2011.
- Sampaio, E. V. S. B., Araújo, M. S. B., Sambapio, Y. S. B., 2005. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. Revista de Geografia 22, 90-112.
- USA, 2011. Measurement of soluble Salts. [online] Disponível em: http://www.nm.nrcs.usda.gov/technical/handbooks/iwm/NM_IWM_Field_Manua/Section08/8g-Measurement_of_soluble_Salts.pdf. Acesso: 28 nov. 2011.