

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

## “Avaliação da condutividade elétrica do solo dos perímetros irrigados da Bacia do Acaraú, Ceará”

**FERNANDO BEZERRA LOPES<sup>(1)</sup>, EUNICE MAIA DE ANDRADE<sup>(2)</sup>, LUIZ CARLOS GUERREIRO CHAVES<sup>(3)</sup> & LINDBERGUE ARAUJO CRISOSTOMO<sup>(4)</sup>**

**RESUMO** - O objetivo deste estudo foi avaliar o risco de salinidade no solo pelo manejo da irrigação, em dois distritos de irrigação da bacia do Acaraú, Ceará. O estudo foi desenvolvido em duas áreas localizadas na bacia hidrográfica do Acaraú, ao norte do Estado do Ceará, correspondendo aos Distritos Irrigados Baixo Acaraú (DIBAU) e Araras Norte (DIPAN). Para o DIBAU, foram coletadas amostras de solo em uma área explorada com a cultura da bananeira (*Musa sp*), variedade Prata e no DIPAN, foram coletadas amostras de solo em uma área explorada com a cultura da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Benitaka. Em ambos, utilizou-se a irrigação por microaspersão. No DIBAU, com exceção da camada mais profunda, a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação mostrou-se significativa. No DIPAN a diferença entre as médias da Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes) da área irrigada e da mata nativa variou de 209,5% na camada superior a 195,5% na última camada, sugerindo o maior acúmulo de sais está na camada superior e expressando a necessidade de uma mudança no manejo da irrigação adotado. No DIBAU, a precipitação levou a área irrigada à condição de mata nativa, e no DIPAN, a pluviosidade não foi suficiente para lixiviar os sais adicionados ao solo pelo manejo da irrigação. Mesmo com os maiores incrementos de CEes nas camadas superiores, no DIPAN, Ceará, os solos do perímetro apresentaram um maior risco de salinidade em todas as camadas estudadas.

**Palavras-Chave:** (solo; salinidade; irrigação)

### Introdução

O crescimento, em larga escala, da agricultura irrigada nas regiões secas do globo promoveu a substituição de áreas com baixas taxas de evapotranspiração por altas taxas, em uma superfície de, aproximadamente, 110 milhões de hectares, [1]. Tal ação resulta no aumento das concentrações de sais no solo que, muitas vezes, vão além da capacidade de suporte do recurso. Este problema ocorre principalmente em regiões áridas e/ou semi-áridas, onde a precipitação anual não garante uma lavagem dos

sais acumulados. Assim, a lavagem dos sais na zona radicular deve ser conduzida para manter a concentração salina do solo em um nível aceitável [2]. Já em regiões onde a precipitação é relativamente alta, a estação chuvosa pode assegurar a lavagem dos sais [3,4].

Pesquisadores como SMEDEMA & SHIATI [5] afirmam que, mesmo em uma visão conservacionista, de três a cinco toneladas de sais são adicionadas por hectare irrigado por ano, nas regiões secas do globo.

A solução do solo nas áreas irrigadas apresenta, de forma geral, um nível de salinidade superior ao da água de irrigação, devido aos sais solúveis existentes no solo, principalmente na camada superior [3]. Em áreas irrigadas, o processo de salinização pode acontecer mesmo em solos com boas características, em especial, nas situações em que não exista um manejo de solo e água adequado para cada situação [6].

Nos solos que apresentam elevada concentração salina, existe uma dificuldade para o crescimento radicular, absorção de água devido ao potencial osmótico e o desbalanceamento geral entre os nutrientes. Há, também, a toxidez resultante da concentração salina e dos íons específicos.

O objetivo deste estudo foi avaliar o risco de salinidade no solo pelo manejo da irrigação, através do incremento no valor de CEes de uma área irrigada em relação a uma área de mata nativa, como também o efeito da chuva na lixiviação destes sais, ao longo do período estudado, em dois distritos de irrigação da bacia do Acaraú, Ceará.

### Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido em duas áreas localizadas na bacia hidrográfica do Acaraú, ao norte do Estado do Ceará (Figura 1), correspondendo aos Distritos Irrigados Baixo Acaraú (DIBAU) e Araras Norte (DIPAN). Em ambos os Perímetros as amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-30; 0,30-0,60; 0,60-0,90 e 0,90-1,20 m e conduzidas ao Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical para realização das análises.

No DIBAU a área é explorada com a cultura da bananeira (*Musa sp*), variedade Prata, irrigada por microaspersão e que se encontrava, no início do estudo,

<sup>(1)</sup> Graduado em Recursos Hídricos e Irrigação, M.Sc. Irrigação e Drenagem, Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola – UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3366 9762, bolsista da CAPES. [lopesfb@yahoo.com.br](mailto:lopesfb@yahoo.com.br)

<sup>(2)</sup> Eng. Agr<sup>a</sup>, Ph.D., Prof<sup>a</sup> do Depto. de Eng. Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE, [andrade@ufc.br](mailto:andrade@ufc.br)

<sup>(3)</sup> Graduado em Recursos Hídricos/Irrigação, M.Sc. Irrigação e Drenagem, Bolsista do CNPq, [luiscarlosguerreiro@yahoo.com.br](mailto:luiscarlosguerreiro@yahoo.com.br)

<sup>(4)</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup> Ph.D., Pesquisador da EBRAPA/CNPAT, Fortaleza, CE, [lindberg@cnpat.embrapa.br](mailto:lindberg@cnpat.embrapa.br)

Apoio financeiro: CNPq.

com 12 meses de exploração. Esta área é caracterizada como lote de Pequeno Produtor Qualificado, 8,0 hectares. O Distrito de Irrigação Baixo Acaraú dista aproximadamente 220 km de Fortaleza e está situado entre as coordenadas 03° 01' e 03° 22' Sul e entre os paralelos 40° 01' e 40° 22' Oeste. A região apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, clima do tipo Aw' (Tropical Chuvoso) com chuvas de outono e temperatura média mensal do mês mais frio, sempre superior a 18°C. Apresenta ainda evapotranspiração anual de 1.600 mm e velocidade média dos ventos de 3,0 m s<sup>-1</sup>. Em geral, os solos do DIBAU são profundos, bem drenados, de textura leve e alta permeabilidade. Predominantemente, estes pertencem às classes dos Argissolos, Latossolos e Neossolos [7].

No DIPAN, foram coletadas amostras de solo, seguindo as mesmas profundidades do DIBAU, em uma área explorada com a cultura da videira (*Vitis vinifera* L.), variedade Benitaka, e que se encontrava no início deste estudo, com 2 anos de exploração. Esta área é classificada como um lote de categoria Técnico Agrícola, com área total de 11,0 ha. Este distrito dista, aproximadamente, 300 km de Fortaleza e situa-se entre as coordenadas 4° 04' e 4° 13' Sul e 40° 28' e 40° 36' Oeste (Figura 1). A região apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, clima do tipo BSw'h', semi-árido quente com chuvas de verão-outono, excedendo 750 mm. A evapotranspiração anual é em torno de 1.942 mm e velocidade média dos ventos de 0,58 m s<sup>-1</sup>. Segundo CARNEIRO NETO [8], o DIPAN encontra-se principalmente sobre mancha de solos Bruno Não Cálcicos (Luvisolos) e, uma parcela mínima sobre o Latossolo Vermelho-Amarelo (Latossolos). A caracterização da qualidade da água utilizada na irrigação no período em estudo encontrara-se na Tabela 1.

## Resultados e discussão

As variações espaço-temporais da Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes) para todas as camadas, além das precipitações pluviométricas ocorridas ao longo do período estudado podem ser observadas nas Figuras 2 e 3 para o DIBAU e DIPAN, respectivamente.

Através da Figura 2B, verifica-se que, de um modo geral, houve aumento na concentração dos sais totais, da área irrigada em relação à mata nativa, ao longo do período estudado nos solos do Baixo Acaraú. Foi observado também que no período chuvoso do ano de 2004, houve uma redução nos valores da CEes, onde os valores da área irrigada se equivaleram aos da mata nativa, diferentemente dos valores observados nos outros períodos de monitoramento. Tal fato é explicado pela lixiviação dos sais adicionados ao solo da área irrigada, em decorrência do total de chuva precipitada neste ano, a qual atingiu 1.053,50 mm, sendo, portanto, 17% superior a média anual da região. Além disso, 66% do total de chuva precipitada (596,00 mm)

ocorreu em apenas um mês, janeiro de 2004 (Figura 2A), promovendo, assim, a lixiviação dos sais. Estes resultados estão de acordo com Ben-Hur et al, [9], os quais observaram que a lixiviação no perfil do solo é maior quando uma dada altura pluviométrica, que normalmente precipitaria em longo período de tempo, concentra-se em curto espaço de tempo.

Para os anos seguintes verificou-se, de uma maneira geral, que os valores da CEes voltam a crescer, tornando-se equivalentes ou superiores àqueles observados em 2003. Tal fato pode ser atribuído à adição de sais, tanto pelo manejo da irrigação, como pela utilização de adubos químicos, como fonte de nutrientes para as plantas, por ocasião das adubações. Outro fator determinante para a elevação deste incremento foi o total precipitado e a distribuição dos eventos nos anos de 2005, 2006 e 2007 não promovendo a lixiviação de sais, na mesma intensidade que ano de 2004.

Foi registrado, também, um acréscimo no valor da CEes nas camadas mais profundas (0,60 a 0,90 e 0,90 a 1,20 m). Essa concentração mais elevada nas camadas mais profundas confirma a ação das chuvas na lixiviação dos sais adicionados ao solo pelo manejo da irrigação no DIBAU e o uso excessivo de uma lâmina de irrigação, haja vista, as maiores concentrações ocorrerem nos meses de setembro e novembro de 2007.

A estatística dos valores da CEes para a área irrigada e a mata nativa durante o período estudado para o DIBAU estão presentes na Tabela 2. Com exceção da camada mais profunda a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação mostrou-se altamente significativa, expressando a necessidade de uma mudança no manejo da irrigação adotado. As diferenças de maior significância foram registradas nas camadas de 0,60 a 0,90 m e 0 a 0,30, ( $t > 2,5$ ). Este fato é explicado pela ação da evaporação, promovendo um acúmulo de sais na superfície além da presença de um maior percentual de argila nas profundidades superiores a 0,60 m.

O maior incremento de sais totais adicionado ao solo irrigado foi registrado no DIPAN na camada 0 a 0,30 m (Figura 3B) em julho de 2005. Para o referido período foi observado uma CEes de 1,96 dS m<sup>-1</sup>, enquanto na mata nativa o valor equivalente foi de 0,16 dS m<sup>-1</sup>, representando assim um incremento de 1.125%. Tal fato pode ser explicado pelo manejo de irrigação adotado com o uso de fertilizantes minerais ricos em sais como os cloretados e nitrogenados, uma vez que a água empregada na irrigação foi classificada como C<sub>1</sub>S<sub>2</sub>. Observações semelhantes foram efetuadas por D'Almeida [10], Meireles et al. [2] e Andrade et al. [4] em pesquisas realizadas nas áreas irrigadas no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi.

Os valores da CEes para as profundidades de 0,30 a 0,60 m; 0,60 a 0,90 m e 0,90 a 1,20 m podem ser vistos nas Figuras 3C, 3D e 3E, respectivamente. Observa-se através das mesmas que ocorreu adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação, também, para as camadas inferiores em relação aos sais contidos no solo da mata nativa. Porém, as flutuações nas duas camadas inferiores foram menores do que nas camadas de 0 a 0,30 m e de 0,30 a 0,60 m. Constatou-se ainda uma movimentação dos sais

provenientes dessas duas camadas em direção às camadas de 0,90 a 1,20 m entre os meses de julho de 2005 e setembro de 2005. Isso deve ter ocorrido em consequência da aplicação de lâmina de irrigação excessiva, uma vez que não ocorreu precipitação pluviométrica neste período.

As maiores concentrações de sais na camada superior são decorrentes das altas taxas de evaporação presentes nas regiões semi-áridas, que promovem a ascensão capilar e geram deposições de sais na camada superficial do solo. Meireles et al. (2003) observou em áreas irrigadas no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodí que os maiores valores de CEes foram encontrados na camada superficial. Durante a estação chuvosa de 2004, registrou-se uma lixiviação dos sais acumulados na camada superficial, levando o *status* salino do solo na área cultivada próximo à condição de mata nativa, onde se concentraram as maiores precipitações pluviométricas.

A estatística dos valores da CEes para a área irrigada e a mata nativa durante o período estudado para o DIPAN estão presentes na Tabela 3. Em todas as camadas monitoradas a adição de sais ao solo pelo manejo da irrigação foi altamente significativa, expressando a necessidade de uma mudança no manejo da irrigação adotado.

A diferença entre as médias da CEes da área irrigada e da mata nativa variou de 209,5% na camada superior a 195,5% na última camada, sugerindo um maior acúmulo de sais está na camada superior. Quanto ao desvio padrão dos valores de CEes na área irrigada, o maior valor ocorreu na camada superior, indicando que na mesma, os sais apresentaram maior variação em torno do valor médio. Esse fato é compreensível visto ser esta, a camada que está sujeita à ação direta do manejo da irrigação e conseqüente aplicação dos fertilizantes minerais.

### Conclusões

1. No DIBAU, a precipitação levou a área irrigada à condição de mata nativa, e no DIPAN, a pluviosidade não foi suficiente para lixiviar os sais adicionados ao solo pelo manejo da irrigação.
2. Os maiores incrementos de CEes manifestaram-se nas camadas superiores, no DIPAN, Ceará.
3. Os solos do DIPAN apresentaram um maior risco de salinidade em todas as camadas estudadas.

### Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

### Referências

- [1] WICHELNS, D., et al. Evaluating the impact of irrigation and drainage policies on agricultural sustainability. *Irrigation and Drainage Systems*, v.16, p.1-14, 2002.
- [2] MEIRELES, A. C. M., et al. Avaliação do impacto da fertirrigação em cambissolos na chapada do Apodi, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.34, n.2, p.207-212, 2003.
- [3] BEN-HUR, M., et al. Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water under high water table conditions. *Soil Science American Journal*. Madison. USA, v.65, n.1, p.191-198, 2001.
- [4] ANDRADE, E. M., et al. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v. 35, n.1, p.9-16, 2004.
- [5] Smedema, L. K.; Shiati, K. Irrigation and salinity: a perspective review of the salinity hazards of irrigation development in the arid zone. *Irrigation and Drainage Systems*, Netherlands, v.16, n.2, p.161-174, 2002.
- [6] ANDRADE, E. M.; D ALMEIDA, D. M. B. A. A Irrigação e os Riscos de Degradação dos Recursos Naturais. In: ROSA, M. F; GONDIM, R. S; FIGUEREDO, M. C. B. de. *Gestão Sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará*. Fortaleza: Embrapa, 2006. cap. 9, p.221-244.
- [7] EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- [8] CARNEIRO NETO, J. A. *Índice de sustentabilidade ambiental para os perímetros irrigados Ayres de Sousa e Araras Norte*. 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- [9] Ben-Hur, M., et al. Compaction, aging and raindrop-impact effects on hydraulic properties of saline and sodic vertisols. *Soil Science America Journal*, Madison, v. 62, n.5, p.1377-1383, 1998.
- [10] D'ALMEIDA, D. M. B. A. *Risco de salinização de um cambissolo na Chapada do Apodi – CE*. Fortaleza, 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

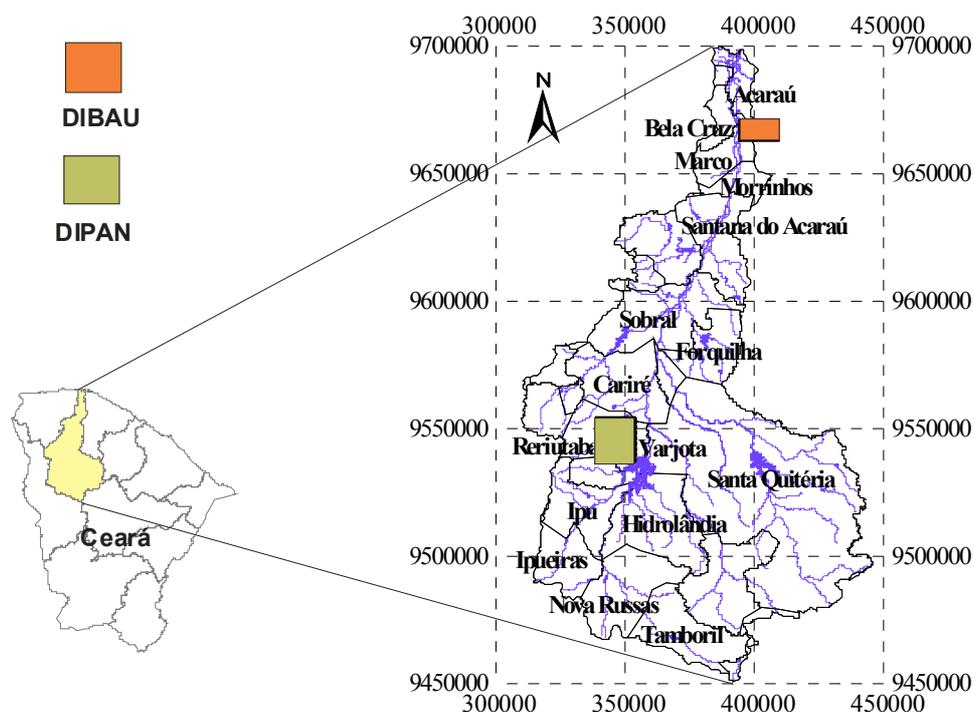


Figura 1 – Localização do DIBAÚ e do DIPAN na Bacia do Acaraú, Ceará

Tabela 1 – Valores médios da análise das águas no período de estudo, com respectiva classificação

Fonte Hídrica	CE	RAS <sup>0</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>0</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Classe
	dS m <sup>-1</sup>	-	mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup>						-	
Açude Paulo Sarasate	0,20	1,14	1,06	0,18	1,27	0,47	0,77	1,35	0,08	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>
Barragem Santa Rosa	0,29	1,54	1,51	0,17	1,30	0,62	1,41	1,46	0,14	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>

RAS<sup>0</sup> (RAS corrigida) e Ca<sup>0</sup> (Cálcio corrigido) de acordo com University of Califórnia Committee of Consultants – UCCC

Tabela 2 - Comparação de médias da CE do solo entre a área irrigada e mata nativa para o período em estudo do DIBAÚ

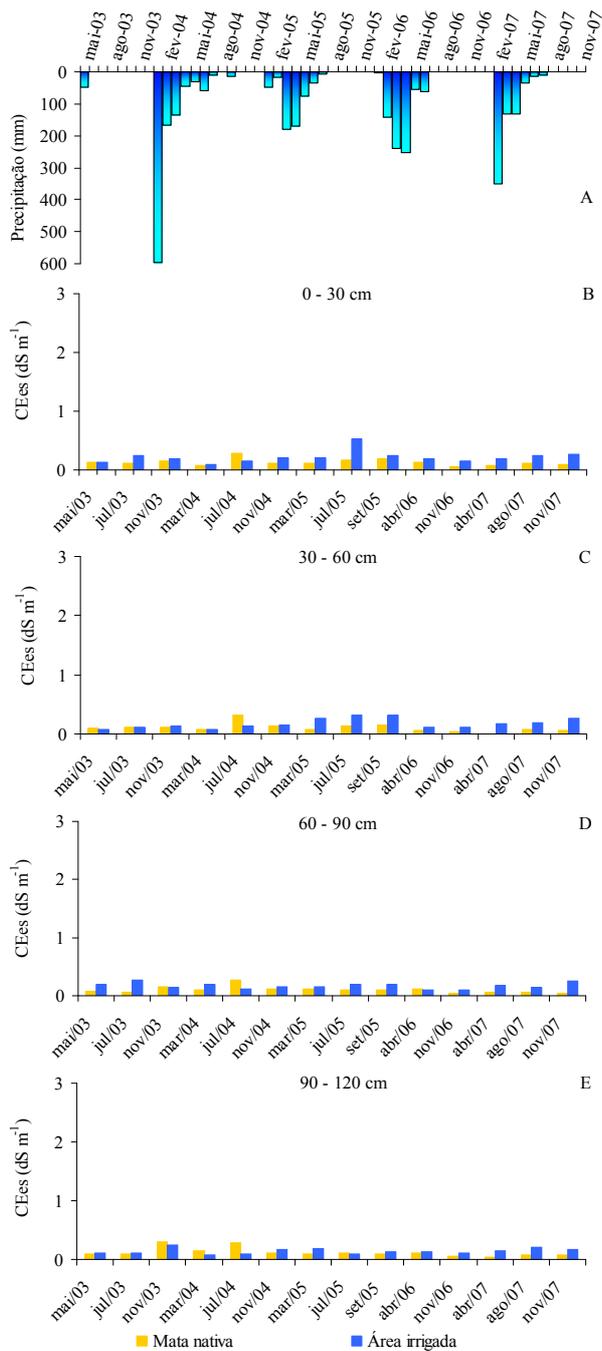
Camada (m)	Local	n	Média	Desvio Padrão	t	Sig (bilateral)**
0 a 0,30	AI <sup>1</sup>	14	0,219	0,100	2,896	0,009
	MN <sup>2</sup>	14	0,129	0,059		
0,30 a 0,60	AI	14	0,171	0,084	2,290	0,031
	MN	14	0,105	0,069		
0,60 a 0,90	AI	14	0,165	0,050	3,324	0,003
	MN	14	0,097	0,058		
0,90 a 120	AI	14	0,144	0,050	0,862	0,397
	MN	14	0,123	0,075		

<sup>1</sup>AI: Área irrigada; <sup>2</sup>MN: Mata nativa; \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

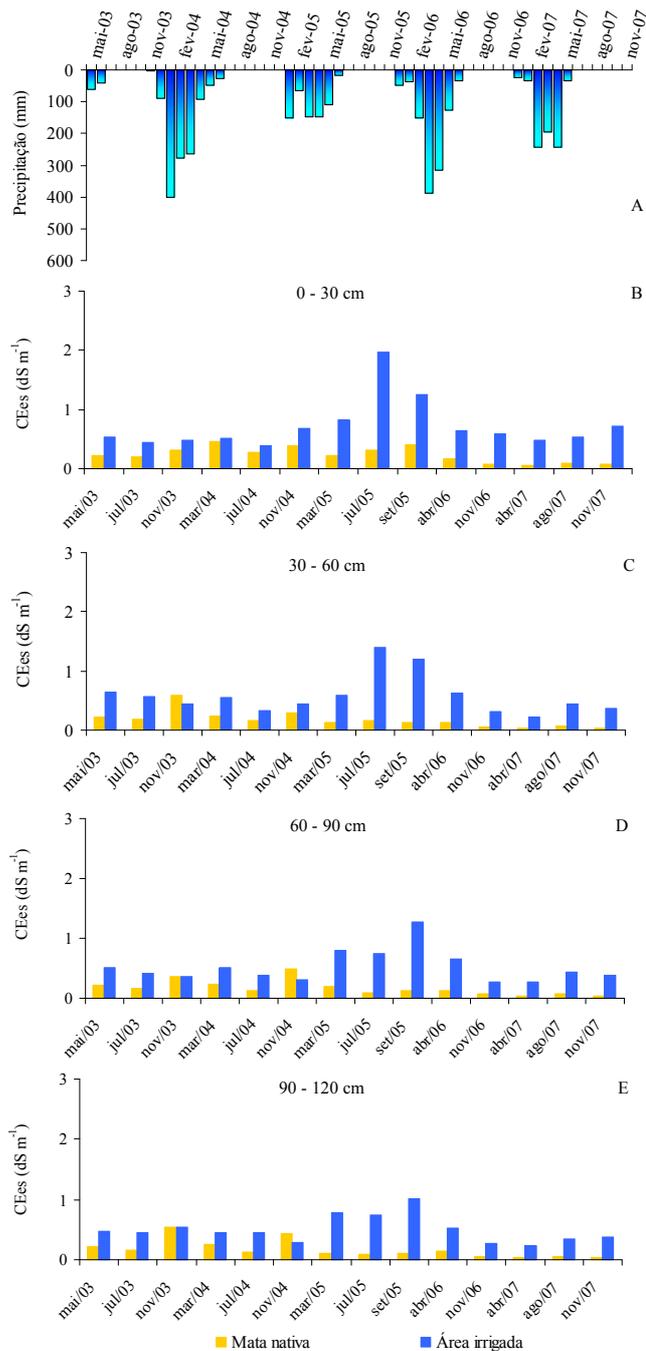
Tabela 3 – Comparação de médias da CE do solo entre a área irrigada e mata nativa para o período em estudo do DIPAN

Camada (m)	Local	n	Média	Desvio Padrão	t	Sig (bilateral)**
0 a 0,30	AI <sup>1</sup>	14	0,718	0,418	4,136	0,001
	MN <sup>2</sup>	14	0,232	0,133		
0,30 a 0,60	AI	14	0,584	0,329	4,235	0,001
	MN	14	0,178	0,143		
0,60 a 0,90	AI	14	0,525	0,272	4,475	0,000
	MN	14	0,166	0,126		
0,90 a 120	AI	14	0,498	0,217	4,633	0,000
	MN	14	0,169	0,152		

<sup>1</sup>AI: Área irrigada; <sup>2</sup>MN: Mata nativa; \*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.



**Figura 2** – Variação temporal da CE do extrato solo:água 1:1 das áreas estudadas no DIBAU, Ceará



**Figura 3** – Variação temporal da CE do extrato solo:água 1:1 da área estudada no DIPAN, Ceará