



## XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

# **DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO E DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM UM VALE ALUVIAL NO NORDESTE BRASILEIRO**

*Ailton Alves de Carvalho<sup>1</sup>; Abelardo Antônio de Assunção Montenegro<sup>2</sup>; Robertson Valério de Paiva Fontes Júnior<sup>3</sup>, Carollyna Helen da Silva Fragoso<sup>4</sup> & Pedro Antônio de Arruda Veloso<sup>5</sup>*

**RESUMO** – Os vales aluviais do semiárido brasileiro apresentam elevado potencial para agricultura familiar que utiliza a irrigação. No entanto, essas áreas de cultivo apresentam alta susceptibilidade a processos de acúmulo de sais, requerendo o monitoramento contínuo do nível do lençol freático, da salinidade e das variáveis climáticas. Neste contexto, este trabalho busca avaliar: (1) o efeito da precipitação, no nível do lençol freático e na condutividade elétrica da água; (2) o efeito da condutividade elétrica no período de 1 ano de dados no vale aluvial do Rio Ipanema, no semiárido pernambucano. O estudo foi realizado na Bacia do Riacho Mimoso, sub-bacia do Alto Ipanema localizada no município de Pesqueira, PE. Os dados de condutividade elétrica e nível do lençol freático foram submetidos a análise descritiva e comparado com a precipitação entre datas de leitura para avaliação da correlação temporal. O nível do lençol freático no início de 2015 apresentou valores maiores em relação ao início de 2016. A condutividade elétrica apresentou baixa variação ao longo do estudo, com valores mais elevados de março a agosto de 2015, em resposta a elevação da precipitação neste período.

**ABSTRACT**– The alluvial valleys of the Brazilian semiarid region have high potential for family farming using irrigation. However, these areas of cultivation have a high susceptibility to salt accumulation processes, and to avoid this problem is essential for the continuous monitoring of the

1) Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE/PGEA: Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife, e-mail: ailtonalvesst@hotmail.com

2) Dr. Professor, DEAGRI /UFRPE: Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife. E-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br

3) Doutorando em Engenharia Agrícola, UFRPE/PGEA: Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife, e-mail: rr\_fontes@hotmail.com

4) Graduanda em Engenharia Agrícola, DEAGRI /UFRPE: Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife. E-mail: carollyna.fragoso@gmail.com

5) Graduando em Engenharia Agrícola, DEAGRI /UFRPE: Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife. E-mail: pedropaav@gmail.com

water table, salinity and climate variables. In this context, the work seeks to assess: (1) the effect of rainfall, the groundwater level and the electrical conductivity; (2) evaluate the effect of electrical conductivity in the period of 1 year in the alluvial valley of Ipanema River in the Brazilian semiarid region. The study was conducted in the MimosoBasin, sub basin of the Upper Ipanema Catchment, located in the municipality of Pesqueira, PE. Electrical conductivity and water table level data weresubmitted to descriptive analysis and compared with meteorological variables and between reading dates for evaluation of temporal correlation. The groundwater level in early 2015 showed a higher level compared to the beginning of 2016. Electrical conductivity shows little variation throughout the studied period, with higher values from March to August 2015, in response to high rainfall events in this period.

**Palavras-Chave** – Salinidade, agricultura familiar, água subterrânea.

## INTRODUÇÃO

Os vales aluviais do Semiárido brasileiro apresentam elevado potencial para agricultura familiar que utilizam a irrigação. No entanto, essas áreas de cultivo, apresentam alta susceptibilidade a processos de acúmulo de sais, tanto na zona não-saturada quanto na saturada (Montenegro & Montenegro, 2006).

Para evitar o acúmulo de sais no solo, é essencial o monitoramento contínuo do nível do lençol freático e da salinidade. Essa temática torna-se preocupante, devido à expansão da agricultura irrigada que provoca um elevado consumo de água sem adoção de medidas de gestão, provocando risco de degradação dos recursos naturais disponíveis. Além do mais, no Nordeste brasileiro o elevado déficit hídrico contribui significativamente para o incremento da salinidade da água e solo nas áreas irrigadas (Montenegro *et al.*, 2013).

As águas subterrâneas do semiárido brasileiro em muitas situações apresentam restrição para sua utilização para consumo humano e atividades rurais, devido a salinidade elevada (Montenegro *et al.*, 2003), proveniente de efeitos naturais e antropogênicos incluindo clima local, material de origem, solo e práticas de irrigação (Silva *et al.*, 2014).

Normalmente, a qualidade da água subterrânea quanto à salinidade nos vales aluviais, apresenta grande variação ao longo do tempo, pois é influenciada pelos condicionantes edafoclimáticas, seja pela altura do lençol freático, seja pelo efeito da diluição dos sais pela recarga pluviométrica ou pelo efeito da evapotranspiração acentuada (Andrade *et al.*, 2012). Neste contexto, o trabalho busca avaliar: (1) o efeito da precipitação, no nível do lençol freático e na condutividade elétrica da água; (2) o efeito da condutividade elétrica no período de 1 ano de dados no vale aluvial do Rio Ipanema, no semiárido pernambucano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Bacia do Riacho Mimoso, subbacia do Alto Ipanema localizada no município de Pesqueira, Região do Agreste Pernambucano (Figura 1). O aquífero apresenta profundidade média de 10 m e 15 km de extensão (Fontes Júnior *et al.*, 2012). O clima é do tipo BSsh (extremamente quente, semiárido) de acordo com a classificação de Köppen, com pluviometria média anual de 607 mm (Santos *et al.*, 2012). A área de estudo é relativamente plana e possui uma malha de poços de bombeamento e piezômetros georreferenciados. Cada piezômetro possui cerca de 6 m de profundidade e 75 mm de diâmetro.

O monitoramento do vale é realizado mensalmente desde 1995, com leituras de nível do lençol freático nos piezômetros e de condutividade elétrica. Ao todo são monitorados os níveis do lençol freático e coleta-se água para avaliação da condutividade elétrica de 96 piezômetros. Para o devido estudo foram utilizados dados de 19 poços e 15 piezômetros, pois, os demais encontram-se secos. A série analisada foi de fevereiro de 2015 ao mesmo mês de 2016.

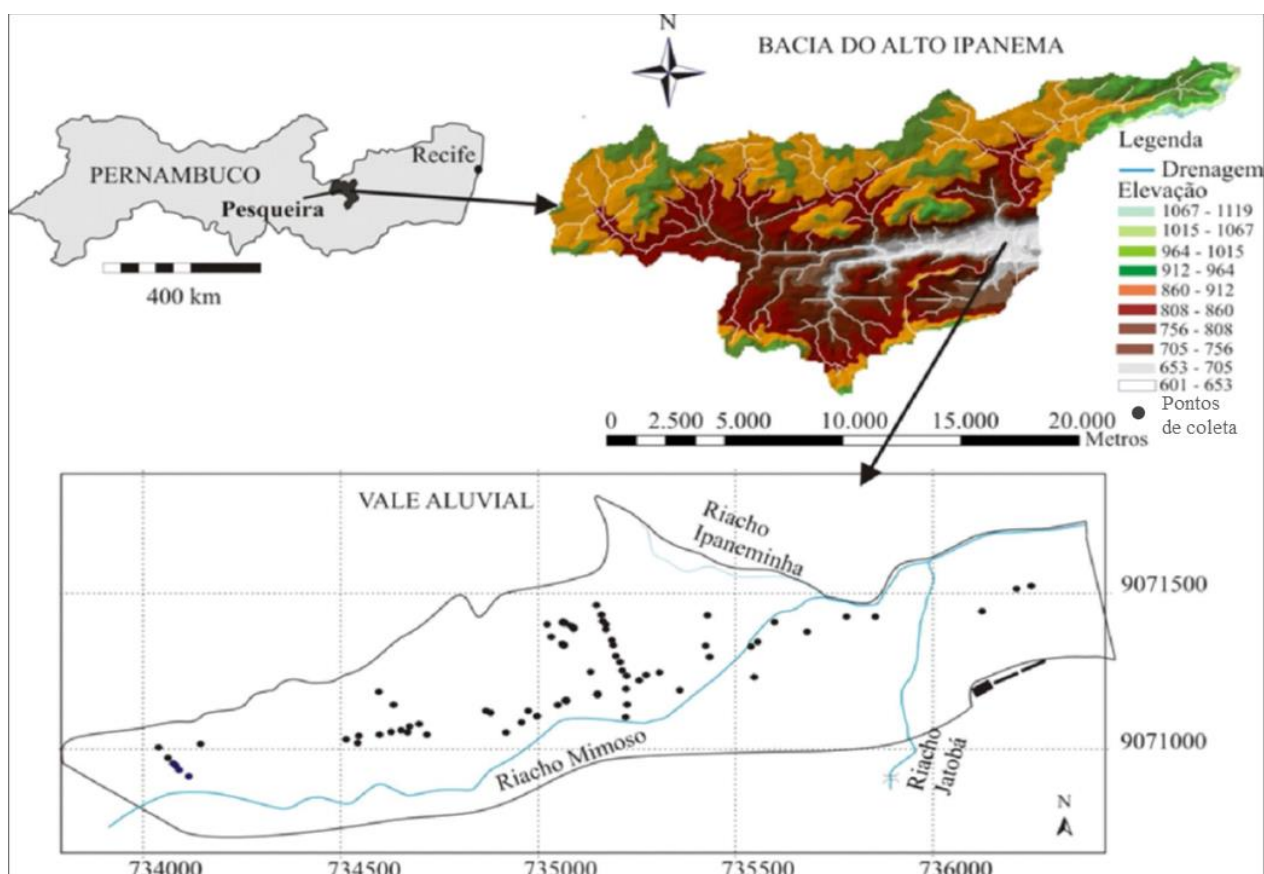


Figura 1. Mapa do Estado de Pernambuco, da bacia hidrográfica do Alto Ipanema e esquema do vale aluvial, apresentando a malha de piezômetros. Adaptado de Fontes Júnior *et al.* (2012).

Os pontos de coletas de água são mostrados na Figura 1. A coleta de água e do nível do lençol freático é realizada em poços tipo Amazonas (Figura 2A) e piezômetros (Figura 2B).



Figura 2. Coleta de água em poço (A), piezômetro (B), no vale aluvial do rio Ipanema em Pesqueira (PE).

A análise de condutividade elétrica (CE) foi realizada em laboratório da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, através de condutímetro digital Hanna (modelo HI9143). Para o nível do lençol freático foi utilizado uma trena eletrônica (Solinst 101 P2 Water Level Meters). Após as análises dos dados, os mesmos foram submetidos a análise estatística descritiva para comparação com as variáveis meteorológicas entre datas de coleta do nível do lençol e da condutividade elétrica.

Os dados meteorológicos foram obtidos através de estação agrometeorológica localizada no vale aluvial. Foram analisados os dados desde de fevereiro de 2015 até o mesmo mês de 2016, para avaliação da relação da precipitação e evapotranspiração potencial (ET<sub>o</sub>) com os níveis de água e salinidade do vale aluvial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nível do lençol freático apresentou grande variação ao longo do período estudado (Figura 3), em resposta a variabilidade da precipitação acumulada. O aumento do nível do lençol acompanhou a variação da precipitação. Desta forma, quando a lâmina precipitada aumentou para 113,5 no mês de julho produziu elevação do lençol. Destaca-se o comportamento do lençol em fevereiro de 2015 que apresentava nível bem superior ao observado neste mesmo mês em 2016. Observa-se também, que a resposta do lençol não ocorre de forma imediata à precipitação, destacando a contribuição das áreas de cota mais elevada que contribuem de forma gradativa para aumento do nível do lençol. Este comportamento foi evidenciado por Montenegro *et al.* (2001), trabalhando na mesma região.

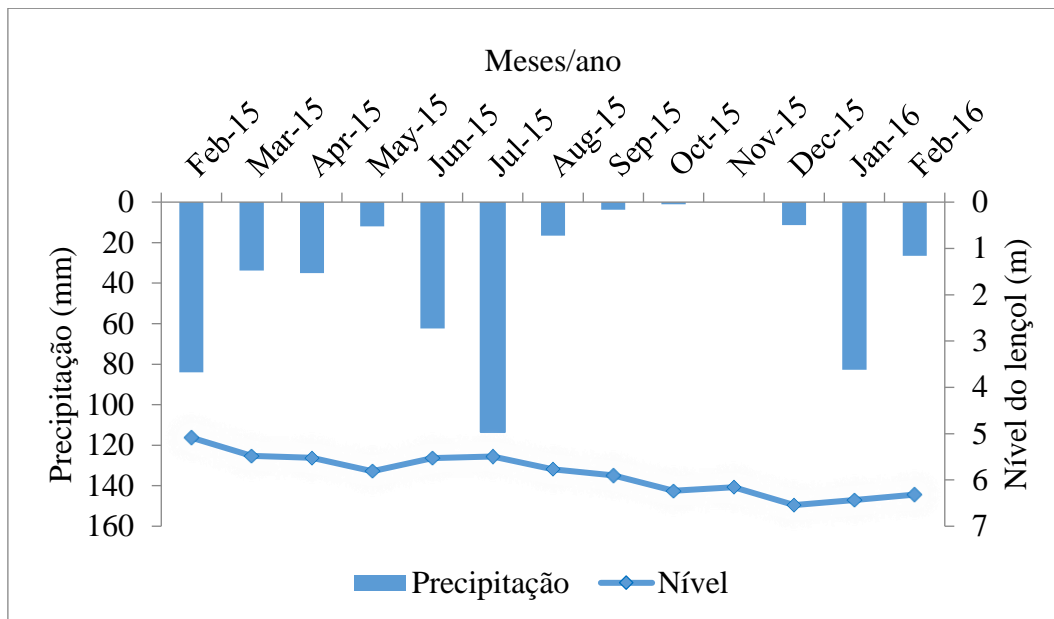


Figura 3. Comportamento do nível de lençol freático com a variação da precipitação no Vale Aluvial do Alto Ipanema, PE.

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva dos dados do nível do lençol freático e da condutividade elétrica (CE) de 30 pontos de monitoramento, pois foram os que apresentaram leituras completas durante o período de estudo. Outra parte dos pontos de coleta de água e nível do lençol (66) apresentam-se secos (alguns possibilitaram a coleta em alguns meses, mas na maior parte do período estavam secos, por isso retirou-se da análise descritiva). O nível da CE apresentou pouca variação ao longo do período de estudo, sendo os maiores valores observados entre março e junho de 2015. Este fato está associado ao período chuvoso na região, que promove a lixiviação de sais junto a infiltração da água no solo. A CE apresentou distribuição Normal para todo o período de estudo no vale. Observou-se também que o nível do lençol freático apresentou distribuição Normal para todos os meses de acordo com o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 1. Análises estatísticas da condutividade elétrica da água subterrânea, pelo método de Komolgorov-Smirnov, no período referente de fevereiro de 2015 a 2016, no Vale Aluvial do Ipanema.

Mês-Ano	Média		Desvio Padrão		Máxima Diferença		Teste de Normalidade	
	CE	Nível	CE	Nível	CE	Nível	CE	Nível
Fev-15	0,65	5,09	0,24	1,13	0,39	0,12	Normal	Normal
Mar-15	0,77	5,48	0,28	1,18	0,41	0,12	Normal	Normal
Abr-15	0,76	5,52	0,24	1,23	0,44	0,13	Normal	Normal
Mai-15	0,74	5,81	0,24	1,29	0,44	0,10	Normal	Normal
Jun-15	0,73	5,53	0,22	1,03	0,45	0,15	Normal	Normal
Jul-15	0,67	5,49	0,21	1,00	0,45	0,14	Normal	Normal
Ago-15	0,73	5,77	0,24	1,21	0,44	0,12	Normal	Normal
Set-15	0,73	5,90	0,23	1,24	0,45	0,11	Normal	Normal
Out-15	0,70	6,23	0,21	1,43	0,18	0,16	Normal	Normal
Nov-15	0,72	6,16	0,22	1,37	0,13	0,12	Normal	Normal
Dez -15	0,70	6,54	0,21	1,44	0,17	0,14	Normal	Normal
Jan-16	0,70	6,44	0,21	1,31	0,11	0,17	Normal	Normal
Fev-16	0,72	6,32	0,24	1,19	0,13	0,21	Normal	Normal

O nível de condutividade elétrica em 2015 apresentou valores mais elevados de março a agosto (Figura 4), com pouca variação neste período, em resposta a elevação da precipitação neste período. De acordo com Montenegro *et al.* (2001), a elevação do lençol freático pode acarretar na elevação da salinidade, tanto do solo quanto da água. Fontes Júnior *et al.* (2012) também ressaltam que os condicionantes geológicos na região e a atividade de irrigação influenciam nessa instabilidade da CE. Entretanto, os valores apresentados não oferecem riscos de salinização do solo.

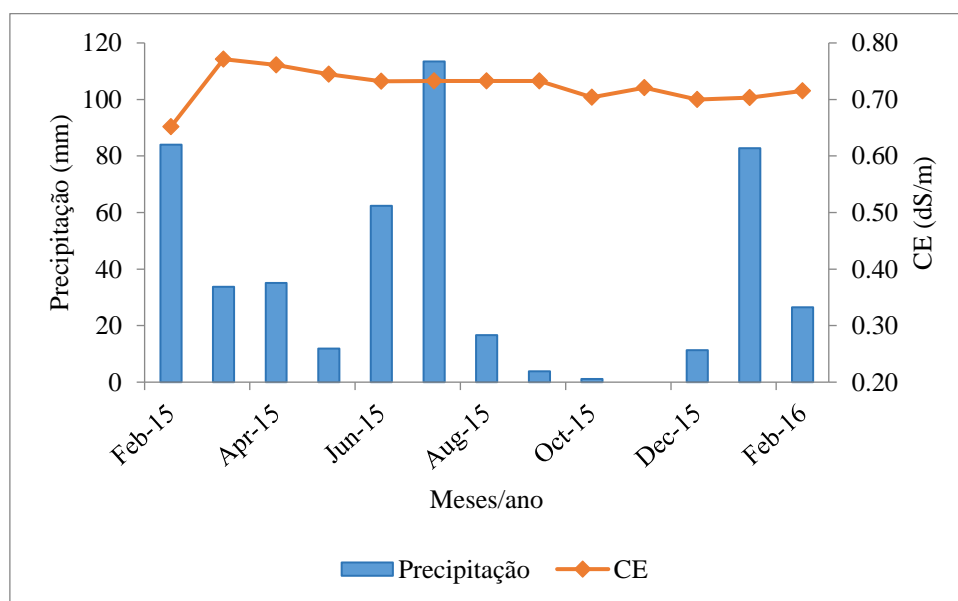


Figura 4. Comportamento da condutividade elétrica do lençol freático com a variação da precipitação.



Tanto a variação do nível quanto da CE tem uma forte relação com a utilização de água dos poços para a irrigação, pois existem diversas áreas com plantio irrigado de culturas.

As águas em diversos poços estão com o nível baixo e são bombeadas frequentemente (Figura 5A) para irrigação, como na cultura do milho em sistema de gotejo (Figura 5B).



Figura 5. Poço Amazonas, com bomba rebaixada (A), área de cultivo de milho com irrigação (B) no vale aluvial do rio Ipanema em Pesqueira (PE).

De acordo com Santos *et al.* (2012), a agricultura praticada no local é de base familiar, e utilizam a água dos poços para a irrigação por aspersão convencional e microaspersão. Desta forma, deve ser intensificado a assistência aos agricultores principalmente em períodos secos do ano, para incremento da eficiência e redução dos desperdícios.

## CONCLUSÕES

O nível do lençol freático no início de 2015 apresentou um nível menor em relação ao início de 2016, sendo importante para os demais meses deste ano a adoção de medidas conservacionistas da água do lençol pelos agricultores locais.

A condutividade elétrica apresentou pouca variação ao longo do estudo, com valores mais elevados de março a agosto de 2015, em resposta a elevação da precipitação neste período. A salinidade da água subterrânea é baixa, não oferecendo restrição de uso para irrigação dos cultivos.

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A.A.; RODRIGUES; D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.496-504, 2012.

FONTES JÚNIOR, R. V.; MONTENEGRO, A.A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, T. E. M. Estabilidade temporal da potenciometria e da salinidade em vale aluvial no

semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 11, p. 1188-1197, 2012.

MONTENEGRO, S. G.; SILVA JUNIOR, J. G.; ABELARDO, A. D. A.; CARVALHO, J. F.; FILHO, J. A. A. Experimentação e modelagem do avanço de sais no perfil do solo em área cultivada com repolho sob alternativas de manejo de irrigação, no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 8, n. 1, p. 148-155, 2013.

MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RIBEIRO, M. R.; CORRÊA, M. M.; ALMEIDA, T. A.; MAIA, F. M. V. L. Análise da variabilidade espacial da salinidade em área irrigada e do nível d'água em aluvião sob uso agrícola na região semiárida do nordeste brasileiro. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 14, 2001. Aracaju. Anais... Aracaju: ABRH, 2001.CD-Rom.

MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A. Variabilidade espacial de classes de textura, salinidade e condutividade hidráulica de solos em planície aluvial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.30-37, 2006.

SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANDRADE, T. S.; FONTES JÚNIOR, R. V. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.828-835, 2012.

SILVA, W. P.; ALMEIDA, C. D. G. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, V. G. F. Monitoramento da salinidade de águas subterrâneas em várzea cultivada com cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, p. 394-401, 2014.

## **AGRADECIMENTOS**

A FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), por todo apoio e incentivo fornecido para o desenvolvimento da pesquisa.