



UMS 2014

VI CONGRESSO SOBRE USO E MANEJO DO SOLO
Recife (Pernambuco, Brasil), de 19 a 21 de março de 2014

COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÃO E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM BACIA REPRESENTATIVA NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

**Thais Farias Pereira da Silva⁽¹⁾; Abelardo Antônio Assunção Montenegro⁽²⁾;
Robertson Valério de Paiva Fontes Júnior⁽³⁾**

⁽¹⁾ Aluna de Engenharia Agrícola e Ambiental, bolsista CNPq Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: tata-farias@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. D. Manuel de Medeiros, s/n, Recife, PE, CEP 52171-900. E-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Aluno de Doutorado, Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 – Recife, PE. Fone: (81) 3320-6264. E-mail: rr_fontes@hotmail.com

RESUMO

O estudo hidrológico é crucial para a gestão dos recursos hídricos, possibilitando o planejamento de práticas de conservação do solo, principalmente no semiárido, onde tais recursos são escassos. Conhecer a variabilidade temporal das séries de precipitação pluviométrica ajuda neste planejamento e tem grande aplicabilidade na agricultura, suprimento hídrico e dessedentação dos animais. A irrigação é utilizada quando a pluviometria local não satisfaz a demanda atmosférica da cultura, porém, se mal conduzida, esta pode degradar o solo e potencializar o risco de salinização. Uma das variáveis mais utilizadas para analisar a concentração de sais solúveis presentes na água de irrigação é a condutividade elétrica. Neste trabalho objetivou-se estudar a variabilidade temporal da precipitação e da condutividade elétrica das águas utilizadas para irrigação de áreas de agricultura familiar do semiárido pernambucano. No período analisado, 2011, 2012, 2013, foram utilizadas técnicas de estatística descritiva. Cerca de 54 pontos foram analisados, destes 12% encontram-se inapropriados para irrigação, aproximadamente com média de 1,4 mS.cm⁻¹, desvio padrão entre 2 e 5 mS.cm⁻¹, máximos de 20 mS.cm⁻¹ e mínimo de 0,3 mS.cm⁻¹. O ano de 2011 foi o mais chuvoso dentre eles, apresentando totais de 396,2, 143,7 e 200 mm respectivamente.

Palavras-chave: Pluviometria, Salinização, Estatística Descritiva

INTRODUÇÃO

A precipitação possui grande variabilidade temporal e espacial, dificultando sua previsão. A chuva é um fator importante para a recarga, agricultura e dessedentação de animais. Seu estudo relacionado ao solo é crucial para garantir um adequado manejo e uso da irrigação, a fim de obter uma sustentabilidade e evitar a degradação do solo, principalmente no agreste pernambucano, onde os recursos hídricos são escassos.

A irrigação se faz necessária quando a pluviometria de uma região não satisfaz à demanda atmosférica da cultura (ANDRADE *et al.*, 2012), e se mal conduzida pode degradar o solo e também a água

subterrânea, intensificando o risco de salinização. Torna-se então, é essencial monitorar e interpretar os níveis do aquífero e a salinidade da região (MACKAY *et al.*, 2006)

Sendo o semiárido brasileiro uma região seca, os reservatórios naturais são estratégicos para as populações rurais, particularmente os subterrâneos. Sabendo-se que os recursos hídricos estão associados à sazonalidade e à variabilidade espacial dos níveis e salinidade, é de extrema importância realizar um monitoramento sistemático da qualidade e quantidade (FONTES JÚNIOR *et al.*, 2012).

A escassez de água é um dos grandes problemas da atualidade e o semiárido pernambucano está inserido neste contexto. Este interfere no desenvolvimento social e econômico de uma região. Pernambuco é o Estado mais pobre da Federação em disponibilidade hídrica per capita, com apenas 1.320 m³/hab./ano. Visto isso, faz-se necessário o planejamento do seu uso, equilibrando a disponibilidade com a demanda.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar o comportamento da condutividade elétrica relacionado com a precipitação ocorrida no período de 2011 a 2013.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área está localizada na Bacia representativa do Alto Ipanema, sub-bacia investigada pela Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), e pertence ao sistema do Rio Ipanema, em sua porção Ocidental mais a montante. Abrange parte dos municípios de Arcoverde e de Pesqueira, do Estado de Pernambuco, situada entre as coordenadas geográficas 8° 15' e 8° 30' de Latitude Sul, 31° 45' e 37° 00' de Longitude Oeste de Greenwich (ANDRADE *et al.*, 2012). Ao Norte faz limite com a bacia do Rio Ipojuca e ao Oeste com a bacia do Rio Moxotó. Sua precipitação anual média é de 730 mm (SANTOS *et al.*, 2012).

O aquífero aluvial em questão pertence a uma bacia hidrográfica relativamente plana. Este possui espessura média de aproximadamente 10 m, 3 km de extensão, 300 m de largura e um declive topográfico natural em torno de 0,3% (Oeste-Leste)

(MONTENEGRO *et al.*, 2003), conduzindo um fluxo natural na mesma direção e sentido (Figura 1).

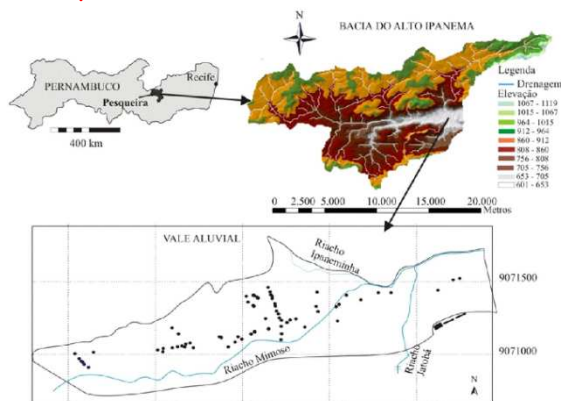


Figura 1 - Mapa do estado de Pernambuco, da bacia do Alto Ipanema e malha de piezômetros do vale aluvial.

Monitoramento

Para o monitoramento, são coletadas amostras de piezômetros e poços de bombeamento instalados no vale aluvial de Nossa Senhora do Rosário. Nesta área estão distribuídos 60 piezômetros com 6 m de profundidade e 75 mm de diâmetro como mostrado na Figura 1 (FONTES JÚNIOR *et al.*, 2012). Também são monitorados 31 cacimbões, totalizando 96 pontos de coleta para monitoramento de salinidade e nível do lençol freático.



A condutividade elétrica é quantificada através de medições feitas em um condutivímetro digital Hanna modelo HI9143, mostrado na Figura 2. A unidade adotada é em mS/cm

(miliSiemens/centímetro).

Figura 2 - Conduvímeter digital Hanna modelo HI9143.

Análise estatística

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva. Os valores de coeficiente de variação (CV, %) foram utilizados para determinar a variabilidade dos dados segundo a classificação de Warrick & Nielsen (1980), que pode ser classificada em baixa ($CV \leq 12\%$); média ($12 \leq CV \leq 60\%$) e alta variabilidade ($CV > 60\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das medidas estatísticas da condutividade elétrica para o ano de 2011. Pode-se observar que a diferença entre os valores médios e medianos é acentuada. A média é cerca de 40% maior que a mediana, indicando que os valores não se encontram distribuídos simetricamente em torno da média e da mediana. Já na Tabela 2, a média é cerca de 43% maior que a mediana.

Observa-se que para a Tabela 1, o valor máximo, chega a ser 282 vezes maior que o valor mínimo, fato constatado no mês de maio de 2011. Para o ano de 2012, na Tabela 2, o máximo chega a ser 163 vezes maior que o valor mínimo, ocorrido no mês de março e em 2013, na Tabela 3, chega a 241 vezes, ocorrido em abril. O desvio padrão apresenta-se relativamente alto em relação às suas respectivas médias, reflexo da alta dispersão dos valores com relação à média. Este fato pode ser confirmado através dos valores do coeficiente de variação, que segundo Warrick & Nielsen (1980), podem ser classificados em altos.

O valor alto e positivo da assimetria nos dados de condutividade elétrica, encontrados para 2011, 2012 e 2013 evidencia que a distribuição é não-simétrica, caracterizando a distribuição como não-normal, confirmado pelo coeficiente de curtose, corroborando com Andrade *et al.* (2012).

As medidas estatísticas foram calculadas considerando o conjunto total de pontos, logo, os resultados podem ter sido influenciados pela presença de valores extremos, definido por valores muito acima ou muito abaixo da maioria observada.

Andrade *et al.* (2012) obtiveram, trabalhando na mesma área, para o período de 2007 a 2009 de condutividade elétrica da água subterrânea, valores semelhantes na estatística clássica aplicada. Os pontos antes de serem filtrados caracterizaram uma distribuição não-simétrica, contribuindo para classificar a distribuição como não normal.

Foi realizada uma filtragem dos dados para ser melhor analisado os dados, baseando-se no fato de que valores extremos da condutividade elétrica, entre 4 e 28 mS/cm, não representa o conjunto total dos valores. Após a filtragem, foi construído o Box Plot. Foi retirada uma média de 6 pontos por mês, em que os valores eram superiores a 4 mS/cm. Observa-se que não houve grande variação entre as médias mensais, ainda apresentando pontos extremos.

Na Figura 6 é apresentada a relação entre a precipitação e o nível do lençol freático. Pode-se observar que devido à chuva no ano de 2011, os níveis se mantiveram mais próximos à superfície, porém, devido à grande seca ocorrida no ano de 2012, eles decaíram, chegando a atingir 3 m de profundidade, devido à ausência de recarga. Em 2013 houve uma maior precipitação, causando a elevação do nível em relação ao ano de 2012. Relacionando a precipitação com a condutividade elétrica, observa-se que nos meses que antecederam picos de chuva, foram obtidos menores valores de condutividade elétrica, como nos meses de agosto de 2011, agosto de 2012 e abril de 2013.

Conclui-se que a condutividade elétrica não apresenta elevada variância em seus valores, permanecendo alto nas áreas mais salinas. A precipitação apresenta grande influência na diluição de sais, uma vez que ocorrida a recarga, diminui a concentração de sais.

REFERÊNCIAS

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, n.5, 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, p.1188-1197, 2012.

MACKAY, R.; MONTENEGRO A.A.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; WONDEREN, J.V. **Alluvial aquifer indicators for small-scale irrigation in North-East Brazil.** In Sustainability of Groundwater Resources and its Indicators, 302, IAHS Publication: Wallingford, 2006, p. 117-125.

REHISA. Relatório Final da Caracterização das bacias exp. do semiárido, IBESA – **Implantação de bacias exp. do semiárido para o desenvolvimento de metodologias de avaliação dos balanços hídricos e energéticos em diferentes escalas temporais e espaciais.** Projeto integrado UFRN-UFC-UFPB-UFCG-UFRPE-UFPE-UFBA, 2004, 143 p.

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.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field In: Hillel, D. Applications of soil physics.** New York: Academic. 1980, p.319-344.

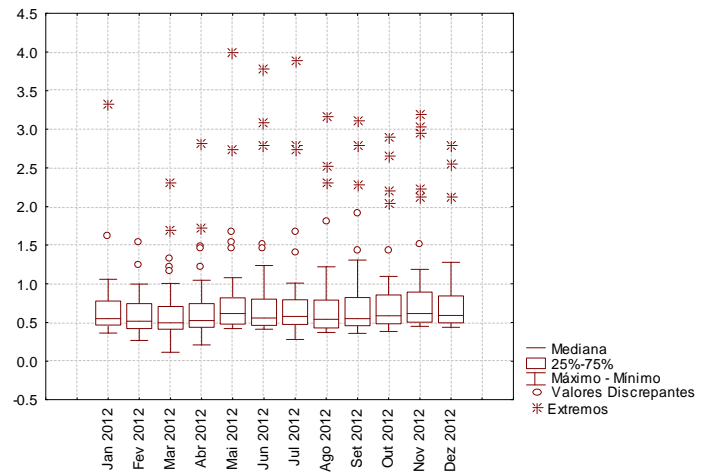


Figura 4 – Box Plot referente à condutividade elétrica mensal de 2012

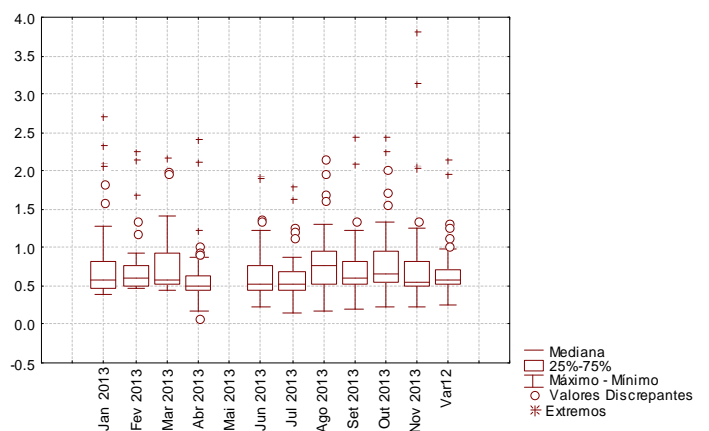


Figura 5 – Box Plot referente à condutividade elétrica mensal de 2013

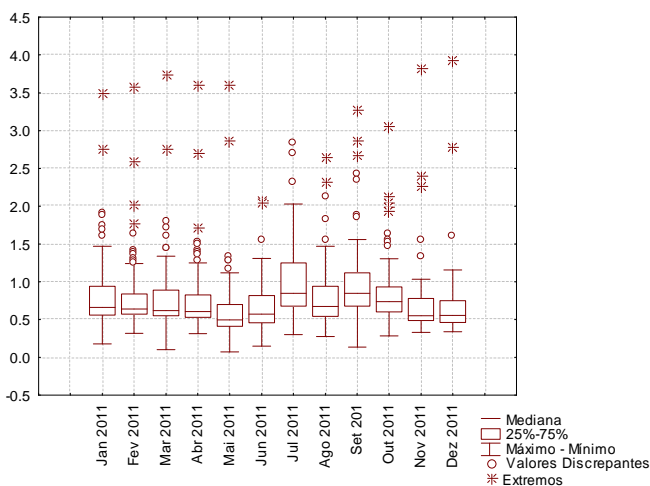


Figura 3 – Box Plot referente à condutividade elétrica mensal de 2011.

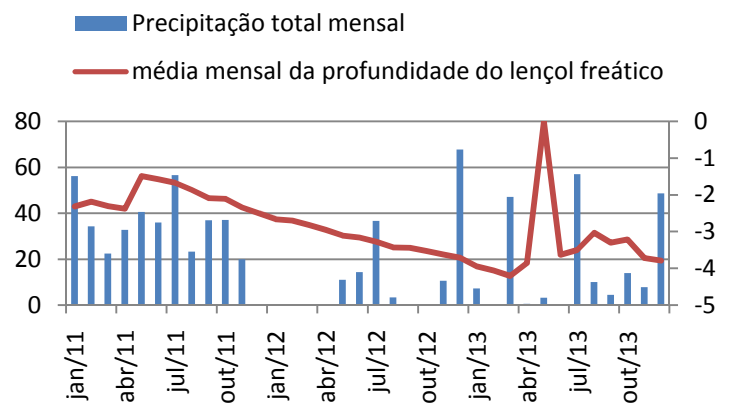


Figura 6 – Nível do lençol e precipitação média mensal.

DA SILVA, T.F.P. *et al.* Comportamento da precipitação temporal e condutividade elétrica da água subterrânea em bacia representativa no agreste de Pernambuco

Tabela 1. Estatística descritiva da condutividade elétrica para o ano de 2011

2011	Média	Erro padrão	Mediana	Modo	Desvio padrão	Variância da amostra	Curtose	Assimetria	Intervalo	Mínimo	Máximo	Soma	Contagem	Coef. de variação (%)
Jan	1.69	0.43	0.68	0.57	4.00	15.98	26.99	5.06	27.32	0.18	27.50	146.95	87.00	236.65
Fev	1.59	0.39	0.65	0.64	3.70	13.67	26.71	5.04	24.92	0.32	25.24	140.19	88.00	232.06
Mar	1.62	0.41	0.64	0.62	3.78	14.31	24.71	4.88	24.78	0.10	24.88	140.69	87.00	233.90
Abr	1.57	0.39	0.62	0.80	3.67	13.49	24.85	4.89	23.99	0.32	24.30	137.98	88.00	234.26
Mai	1.22	0.31	0.51	0.62	2.90	8.39	25.54	4.90	19.99	0.07	20.06	105.84	87.00	238.17
Jun	1.34	0.30	0.58	0.50	2.85	8.11	25.36	4.82	19.89	0.15	20.04	117.70	88.00	212.97
Jul	2.26	0.59	0.89	0.73	5.53	30.54	24.99	4.88	36.70	0.30	37.00	198.71	88.00	244.74
Ago	1.77	0.44	0.71	0.89	4.14	17.11	23.00	4.72	25.64	0.28	25.92	153.93	87.00	233.77
Set	2.12	0.52	0.88	0.68	4.84	23.46	22.66	4.69	30.67	0.14	30.80	186.51	88.00	228.53
Out	1.99	0.49	0.75	0.83	4.40	19.36	20.67	4.46	26.62	0.29	26.91	161.34	81.00	220.91
Nov	1.46	0.35	0.58	0.44	3.22	10.35	21.43	4.54	20.10	0.33	20.43	125.98	86.00	219.63
Dez	1.46	0.36	0.56	0.47	3.29	10.82	20.60	4.47	19.99	0.34	20.33	124.37	85.00	224.75

Tabela 2. Estatística descritiva da condutividade elétrica para o ano de 2012

	Média	Erro padrão	Mediana	Modo	Desvio padrão	Variância da amostra	Curtose	Assimetria	Intervalo	Mínimo	Máximo	Soma	Contagem	Coef. de variação (%)
Jan	1.29	0.30	0.56	0.47	2.80	7.83	25.95	4.92	19.11	0.24	19.35	109.98	85.00	216.31
Fev	1.31	0.31	0.56	0.38	2.86	8.19	23.29	4.67	18.83	0.27	19.10	111.14	85.00	218.86
Mar	1.40	0.33	0.53	0.62	3.01	9.07	18.62	4.22	18.82	0.11	18.93	116.30	83.00	241.87
Abr	1.31	0.31	0.54	0.42	2.73	7.47	24.79	4.76	18.53	0.21	18.74	104.53	80.00	209.20
Mai	1.25	0.33	0.63	0.48	2.82	7.96	34.96	5.79	19.90	0.42	20.32	92.32	74.00	226.14
Jun	1.19	0.32	0.57	0.49	2.76	7.59	35.55	5.87	19.43	0.41	19.84	89.15	75.00	231.83
Jul	1.21	0.34	0.58	0.45	2.97	8.79	35.06	5.86	20.69	0.28	20.97	91.01	75.00	244.36
Ago	1.19	0.35	0.54	0.45	2.89	8.35	30.16	5.50	18.24	0.37	18.61	80.60	68.00	243.85
Set	1.25	0.37	0.55	0.46	3.03	9.16	29.61	5.45	18.94	0.36	19.30	83.65	67.00	242.41
Out	1.27	0.37	0.59	0.82	3.09	9.55	30.95	5.57	19.90	0.38	20.28	86.56	68.00	242.77
Nov	1.51	0.42	0.62	0.62	3.38	11.41	25.26	5.00	19.84	0.45	20.29	96.84	64.00	223.20
Dez	1.41	0.47	0.59	0.50	3.54	12.55	25.38	5.10	19.67	0.44	20.11	82.01	58.00	250.44

Tabela 3. Estatística descritiva da condutividade elétrica para o ano de 2013.

	Média	Erro padrão	Mediana	Modo	Desvio padrão	Variância da amostra	Curtose	Assimetria	Intervalo	Mínimo	Máximo	Soma	Contagem	Coef. De variação (%)
Jan	1.38	0.43	0.58	0.46	3.10	9.60	22.39	4.78	16.73	0.40	17.13	73.31	53.00	224.01
Fev	1.53	0.55	0.60	0.48	3.91	15.31	21.85	4.77	19.96	0.47	20.43	76.42	50.00	256.02
Mar	1.87	0.78	0.59	0.53	5.09	25.96	20.72	4.59	27.50	0.44	27.94	80.50	43.00	272.15
Abr	1.16	0.44	0.51	0.63	3.15	9.92	42.41	6.35	22.17	0.09	22.26	59.09	51.00	271.85
Mai	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jun	1.34	0.48	0.53	0.48	3.59	12.89	25.63	5.14	20.63	0.23	20.86	76.50	57.00	267.57
Jul	1.41	0.49	0.53	0.54	3.61	13.04	21.95	4.71	20.24	0.16	20.40	77.43	55.00	256.53
Ago	1.44	0.35	0.81	0.53	2.63	6.92	17.63	4.25	13.89	0.16	14.05	82.25	57.00	182.30
Set	1.36	0.48	0.63	0.52	3.48	12.10	38.75	6.06	24.04	0.20	24.24	70.89	52.00	255.15
Out	1.65	0.59	0.59	0.58	4.44	19.70	22.51	4.79	23.85	0.27	24.12	92.58	56.00	268.46
Nov	1.43	0.52	0.60	#N/D	3.39	11.51	31.58	5.45	21.22	0.26	21.48	60.00	42.00	237.47
Dez	1.65	0.59	0.59	0.58	4.44	19.70	22.51	4.79	23.85	0.27	24.12	92.58	56.00	268.44