

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA HIDRO-SALINA E POTENCIAL HÍDRICO PARA IRRIGAÇÃO EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO DE PERNAMBUCO

Agnes Heloisa Silva Ramos¹; Thayná Alice Brito Almeida² & Abelardo Antônio de Assunção Montenegro³

RESUMO: A escassez hídrica tem forte impacto nas regiões semiáridas, que sofrem com a irregularidade de precipitação e altas taxas de evapotranspiração. Uma alternativa adotada pelos pequenos produtores rurais nessas regiões consiste na utilização de aquíferos aluviais para suprimento hídrico. A exploração excessiva e a irrigação provocam a redução dos volumes disponíveis e da qualidade das águas subterrâneas, o que resulta na salinização desses corpos hídricos. Esta pesquisa objetivou caracterizar a dinâmica de salinidade, e verificar a viabilidade de uso agrícola das águas disponíveis. Durante o período de janeiro de 2018 a março de 2020 foram realizadas medições mensais das profundidades do lençol freático e coletas de água para análise de condutividade elétrica, em piezômetros e cacimbões dispostos no vale do Riacho Mimoso, sub bacia do Alto Ipanema. Verificou-se que as profundidades do lençol variaram de 2,13 m a 4,37 m, enquanto a condutividade elétrica variou em uma faixa intermediária de 0,60 dS m⁻¹ a 0,90 dS m⁻¹, no período do estudo. Foi observada recarga do aquífero, estando associada a uma precipitação antecedente de cerca de 600 mm e regime pluviométrico com elevado número de dias chuvosos.

ABSTRACT: Water scarcity has a strong impact in semiarid regions suffering from rainfall irregularity and high rates of evapotranspiration. An alternative adopted by small farmers in these regions is to use groundwater from alluvial aquifers to water supply. The high exploitation and irrigation cause the reduction of available volumes and groundwater quality, which results in the salinization of these water bodies. This research aimed to characterize the salinity dynamics, and verify the viability of agricultural use of available waters. During the period from January 2018 to March 2020, monthly measurements of the depths of the water table and water collections were performed for analysis of electrical conductivity, in piezometers and cacimbões arranged in the Mimoso basin valley, Alto Ipanema sub basin. It was verified that the water table depths varied from 2,13 m to 4,37 m, while the electrical conductivity varied in an intermediate range from 0,60 dS m⁻¹ to 0,90 dS m⁻¹, in the study period. Aquifer recharge was observed, being associated with an antecedent precipitation of about 600 mm and rainfall regime with high number of rainy days.

Palavras-Chave: Salinidade; Vale aluvial; Irrigação familiar.

1) Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental, DEAGRI/UFRPE: Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos, Recife, fone: (81) 9 95986136, e-mail: agneshelo@gmail.com

2) Mestranda em Engenharia Agrícola, PGEA/UFRPE: Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos, Recife.

3) Professor Titular, DEAGRI/UFRPE: Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos, Recife.

1 - INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro enfrenta graves problemas relacionados à irregularidade das chuvas, resultando em secas severas e prolongadas, assim como chuvas intensas (Dos Santos Ferreira *et al.*, 2017). Devido às mudanças climáticas no semiárido de Pernambuco, a escassez hídrica tem se acentuado progressivamente, Carvalho *et al.* (2019) identificaram redução nos índices pluviométricos e no número de dias chuvosos para a região semiárida, além de um acréscimo de temperatura. Além disso, essa região apresenta uma alta evapotranspiração, o que intensifica a problemática (Assis *et al.*, 2015).

A escassez hídrica é um fator limitante para a produção da agricultura familiar no semiárido, e por consequência disto, grande parte dos produtores extraem esse recurso dos aquíferos. As comunidades rurais localizada em áreas de rochas cristalinas, geralmente utilizam as águas de aquíferos aluviais (Martins, 2016). Estes poços atravessam várias camadas de solo do aquífero, e possuem grande diâmetro, sendo conhecidos como “Poços Amazonas” ou “cacimbões” (Alves *et al.*, 2018). De acordo com de Albuquerque *et al.* (2015) e Rêgo (2012), os aquíferos aluviais presentes no semiárido brasileiro são normalmente explorados para abastecer as comunidades difusas e na irrigação para agricultura familiar ou de pequena escala, além de apresentar uma importância socioeconômica cada vez maior.

Com relação à qualidade da água captada desses poços, Liu *et al.* (2016) observaram que os solos dos aquíferos aluviais são suscetíveis à acumulação de sais, devido às frequentes práticas de irrigação com água de qualidade inferior, ao regime de chuvas, recarga difusa e à ocorrência de ascensão capilar do lençol freático. Para Andrade *et al.* (2016), a irrigação é a atividade antrópica que mais contribui para a salinização do solo e das águas subterrâneas em áreas rurais. Além disso, Montenegro *et al.* (2013) destacam que as condições de semiárido, juntamente com o elevado déficit hídrico, contribuem significativamente para o aumento da salinidade da água e dos solos nas áreas irrigadas.

A recarga do aquífero aluvial é um importante processo quando se quer avaliar a qualidade das águas armazenadas. Carvalho *et al.* (2018) analisaram a dinâmica dos níveis dos poços de monitoramento e constataram a influência da precipitação no nível do lençol freático, como também na recuperação do aquífero devido à recarga. Coelho *et al.* (2017), através do monitoramento de piezômetros, avaliaram a distribuição da recarga das águas subterrâneas na Bacia do Rio Ipanema, e

verificaram, a partir de imagens de satélite, que fatores como a ausência de precipitação e as altas taxas evaporativas ameaçam os aquíferos devido à baixa infiltração de água.

O vale aluvial do Mimoso representa importante manancial, estando situado nas nascentes do Rio Ipanema. O Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF), em parceria com a Prefeitura Municipal de Pesqueira e a Agência Peixe Vivo (Agência de Bacias), deverá apoiar ações de revitalização da área, e incentivar o uso racional dos recursos hídricos na região. No vale aluvial do Mimoso, o projeto visa a proteção dos leitos aluviais e recuperação dos cacimbões, utilizados na agricultura familiar presente na região, além de proteger o lençol freático de contaminações advindas da superfície. Com base no exposto, a presente pesquisa objetivou avaliar a dinâmica espaço-temporal do vale aluvial do semiárido pernambucano, destacando a dinâmica de salinidade e seu potencial hídrico para a irrigação.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O estudo concentrou-se na Bacia do Riacho Mimoso, sub-bacia do Alto Ipanema (Figura 1), localizada no município de Pesqueira, Região do Agreste Pernambucano ($8^{\circ} 34' 17''$ e $8^{\circ} 18' 11''$ de latitude sul e $37^{\circ} 1' 35''$ e $36^{\circ} 47' 20''$ de longitude oeste). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo BSh extremamente quente, e a precipitação pluviométrica média da região é de 607 mm por ano (Santos *et al.*, 2012).

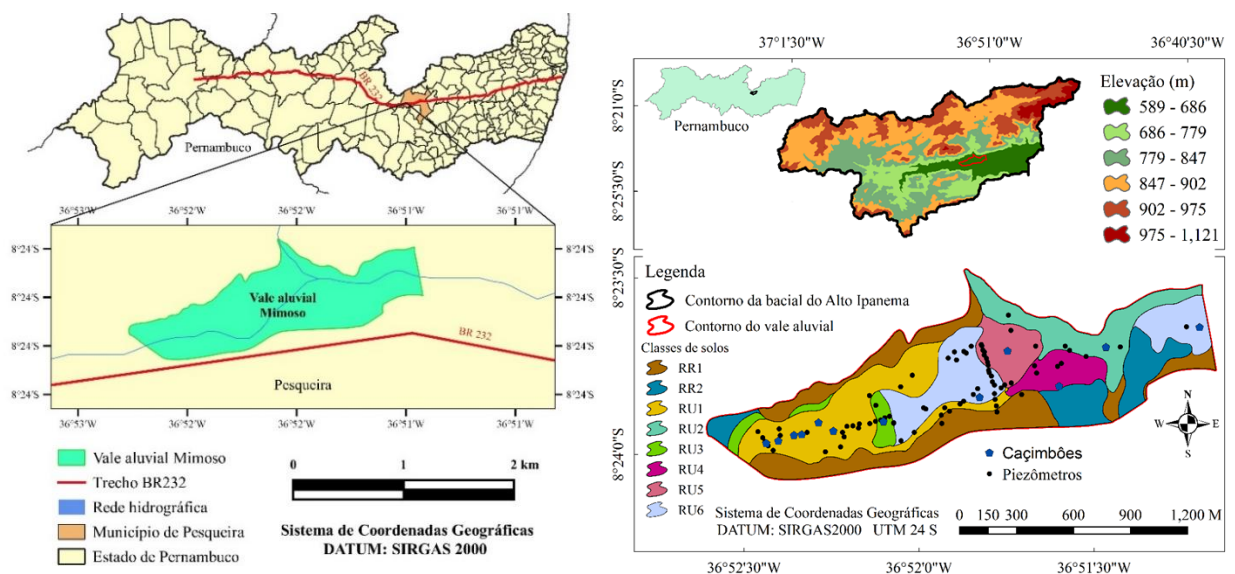


Figura 1. Localização do município de Pesqueira, e do vale da sub-bacia do Alto do Ipanema e distribuição dos piezômetros (Carvalho *et al.*, 2018).

A classificação pedológica do vale aluvial é distribuída em: RR1 – Neossolo Regolítico (Eutrófico léptico + Neossolo Litólico Eutrófico típico, ambos fase suave ondulado); RR2 Neossolo Regolítico (Eutrófico solódico textura média fase relevo plano e suave ondulado); RUI Neossolo Flúvico Tb (Eutrófico típico textura arenosa ou média / média ou arenosa moderadamente drenado); RU2 Neossolo Flúvico Tb (Eutrófico típico textura média / média ou arenosa moderadamente drenado); RU3 Neossolo Flúvico (Sódico típico textura média / média ou arenosa moderadamente drenado); RU4 Neossolo Flúvico (Sódico típico textura média / média ou arenosa moderadamente drenado); RU5 Neossolo Flúvico (Sódico salino textura média / média ou média imperfeitamente drenado); RU5 Neossolo Flúvico (Sódico salino textura média imperfeitamente drenado), segundo Corrêa e Ribeiro (2001).

O aquífero aluvial possui uma malha com cerca de 50 piezômetros georreferenciados, com 6 m de profundidade e 75 mm de diâmetro, instalados por Montenegro (1997), além de conter 28 poços tipo Amazonas. O Monitoramento no aquífero aluvial vem sendo realizado mensalmente (Figura 2), desde 1995, com leituras de nível do lençol freático nos pontos de observação, por meio de uma trena eletrônica (Solinst 101 P2 Water Level Meters), e coletas de amostras de água que são encaminhadas para o Laboratório de água e Solo (LAS), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para leitura da condutividade elétrica (CE).



Figura 2. Monitoramento do lençol freático em poço tipo Amazonas (A); Coleta de água em piezômetro(B).

O monitoramento hidrológico foi realizado de forma participativa com os produtores da comunidade local, com destaque para os agricultores irrigantes no vale aluvial. As variáveis meteorológicas foram registradas através de uma estação agroclimatológica automática Campbell, instalada no vale aluvial.

Com relação ao monitoramento do uso foi realizado o cadastramento dos usuários irrigantes, através de um formulário onde constam informações relativas ao cultivo, área plantada, sistemas de irrigação, procedimentos de manejos adotados, assim como de características socioeconômicas dos usuários. Os agricultores que possuem lotes de aproximadamente um hectare afirmaram que a alternância das culturas varia principalmente em relação à adaptação da planta às condições edafoclimáticas do local, e de acordo com a necessidade do mercado consumidor da região.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 é possível observar a dinâmica do nível potenciométrico do aquífero aluvial do Mimoso e da precipitação no período de 2018 a 2019. Nota-se um elevado regime de precipitação, acumulando aproximadamente 641 mm e 634 mm, no ano de 2018 e 2019, respectivamente. Além disso, verifica-se uma tendência na amplitude do desvio padrão no nível do aquífero em função da precipitação, obtendo uma baixa variação nos períodos com alta frequência de chuvas e amplificando-se nos períodos com baixa ocorrência.

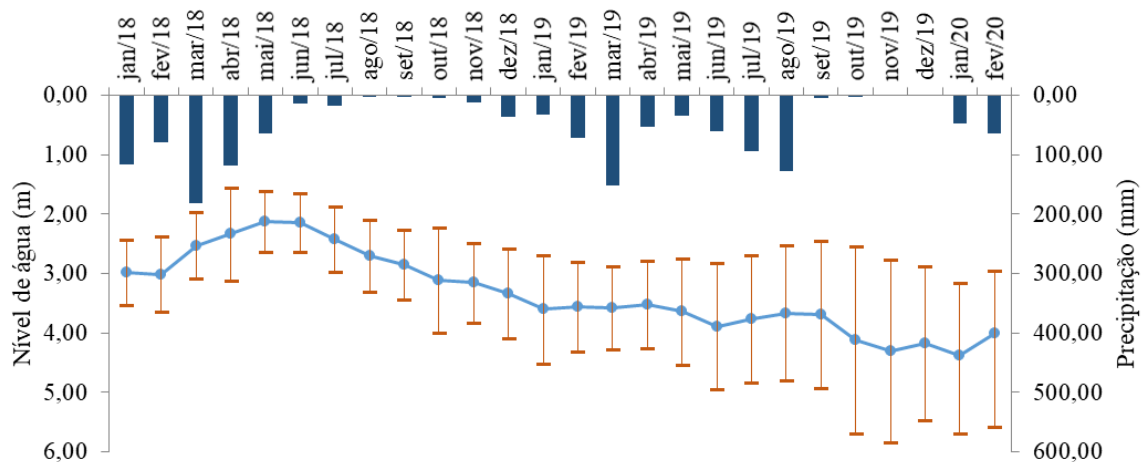


Figura 3. Variação do nível médio e precipitação do lençol freático do vale aluvial.

No período de janeiro a maio de 2018, observa-se uma intensificação nos eventos de chuva, totalizando uma precipitação acumulada de aproximadamente 560 mm. Esta precipitação antecedente contribuiu para uma recarga de cerca de 84,63 cm, considerando porosidade efetiva de 0,10, segundo Montenegro *et al.* (2003). Porém não se observa ascensão em 2019, pois o valor acumulado da precipitação no período de fevereiro a agosto de 2019, cerca de 260 mm, não foi suficiente para

promover uma recarga significativa, não ocorrendo uma recuperação do nível, o que também está relacionado a extrações excessivas de água para fins agrícolas.

Para os meses de janeiro a maio de 2018 e 2019, o número de dias com chuva iguais ou maiores que 5 mm, iguais ou maiores que 10 mm e dias com a ocorrência de chuvas, foram de 26, 12 e 46 dias para 2018, respectivamente, e 10, 14 e 28 dias para 2019, respectivamente. Deste modo, constata-se que o regime pluviométrico em 2018 apresentou eventos mais frequentes e de maiores magnitudes totais que em 2019, justificando-se assim as diferenças nas respostas do nível do lençol, e as recargas mais pronunciadas no ano de 2018.

De acordo com o levantamento das atividades agrícolas locais, as culturas implantadas nos lotes do vale aluvial são irrigadas diariamente, até duas vezes ao dia, no horário da manhã e/ou final da tarde, a depender da cultura e das condições climáticas. Montenegro *et al.* (2003) observaram elevadas taxas de extração da água por bombeamento nos meses mais secos. Averiguou-se que os maiores valores de extrações também ocorrem nos meses mais secos, como em outubro de 2019, com cerca de 22.963,25 m³ mês⁻¹. Monteiro *et al.* (2014) salientaram que os elevados volumes de extrações, juntamente ao manejo inadequado da irrigação, são fatores que podem aumentar a concentração de sais na água.

Na Figura 4 observa-se o comportamento temporal dos níveis de salinidade e da precipitação no período de 2018 a 2019.

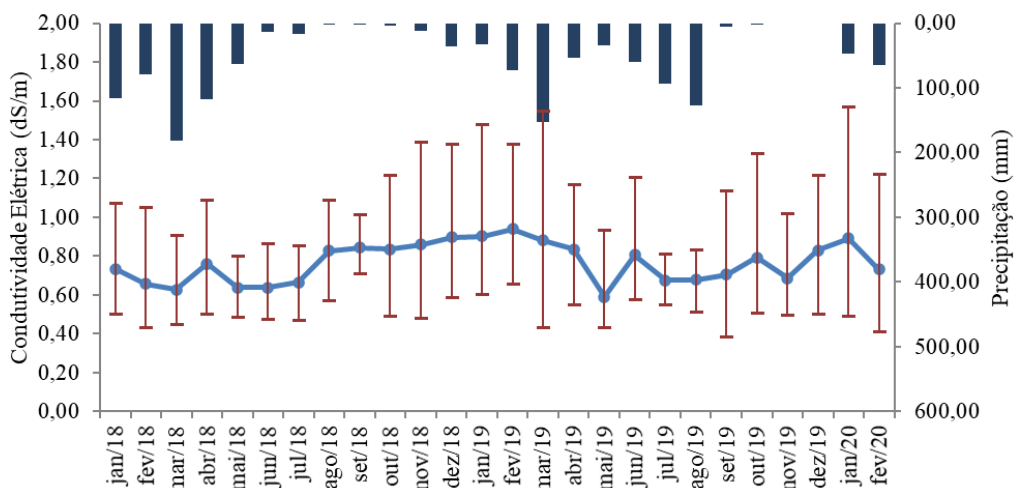


Figura 4. Variação da condutividade elétrica e precipitação nos cacimbões e poços no vale aluvial do Mimoso.

Verificou-se que os valores de condutividade elétrica se comportaram, em sua maioria, dentro de uma faixa intermediária que ocorreu entre $0,60 \text{ dS m}^{-1}$ e $0,90 \text{ dS m}^{-1}$. Os maiores e menores valores médios da condutividade elétrica ocorreram no mês de fevereiro e maio de 2019, respectivamente, com $0,94 \text{ dS m}^{-1}$ e $0,59 \text{ dS m}^{-1}$. De acordo com a classificação da água quanto à salinidade de Ayers e Westcot (1994), as águas do vale aluvial apresentam restrição ligeiramente moderada para o uso na irrigação. Dessa forma, faz-se necessário o plantio de culturas tolerantes à salinidade.

Na tabela 1 estão apresentadas as principais culturas utilizadas pelos produtores locais e os valores da condutividade elétrica mínima e máximas atingidas no período de janeiro de 2018 a março de 2020. De acordo com a classificação de Dias *et al.* (2016), a maioria dos poços é utilizada para irrigar culturas moderadamente sensíveis à salinidade.

Tabela 1: Condutividade elétrica máxima e mínima dos poços no vale aluvial.

Poços	Latitude (S)	Longitude (W)	CE	CE	CE	Cultura irrigada
			Min	Méd	Máx	
(dS m ⁻¹)						
PZ P1	736376	9071516	0,545	1,133	1,835	Cenoura, Pimentão, Repolho
PZ P2	735885	9071412	0,741	1,273	1,530	Cenoura, Goiaba, Pimentão, Repolho, Tomate
PZ P3	735639	9071208	0,477	1,053	1,810	Alface, Coentro, Couve, Pimentão, Tomate
PZ P4	735222	9071150	0,442	0,666	1,980	Palma, Pastagem
CA 1	734103	9070910	0,541	0,747	1,087	Palma Pastagem
CA 2	734166	9070922	0,349	0,781	0,942	Goiaba, Pastagem
CA 3	734248	9070952	0,558	0,724	1,064	Pimentão, Repolho
CA 4	734317	9070966	0,559	0,834	1,458	Cenoura, Pimentão
CA 5	734377	9071018	0,553	0,811	1,473	Mangueira, Mamão
CA 6	734455	9070974	0,511	1,081	1,219	Pastagem
CA Josa	734718	9071024	0,436	0,828	1,222	Bananeira, Capim, Coentro, Pimentão, Tomate
CA 27	735516	9071416	0,619	0,580	0,973	Goiaba, Pimentão, Tomate

No entanto, ainda segundo Dias *et al.* (2016), a água de boa qualidade para irrigação deve apresentar $CE < 0,75 \text{ dS m}^{-1}$, e o crescimento das plantas só é afetado quando a $CE > 2,0 \text{ dS m}^{-1}$. Logo, embora as culturas irrigadas apresentem baixa tolerância a salinidade, a variação da CE no vale aluvial flutua em uma faixa aceitável, que permite adequado desenvolvimento das culturas, sem comprometer a salinidade dos solos.

4 - CONCLUSÕES

Verificou-se que para a recuperação do aquífero nas condições de vale aluvial do semiárido é necessária uma precipitação acumulada de aproximadamente 600 mm, na estação chuvosa, e cerca de 50 dias chuvosos em um período de 90 dias.

A condutividade elétrica da água dos poços apresentou uma faixa intermediária de variação, ocorrendo entre 0,60 dS m⁻¹ e 0,90 dS m⁻¹ ao longo do tempo do estudo.

O aquífero aluvial estudado tem potencial para atender à demanda para irrigação dos cultivos ao longo do vale do Mimoso.

AGRADECIMENTOS

À FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), ao projeto Aliança para Gestão de Recursos Hídricos no Semiárido de Pernambuco (Consórcio UNIVERSITAS), financiado pela FACEPE (Processo No. APQ-0300-5.03/17), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), e ao Laboratório de Água e Solo (LAS) por todo apoio para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. J. C., RÊGO, J. C., GALVÃO, C. D. O., & VIEIRA, J. B. D. A. (2018). *“Limits and conditions for the exploitation of alluvial aquifers in the Brazilian semi-arid region”*. RBRH, v.23.
- ANDRADE, E. M. D., AQUINO, D. D. N., LUNA, N. R. D. S., LOPES, F. B., & CRISÓSTOMO, L. D. A. (2016). *“Dinâmica do nível freático e da salinização das águas subterrâneas em áreas irrigadas”*. Revista Ceres, v.63, n.5, p.621-630.
- ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. M. (2015). *“Climate analysis of the rainfall in the lower-middle stretch of the São Francisco river basin based on the rain anomaly index”*. Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online), v.2, p.188-202.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Food, agriculture organization of the United Nations (FAO). (1994). *“Water quality for agriculture”*. FAO Irrigation and Drainage Paper v.29, Rome.

- CARVALHO, A. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; TEODORO, E. V. D.; BATISTA, V. H. A. (2018). *“Dinâmica hidro-salina em aquífero aluvial durante período de escassez hídrica e chuvoso no semiárido pernambucano”*. In: XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Julho.
- COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S.; ALMEIDA, C. N., SILVA, B. B.; OLIVEIRA, L. M.; GUSMÃO, A. C. V.; FREITAS, E. S.; MONTENEGRO, A. A. (2017). *“Alluvial groundwater recharge estimation in semi-arid environment using remotely sensed data”*. Journal of Hydrology, v.548, p.1-15.
- CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R. (2001). *“Levantamento detalhado de solos da fazenda Nossa Senhora do Rosário (Pesqueira-PE)”*. Recife: UFRPE/UFPE/CNPq/BNB.
- DE ALBUQUERQUE, C. G., MONTENEGRO, S. M. G. L., DE ASSUNÇÃO MONTENEGRO, A. A., & JÚNIOR, R. V. D. P. F. CLEBER GOMES. (2015). *“Recarga de aquífero aluvial sob uso agrícola”*. Águas Subterrâneas, v.29, n.1, p.60-71.
- DIAS, N. S., BLANCO, F. F., SOUZA, E. R., FERREIRA, J. F. S., NETO, O. N. S., & QUEIROZ, Í. (2016). *“Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade (Salinity effects on plants and tolerance of crops to salinity)”*. Book Chapter, p.151-162.
- DOS SANTOS FERREIRA, P., GOMES, V. P., GALVÍNCIO, J. D., DOS SANTOS, A. M., & DE SOUZA, W. M. (2017). *“Avaliação da tendência espaço-temporal da precipitação pluviométrica em uma região semiárida do estado de Pernambuco”*. Revista Brasileira de Climatologia, v.21.
- FONTES JÚNIOR, R. V.; MONTENEGRO, A.A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, T. E. M. (2012). *“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.
- LIU, G., LI, J., ZHANG, X., WANG, X., LV, Z., YANG, J., ... & YU, S. (2016). *“GIS-mapping spatial distribution of soil salinity for Eco-restoring the Yellow River Delta in combination with Electromagnetic Induction”*. Ecological engineering, v.94, p.306-314.
- MARTINS, L. D. (2016). *“Caracterização morfológica e granulométrica de depósitos aluviais semiáridos”*. Revista de Geociências do Nordeste, v.2, p.63-72.
- MONTEIRO, A. L. N.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. (2014). *“Modelagem de fluxo e análise do potencial hídrico de aquífero aluvial no semiárido de Pernambuco”*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.19, n.3, p.151-163.

- MONTENEGRO, A. A. A. (1997). “*Stochastic Hydrogeological modelling of aquifer salinization from small scale agriculture in Northeast Brazil*”. University of Newcastle, 220p. PhD Thesis.
- MONTENEGRO, S. G.; SILVA JUNIOR, J. G.; MONTENEGRO, A.A.A.; CARVALHO, J. F.; FILHO, J. A. A. (2013). “*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.
- MONTENEGRO, S. M. G. L., MONTENEGRO, A. D. A., MACKAY, R., & OLIVEIRA, A. D. (2003). “*Dinâmica hidro-salina em aquífero aluvial utilizado para agricultura irrigada familiar em região semiárida*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.8, n.2, p.85-92.
- RÊGO, J. C. (2012). “*Bewirtschaftung kleiner alluvialer Grundwasservorkommen im semiariden Nordosten Brasiliens*”. Tese de Doutorado. Hannover: Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.
- SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANDRADE, T. S.; FONTES JÚNIOR, R. V. P. (2012). “*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.