

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E PH DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DEVIDO A APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA E ADUBAÇÃO MINERAL EM SOLO COM CULTIVO DE SOJA

Emanuelli Bastos Garcia^{1*}, Jonathan Dieter²; Silvio Cesar Sampaio³, Camila Jussara Schmidt⁴; Rayssa Fernanda dos Santos⁴; Augusto Tessele⁴

SAP 20-OU Data envio: 18/08/2014 Data do aceite: 02/10/2014
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471
Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. suplemento, dez, p. 295-299, 2015

RESUMO - A intensificação da suinocultura no país tem gerado uma elevada produção de resíduos, os quais são utilizados de maneira indiscriminada. Uma alternativa viável é a utilização da água residuária da suinocultura (ARS) por meio da fertirrigação. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a condutividade (CE) e pH do escoamento superficial em função da aplicação de ARS (0, 75, 150, 225 e 300 m³ ha⁻¹ e adubação mineral (ADM), (0, 25%, 50%, 75% e 100% da recomendada) em solo cultivado com soja em diferentes declividades (i) (4%, 9%, 14%, 19% e 24%) e precipitações (Ip) (45, 60, 75, 90 e 105 mm h⁻¹). O experimento realizou-se em delineamento composto central rotacional (DCCR), em esquema fatorial, com pontos axiais e centrais, totalizando 28 ensaios. Simulou-se a Ip após aplicação das adubações, coletando-se a solução escoada onde se avaliou a CE e pH. Após a análise dos resultados pode-se concluir que a ARS foi a única variável que apresentou efeito significativo na condutividade elétrica e no pH. Verificou-se que com o passar do tempo de escoamento ocorreu redução na concentração de sais na solução escoada.

Palavras-chave: condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, escoamento superficial.

Electrical conductivity and pH of surface runoff due to the application of swine culture wastewater and mineral fertilizer in a soil cultivated with soybean

ABSTRACT - The intensification of pig farming in Brazil has led to an increase of incorrect wastewater allocation, but fertigation emerges as a potential solution. The aim of this study was to evaluate the electrical conductivity (EC) and pH of surface runoff due to the application of pig farming wastewater (0, 75, 150, 225 and 300 m³ ha⁻¹) and mineral fertilizer (0, 25%, 50%, 75% and 100% of the fertilizer recommendation) in a soil cultivated with soybean under different slopes (4%, 9%, 14%, 19% e 24%) and precipitation intensity (45, 60, 75, 90 e 105 mm h⁻¹). The experiment was conducted using the Rotated Central Composite Design (RCCD), in a 2 x 4 factorial scheme, containing axial and central points, totaling 28 tests. The precipitation was simulated after the fertilizer application, and then the wastewater was collected to evaluate its pH and electrical conductivity. The results revealed that only pig farming wastewater showed significant effect to both electrical conductivity and pH. Moreover, it was verified that the salt concentration in the drained wastewater decreased as time went by.

Key words: electrical conductivity, hydrogenionic potential, surface runoff.

¹Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, PR. E-mail: ebastosgarcia@gmail.com *Autor para correspondência

²Professor adjunto, Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, PR. E-mail: jonydieter@gmail.com

³Professor Associado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. E-mail: silvio.sampaio@unioeste.br

⁴Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, PR

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água residuária de suinocultura (ARS), além de servir como fonte de nutrientes, constitui-se numa prática de reutilização da água, evitando poluição de lenções freáticos e do solo. Uma alternativa para o beneficiamento da ARS é a aplicação da fertirrigação em várias culturas. Estudos efetuados demonstram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas fertirrigadas com águas residuárias, desde que estas culturas sejam adequadamente manejadas (SILVA et al., 2012).

Tornando-se importante a determinação de alguns parâmetros como a condutividade elétrica (CE) e a acidez da água lixiviada no perfil do solo após a aplicação. A determinação da acidez, ou pH, em amostras agronômicas é de extrema importância na determinação da produção agrícola pois essa propriedade é um indicador de suas condições químicas. Interferindo na forma como os vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal estão disponíveis, favorecendo ou não sua liberação para uso pelas plantas (Da SILVA, 2009). A medida da condutividade elétrica figura-se como outro indicador de qualidade do solo, representando uma estimativa da quantidade total de sais presentes no extrato (resíduo-água), levando em consideração que a resistência para a passagem de corrente elétrica diminui com o aumento da concentração de sais (RAIJ et al., 1987).

Tendo em vista tais parâmetros, o objetivo do trabalho foi avaliar a condutividade elétrica e o pH em diferentes taxas de aplicação de ARS, declividade, intensidade de precipitação e adubação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, localizada na cidade de Palotina, Paraná, Brasil. Fixada a 24° 17' 36" de latitude Sul e 53° 50' 26" de longitude Oeste e altitude de 348 metros. Onde o solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférrico. O clima é Subtropical Cfa (segundo a classificação de Köppen), com verões quentes e invernos frios ou amenos. Geadas são frequentes no período mais frio, podendo acontecer no período entre o fim de maio e o início de setembro. A média anual de temperatura é de 20°C (Da Silva, 2012).

Para o planejamento estatístico do estudo, utilizou-se delineamento composto central rotacional (DCCR) (HAALAND, 1989), em planejamento fatorial completo 24, com pontos axiais ($\alpha = (2n)1/4$). Na Tabela 1, encontra-se a matriz de planejamento dos níveis dos fatores independentes estudados para os vinte e oito ensaios realizados.

Para possibilitar a coleta do escoamento superficial foram adotados lisímetros de drenagem suspensos, de áreas superficiais de coleta equivalente a 0,7m² (0,70 m x 1,00 m). Sendo sustentados por uma

estrutura metálica que permitiu o ajuste da declividade do solo em 4%, 9%, 14%, 19% e 24%.

O solo utilizado no experimento apresentava característica inicial, na profundidade de 0-0,20 m, de pH (em H₂O) 5,8 e CE de 307 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Já a ARS utilizada, for coletada na saída do biodigestor de uma unidade de produção de leitões, apresentava pH 7,8 e CE 7.300,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Realizou-se a semeadura de forma manual, simulando-se a semeadura em curva de nível mecanizado. A cultivar de soja utilizada foi TMG 7161 – 13 RR, com um estande de 320 mil plantas ha⁻¹, semeadas com espaçamento entre linhas de 0,40 m, totalizado três linhas no lisímetro. As taxas de adubação, descritas na Tabela 1, foram dispostas na profundidade de 0,05 m, enquanto a semeadura foi realizada na profundidade de 0,03 m. Adotou-se que seriam utilizados 300 kg ha⁻¹ como 100% da adubação mineral recomendada para a cultura, na formulação 2-20-18.

As aplicações das taxas de ARS (0; 75; 150; 225 e 300 m³ ha⁻¹), referentes a cada ensaio descrito na Tabela 2, foram feitas na superfície (0,7 m²) de forma manual com o auxílio de regador, dez minutos após a semeadura.

Trinta minutos após a aplicação da ARS, foi simulada a intensidade de precipitação (Ip), mediante ao simulador de chuvas operando a pressão de 32,7 kPa, por um período de 72 min de escoamento superficial.

A coleta do escoamento superficial deu-se ao longo do tempo de escoamento superficial. Retirou-se uma amostra do escoamento gerado a cada 1/3 do tempo de simulação, ou seja, foi coletada uma amostra do escoamento gerado até o tempo de simulação de 24 minutos, outra amostra do escoamento gerado no tempo de simulação de 24 a 48 min e uma última amostra, no tempo de simulação entre 48 e 72 min. Dessa forma adotou-se com 1 para os primeiros 33% de escoamento, 2 para o escoamento intermediária e 3 para final.

Nas amostras coletadas de cada momento (1, 2 e 3) foram determinadas a CE e pH por leitura direta, com auxílio de condutivímetro e pHmetro respectivamente.

Para análise dos dados obtidos utilizou-se o delineamento composto central rotacional (DCCR) (HAALAND, 1989), em um planejamento fatorial completo 24, com pontos axiais ($\alpha = (2n)1/4$), totalizando 28 ensaios, analisado como medida repetida no tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O delineamento adotado (DCCR) permitiu otimizar o experimento pela redução no número de ensaios e por meio da função superfície de resposta mostrou como as variáveis influenciaram a resposta.

Observa-se na Figura 1 que dentre os fatores independentes estudados, a ARS foi o único que teve efeito significativo, a nível de 5% de significância, sobre a condutividade elétrica da solução escoada da superfície do solo para os três momentos de avaliação.

TABELA 1. Matriz do planejamento completo 2^4 com os valores reais e codificados das variáveis independentes: ARS, ADM, Ip e i.

Ensaio	Reais				
	ARS	ADM	Ip	i	
	$m^3 ha^{-1}$	%	$mm h^{-1}$	(%)	
1	75	25	60	9	Fatorial
2	225	25	60	9	
3	75	75	60	9	
4	225	75	60	9	
5	75	25	60	19	
6	225	25	60	19	
7	75	75	60	19	
8	225	75	60	19	
9	75	25	90	19	
10	225	25	90	19	
11	75	75	90	19	
12	225	75	90	19	
13	75	25	90	9	
14	225	25	90	9	
15	75	75	90	9	
16	225	75	90	9	
17	150	50	75	14	Central
18	150	50	75	14	
19	150	50	75	14	
20	150	50	75	14	
21	0	50	75	14	Axial
22	300	50	75	14	
23	150	0	75	14	
24	150	100	75	14	
25	150	50	45	14	
26	150	50	105	14	
27	150	50	75	4	
28	150	50	75	24	

*Cada ensaio foi realizado individualmente

Na Figura 2, verifica-se que a ARS foi significativa (5% de significância) sobre o pH nos dois primeiros momentos do escoamento. No terceiro momento nem um dos fatores independentes avaliados teve efeito estatisticamente significativo.

Na Tabela 2, são apresentados os modelos de regressão linear, ajustados sobre a variável resposta CE, assim como os coeficientes de determinação (R^2) e os valores da razão de F_{cal}/F_{tab} , obtidos a partir da análise de variância (ANOVA) para o cada momento avaliado.

A partir da avaliação do modelo, apresentado nas Eq.1, Eq. 2 e Eq.3, foi observado que as concentrações na

CE diminuíram no decorrer do tempo de escoamento superficial. Verifica-se através dos coeficientes angulares das Eq.1, Eq.2 e Eq.3 que a ARS potencializa a perda de sais no início do escoamento superficial. Sendo que o momento 1, quando comparado aos momentos 2 e 3, apresenta uma perda de 4,2 e 7,5 vezes maior.

Tal comportamento pode ser explicado pela alta concentração de sais da ARS ($7.300 \mu S cm^{-1}$) e, como a mesma foi colocada sobre a superfície, parte ficou retida na palhada, e com a incidência logo em seguida da Ip, foi transportada junto do escoamento superficial.

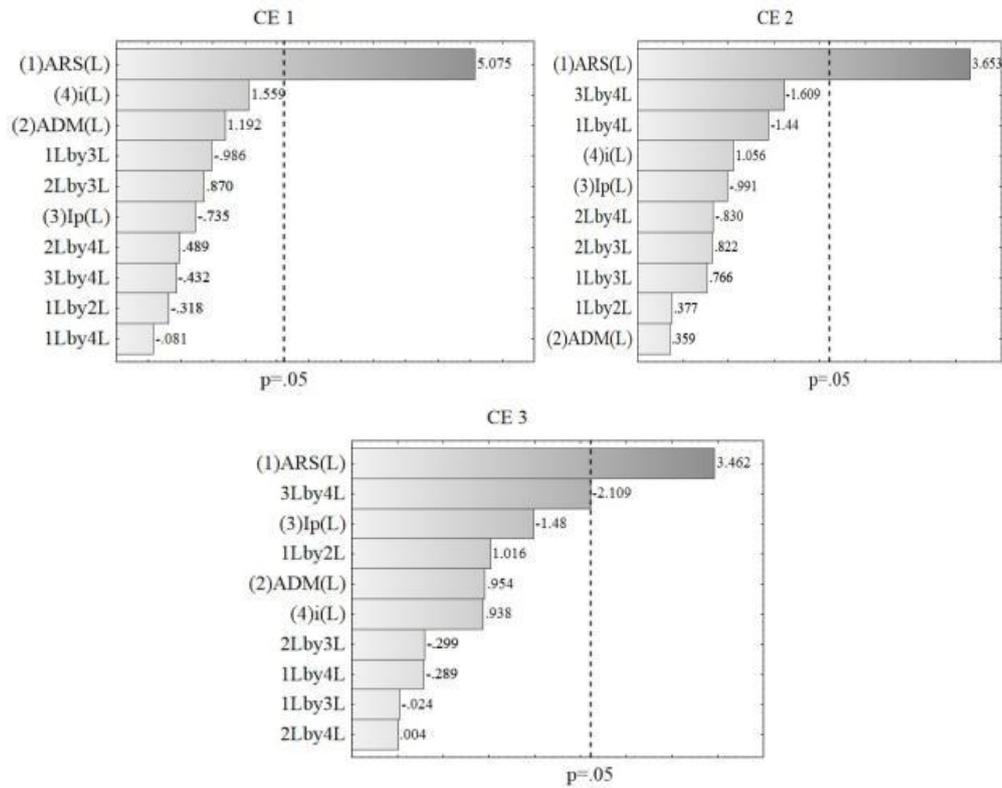


FIGURA 1 – Diagrama de Pareto para a condutividade elétrica nos três momentos avaliados do escoamento superficial.

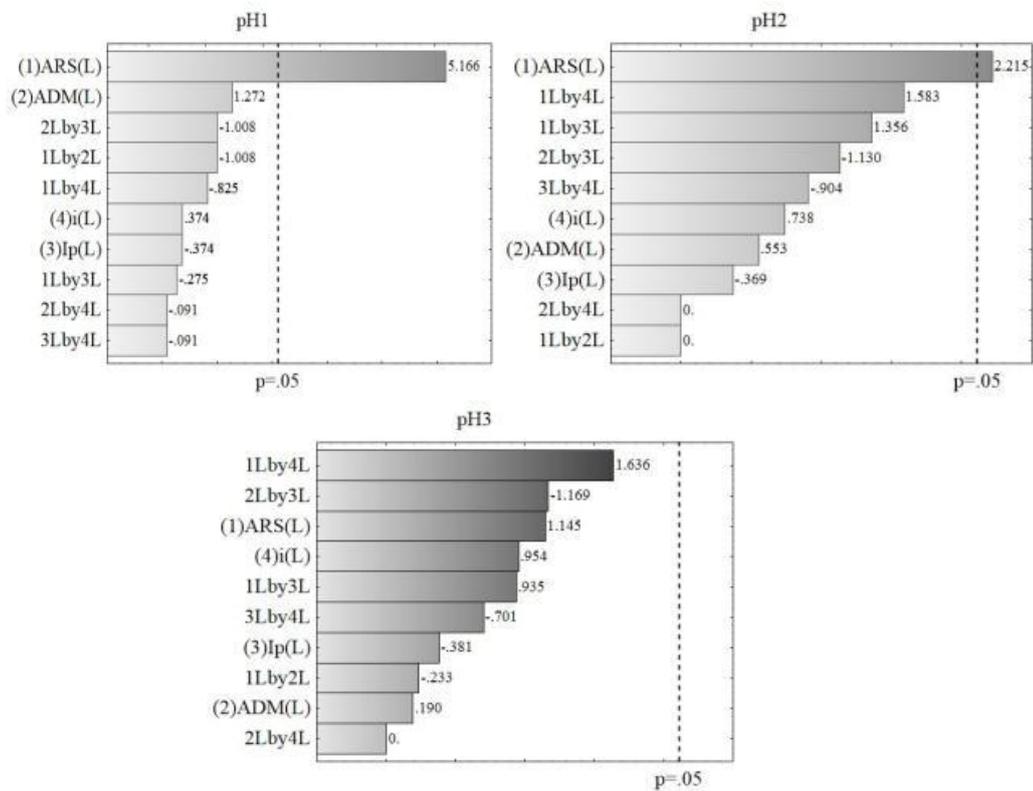


FIGURA 2- Diagrama de Pareto para a pH nos três momentos avaliados do escoamento superficial.

TABELA 2. Modelos de regressão lineares obtidos para a condutividade elétrica (CE) na solução percolada durante o período APA.

Equação	Modelo de regressão ¹	R ²	Fcal/Ftab
Eq.1	CE = 465,06 + 133,53ARS	0,52	6,69*
Eq.2	CE = 237,00 + 30,92 ARS	0,51	4,22*
Eq.3	CE = 210,23 + 17,78 ARS	0,31	2,76*

Eq.: Equação; ¹: Variáveis de entrada codificadas; R²: coeficiente de determinação; Ftab(3;24;0,05)=3,01*: significativo pelo teste F a 5%. CE (uS.cm⁻¹)

TABELA 3. Modelos de regressão lineares obtidos para o pH na solução percolada durante o período APA.

Equação	Modelo de regressão ¹	R ²	Fcal/Ftab
Eq.4	pH1 = 8,13 + 0,29 ARS	0,5515	6,69*
Eq.5	pH2 = 7,98 + 0,10 ARS	0,1673	4,22*
Eq.6	-	-	0,34 ^{ns}

Eq.: Equação; ¹: Variáveis de entrada codificadas; R²: coeficiente de determinação; Ftab(1;26;0,05)=4,23*: significativo pelo teste F a 5%.

Percebeu-se nos valores da CE do escoamento superficial do primeiro momento (de 0 a 24 minutos de escoamento), que as lâminas de ARS e o volume escoado não foram suficientes para carregarem quantidade de sais suficiente para ultrapassarem o parâmetro do potencial de uso “sem restrição”, proposto AYRES e WESTCOT (1991). Visto que todas CEa's ficaram a baixo de 0,7 dS/m. Analisando-se os dados pela classificação de MANTOVANI (2006), os escoado encontram-se na classe C1, pois todos os valores de concentração de sais encontrados ficaram abaixo de 0,250 dS/m.

Observa-se para o pH, através das Eq.4 e Eq.5 que a ARS proporcionou maiores valores de pH da solução escoada no início do escoamento. Verifica-se pelo coeficiente angular que a ARS no início do escoamento, proporciona um aumento de 2,9 vezes, quando comparada com o segundo momento.

CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados pode-se concluir que a ARS foi a única variável que apresentou efeito

significativo na condutividade elétrica e no pH. Verificou-se que com o passar do tempo de escoamento ocorre a redução na concentração de sais na solução escoada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. H.R.
- Da SILVA, E.C. et al. **Diagnóstico energético em aviários de frangos de corte**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Revista Cultivando o Saber. Cascavel, PR. 2012.
- Da SILVA, F.C. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. **Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, DF. 2009.
- HAALAND, P.D. **Experimental Design in Biotechnology**. 259p. New York. Marcel Dekker, 1989.
- MANTOVANI E.C., BERNARDO, S.; PALARETTI L.F., **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: Ed UFV, 2006.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill. 1987. 170p.
- SILVA, J.B.G. et al. **Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do Solo em uma área fertirrigada com água residuária de Bovinocultura de leite**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, p.250-263, 2012.