

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO EM ÁREA DE BARRAGEM SUBTERRÂNEA LOCALIZADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Alfredo Mendonça de Sousa¹, Claudivan Feitosa Lacerda², Thales Vinícius de Araújo Viana³,
Francisco Mardonio Sérvulo Bezerra⁴, Carlos Henrique Carvalho Sousa⁵,
Adriana Cruz de Oliveira⁶

RESUMO: A região semiárida do Brasil caracteriza-se, dentre outros aspectos, pela baixa disponibilidade hídrica, de forma que tecnologias como barragens subterrâneas constituem-se em importante estratégia para melhoria da qualidade de vida da população local. Diante disso, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial de parâmetros químicos de um solo do semiárido cearense em área de barragem subterrânea. As coletas foram realizadas no município de Quixadá-CE em novembro de 2018. Avaliou-se a condutividade elétrica, o pH e os teores de P e C orgânico. Os dados foram submetidos à análise de estatística descritiva e elaborou-se gráficos de distribuição por krigagem. Verificou-se significativa variabilidade e moderado índice de dependência espacial dos dados, explicitando o caráter dinâmico destes em campo.

PALAVRA-CHAVE: Barragem subterrânea, semiárido, sustentabilidade, armazenamento de água.

CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL IN AN UNDERGROUND DAM AREA OF THE BRAZILIAN SEMI-ÁRID

ABSTRACT: The semi-arid region of Brazil is characterized, among other things, by low water availability, so that technologies such as underground dams are an important strategy for improving the quality of life of the local population. Thus, the objective was to evaluate the spatial variability of chemical parameters of a soil of Ceará semi-arid in an underground dam area. The samples were collected in the city of Quixadá-CE in November 2018. The

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, (85) 9 8739-1384, alfredomendonca121@gmail.com

² Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, (85) 9 9618-5717, cfeitosa@ufc.br

³ Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, (85) 9 8766-8745. thales@uf.br

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza-CE, (85) 9 9645-3849, mardonesagronomia@gmail.com

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola, UFC – Fortaleza-Ce, (85) 3366-9755, sousaibiapina@yahoo.com.br

⁶ Mestranda em Engenharia Agrícola, UFC – Fortaleza-Ce, (85) 3366-9127, drica_fj@hotmail.com.br

electrical conductivity, the pH and the organic P and C contents were evaluated. Data were analyzed by descriptive statistics and kriging distribution graphs were elaborated. Significant data variability was verified, explaining the dynamic character of the field variables, and moderate spatial dependence index.

KEYWORDS: Underground dam, semiarid, sustainability, water storage.

INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil caracteriza-se, dentre outros aspectos, pela prática de agricultura de subsistência onde muitos produtores exploram a atividade de forma dependente da chuva, sendo este aspecto o principal entrave para a obtenção de níveis adequados de produção. Brito *et al.* (2007) destacam que nesta região, as precipitações pluviométricas são inferiores a 800 mm, apresentando uma distribuição irregular, tanto temporal como espacialmente, fato agravado ainda pela alta disponibilidade de energia para processos evaporativos, estimando-se uma evaporação potencial de 2.000 mm ano⁻¹.

Neste cenário, faz-se necessário a utilização de tecnologias capazes de captar e armazenar a água oriunda de precipitações pluviométricas. Nesse contexto, a barragem subterrânea apresenta-se com uma alternativa viável técnica e economicamente. Barbosa *et al.* (2008) apontam esta tecnologia como uma alternativa de grande relevância no aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis e na produção de alimentos.

O conhecimento da variabilidade de atributos do solo sejam eles químicos, físicos ou biológicos, constitui-se em uma relevante ferramenta para a compreensão dos impactos de determinados manejos sobre a qualidade do solo, bem como auxilia na definição de possíveis intervenções a serem aplicadas à área (adubação, aração, calagem, etc.). Nesse sentido, Neto *et al.* (2015) afirmam que se pode monitorar a maneira como os atributos físicos se comportam em determinado solo avaliando-se sua distribuição espacial. Concordando com a importância do conhecimento da variabilidade das propriedades do solo, Lima *et al.* (2007) salientam que tal conhecimento é importante para minimizar os erros de amostragem, além de, conforme citado anteriormente, influenciar no manejo a ser adotado.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a variabilidade espacial de atributos químicos de um solo do semiárido cearense em área de barragem subterrânea.

MATERIAL E METÓDOS

Os dados foram coletados na Fazenda Bom Jardim, propriedade rural no município de Quixadá-CE (04° 58' 17" S; 39° 00' 55" W; 189 m), em novembro de 2018. A barragem foi implantada em 2015 e encontrava-se, no momento das coletas, sob cultivo em consórcio irrigado de milho e feijão. O clima da região, conforme Köppen, classifica-se como semiárido do tipo BsH, quente e seco. A precipitação pluviométrica média anual é 873,3 mm, e temperatura média anual, 26,7 °C com umidade relativa do ar em torno de 70% (BRASIL, 1973).

Delimitou-se uma malha de amostragem, onde coletou-se 38 pontos em uma área de 3.300 m² em 4 fileiras espaçadas em 10 m entre si, onde em cada fileira coletou-se 10 pontos espaçados em 12 m, conforme Figura 1.

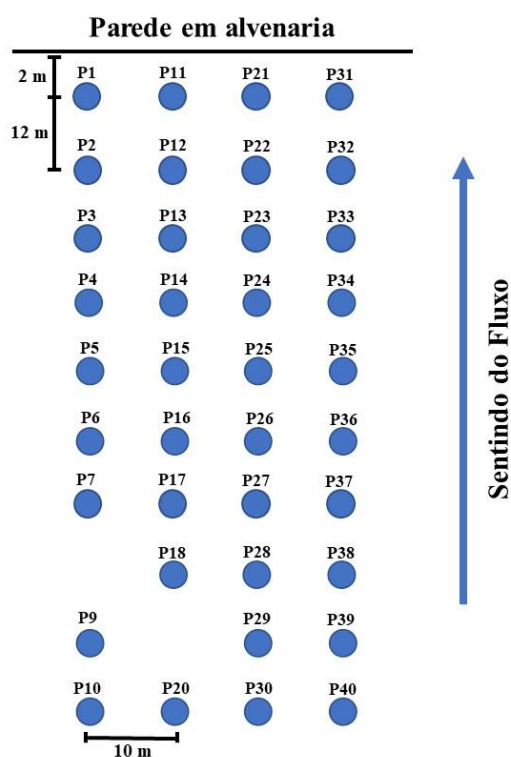


Figura 1. Distribuição dos pontos de coleta na área da barragem subterrânea. Em cada ponto realizou-se duas amostragens: 0 - 20 cm e 20 - 40 cm.

Coletou-se amostras de solo em duas profundidades (0 - 20 cm e 20 - 40 cm) às quais foram devidamente identificadas para posterior análises laboratoriais. Determinou-se a condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes), pH em água, teor de fósforo por espectrofotometria, conforme Silva *et al.* (2009), e o teor de carbono orgânico do solo.

Submeteu-se os dados à análise de semivariograma para verificação da dependência espacial, pressuposto para a confecção de gráficos por krigagem, conforme Vieira (2000). Modelou-se os semivariogramas no software GS+ versão 9 (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2008). Os gráficos foram confeccionados no software Surfer v.11 (SURFER, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas apresentaram maior variação (maiores variâncias e desvios padrão) em profundidade em relação à camada superficial. A tabela 1 resume a análise de estatística descritiva dos dados.

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados de condutividade elétrica, pH, teor de P e teor de C orgânico na camada de 0 - 20 cm e 20 - 40 cm.

	Camada (cm)	CE (dS m ⁻¹)	pH	Teor de P (mg kg ⁻¹)	C Orgânico (g kg ⁻¹)
Média	0 - 20	1,69	8,20	35,87	6,30
	20 - 40	1,03	7,68	33,29	3,73
Variância	0 - 20	1,88	0,13	338,06	8,23
	20 - 40	0,47	0,05	88,32	4,06
D. Padrão	0 - 20	1,37	0,36	18,38	2,86
	20 - 40	0,68	0,23	9,39	2,01
Erro Padrão	0 - 20	0,22	0,06	2,98	0,46
	20 - 40	0,11	0,04	1,52	0,33
Mínimo	0 - 20	0,32	6,56	5,00	1,44
	20 - 40	0,27	7,18	18,00	0,36
Máximo	0 - 20	7,62	8,69	111,00	16,56
	20 - 40	2,65	8,28	60,00	9,12
CV (%)	0 - 20	81,38	4,38	51,26	45,56
	20 - 40	66,31	3,00	28,23	54,02

Tomando-se por base os limites propostos por Warrick e Nielsen (1980), onde estes consideram como de variabilidade baixa o conjunto de dados que apresenta CV < 12%, variabilidade média para CV entre 12 e 60%, e alta variabilidade para dados para CV > 60%, tem-se que os coeficientes de variação verificados no presente trabalho indicam maior variação para os dados referentes à camada superficial em comparação à camada de 20-40 cm

(exceção à variável pH que apresentou comportamento contrário). Os dados de condutividade elétrica apresentaram alta variabilidade, enquanto os teores de P e C orgânico apresentaram variabilidade média. Em contrapartida, os dados de pH apresentaram baixa variabilidade (CV < 12%)

Verifica-se que a variável condutividade elétrica se apresenta em nível superior em superfície em relação à camada de 20-40 cm (1,69 e 1,03 dS m⁻¹, respectivamente). Esse comportamento era esperado uma vez que na área analisada não se aplicava lâminas de lixiviação ou outra técnica manejo visando reduzir o teor de sais na zona de cultivo. Todavia, é importante destacar que o nível médio de condutividade verificado na área de estudo encontra-se dentro da faixa adequada recomendada para a prática agrícola, conforme Klar (1998). Este autor afirma que os efeitos da salinidade para as plantas são negligenciáveis entre 0 e 2 dS m⁻¹; de 2 a 4 dS m⁻¹, verifica-se a ocorrência de restrição do desenvolvimento de algumas culturas; de 4 a 8 dS m⁻¹, muitas culturas diminuem os níveis de produção; de 8 a 16 dS m⁻¹, só algumas plantas produzem satisfatoriamente e, acima de 16 dS m⁻¹, somente as culturas tolerantes produzem em níveis adequados.

As médias verificadas para a variável pH (8,2 na camada de 0-20 cm e 7,68 na camada de 20-40 cm) demonstram uma condição de alcalinidade no solo. Valores de pH na faixa de alcalinidade em regiões sob condições de clima semiárido é bastante comum, esse fato pode está relacionado, dentre outros fatores, à ocorrência de solos pouco intemperizados que apresentam altos níveis de bases trocáveis, devido ao reduzido processo de lixiviação ocasionado pelos baixos índices pluviométricos. Tais bases competem com íons H⁺ nos sítios de ligação nos colóides do solo. Em regiões cujas condições climáticas favorecem a intemperização de rochas (além de outros agentes de intemperismo), esse processo desencadeia uma série de reações que possibilitam a adição ao solo de substâncias ácidas, fato notadamente pouco expressivo em condições semiáridas (NOVAIS *et al.*, 2007).

Os teores de P maior variabilidade em superfície em comparação com os teores em profundidade (camada 20-40 cm). É importante destacar também que o teor médio observado em superfície P foi levemente superior em comparação à camada 20-40 cm. Esse comportamento pode ser explicado pela baixa mobilidade do P no solo, isto é, aplicações superficiais de P ao solo, normalmente, conduzem a maiores teores deste elemento em superfície. Abordagens nesse sentido podem ser verificadas em Schoninger *et al.* (2013) e Lima *et al.* (2013).

O teor de carbono orgânico seguiu, de forma análoga ao teor de P, todavia em maiores proporções, mostrou-se superior em superfície em comparação com o teor verificado para a

camada de 20-40 cm. O maior acúmulo de carbono orgânico em superfície é característica associada a sistemas de manejo que não envolvem o revolvimento do solo, condição esta à qual a área de estudo estava submetida no presente trabalho, conforme resultados obtidos por Pereira *et al.* (2010).

Os dados foram submetidos à análise de semivariograma, verificando-se dependência espacial, fator que se constitui em pressuposto para elaboração de gráficos por krigagem, conforme apresentados a seguir.

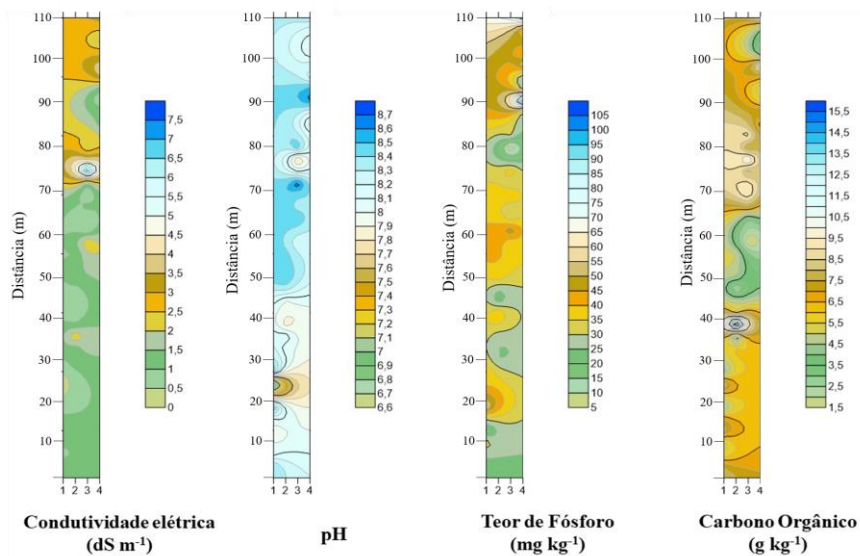


Figura 2. Mapas de Krigagem para as variáveis condutividade elétrica, pH, teor de P e teor de C orgânico na camada de 0 - 20 cm.

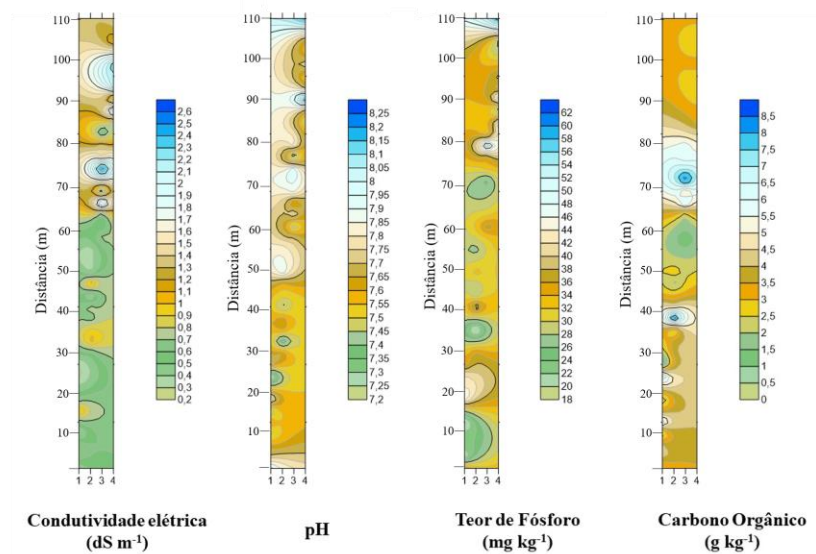


Figura 3. Mapas de Krigagem para as variáveis condutividade elétrica, pH, teor de P e teor de C orgânico na camada de 20 - 40 cm.

Para a análise dos gráficos mostrados nas figuras 2 e 3, é importante destacar que próximo à parede perpendicular ao sentido do fluxo, a umidade é conservada por um maior período de tempo. Esse aspecto indica que próximo à parede da barragem subterrânea seria esperado encontrar menores níveis de salinidade e os menores valores de pH. Essa tendência pode ser observada nas figuras 1 e 2, tanto em superfície quanto em profundidade.

Com relação aos teores de P e C orgânico, observa-se que embora a distribuição apresente-se mais aleatória, pode-se definir zonas de manejos com base nos níveis verificados para os teores de P por exemplo. Para o fósforo verifica-se que próximo à parede tem-se os menores valores, observando-se, adicionalmente, pequenas áreas circulares em tons de verde distribuídas na área que indicam a necessidade de um manejo específico.

CONCLUSÃO

A variável pH constitui-se em um parâmetro de baixa variabilidade, apresentando caráter alcalino sob as condições experimentais utilizadas no presente trabalho.

Os teores de P e C orgânico e a condutividade elétrica apresentam variabilidade média a alta, indicando o aspecto dinâmico destas variáveis em campo.

Estudos como este revestem-se de grande importância para o adequado manejo e sucesso na utilização de tecnologias como as barragens subterrâneas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, ao INCTSal e à ADECE (Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará) pelo suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, A.G.; LOPES, F; SOUZA, J.E.; LIMA, M.S.; BAPTISTA, N.Q.; BROCHARDT, V. Caminhos para a convivência com o semiárido. 3. ed. ASA, 2008. 81 p. il.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Rio de Janeiro: MAPA/SUDENE, v.1, 301 p., (Boletim Técnico, 28). 1973.

BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

GAMMA DESIGN SOFTWARE. GS+: Geostatistics for the environmental Sciences. Gamma Design Software. Michigan: Plainwell, 2008.

KLAR, A.E. A água no sistema solo–planta–atmosfera. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1988. 408p.

LIMA, J.S.S.; OLIVEIRA, R.B.; QUARTEZANI, W.Z. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de pimenta-do-reino. Eng. Agric., v. 15, p. 290-298, 2007.

LIMA, J.S.S.; SILVA, S.A.; SILVA, J.M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto. Revista Ciência Agronômica, v. 44, n. 1, p. 16-23, 2013.

NETO, F.C.C.; SAMPAIO, F.M.T.; VELOSO, M.E.C.; MATIAS, S.S.R.; ANDRADE, F.R.; LOBATO, M.G.R. Variabilidade espacial dos agregados e carbono orgânico total em Neossolo Litólico Eutrófico no município de Gilbués, PI. Revista de Ciências Agrárias, v.58, n.1, p.75-83, 2015.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-537.

SILVA, F.C. et al. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed. Revisada e ampliada. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SURFER. Realese 7.0. Contouring and 3Dsurface mapping for scientists engineers. User s Guide. New York: Golden software, 1999. 619p.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In. NOVAES, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. Tópicos em ciências do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p. 2-54.

SCHONINGER, E.L.; COLPO G.L.; ERNANI, R.P. Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 1, p95-105, 2013

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field.
In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic, 1980. Cap.2,
p.319-344.

PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BEUTLER, S.J.; TORRES, J.L.R. Pesquisa agropecuária
brasileira, v. 45, n. 5, p. 508-514, 2010.