
**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO EM UMA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO
DO PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA JICA NO
MUNICÍPIO DE PEDRO AVELINO-RN**

Dagmar Alves de Oliveira

Mestre em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52172-900, Recife-PE

E-mail: dagmarufrpe@yahoo.com.br. Autor para correspondência

Gustavo Pereira Duda

Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido km 47 da BR 110, Bairro Costa e Silva, Mossoró-RN, CEP 59.625-900.

E-mail: gpduda@ufersa.edu.br

Alessandra Monteiro Salviano Mendes

Engenheira agrônoma, Doutora, Pesquisadora da EMBRAPA Semi-Árido, km 152 da BR 428, Petrolina-PE, CEP: 56302-970. E-mail: amendes@cpatsa.embrapa.br

Rodrigo Alves de Oliveira

Engenheiro Agrônomo, vila mata 830, CEP: 59955-000, Tenente Ananias-RN

E-mail: rodrigoufersa@yahoo.com.br

Michelangelo Bezerra Fernandes

Mestre em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52172-900, Recife-PE

E-mail: michelesam@hotmail.com

RESUMO - Para proposição da melhor prática de recuperação é necessário identificar as principais características de solo indicadoras de degradação ambiental. Para tanto, deve-se lançar mão de análises químicas, físicas e biológicas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar alguns indicadores químicos de degradação ambiental em condições de solos do Semi-Árido. Os solos foram coletados na área do projeto piloto da JICA localizada no município de Pedro Avelino-RN, a escolha da área foi devido ao seu grau de desertificação. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA. As amostras foram coletadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm de profundidade. As análises químicas realizadas foram: pH em água (1:2,5); Condutividade Elétrica (CE) no extrato 1:5; Na^+ , K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} , trocáveis, e P disponível. Pelos resultados, verificou-se que o pH e a CE aumentaram com a profundidade, enquanto para os teores de Na^+ houve variação com o aumento da profundidade. Ao contrário da maioria dos elementos analisados o teor de K^+ no solo tendeu a diminuir com o aumento da profundidade. Os elevados teores de Na^+ encontrados devem ser levados em consideração para a implantação do projeto de recuperação, utilizando-se preferencialmente plantas resistentes à sodicidade.

Palavras-chave: Degradação Ambiental; Análise Química; Semi-Árido.

**CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE SOIL IN AN
IMPLANTATION AREA OF THE RECOVERY PROJECT OF AREAS
DEGRADED OF JICA IN THE MUNICIPAL DISTRICT OF PEDRO
AVELINO-RN**

ABSTRACT - For proposition of the better recovery practice is necessary to identify the main characteristics of index fingers soil of environmental degradation. For so much, it should seize upon chemical, physical and biological analyses. Thus, the goal of this work was to study some chemical indicators of environmental degradation in soils terms of semiarid. The soils were collected in the pilot's area JICA Project located in the municipal district of Pedro Avelino-RN, the choice of the area was due to your desertification degree. The analyses were accomplished in Soil, Plant and Water Analyses Laboratory of the University Semi-arid Rural Federal. The samples were collected in the layers of 5, 10, 20, 30 and 50 cm. The accomplished chemical analyses were: pH in water (1:2,5); Electric Conductivity (CE) in the extract 1:5; Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ and K^+ exchangeable, and P available. By the results, it verified that pH and CE increased with the depth, with regard to

Caatinga (Mossoró, Brasil), v.21, n.1, p.179-188, janeiro/março de 2008

www.ufersa.edu.br/caatinga

the contents of In the Na⁺ in the soil there was variation with the increase of the depth. To the thwart of the majority of the analyzed elements the K⁺ tended to decrease your content in the soil with the increase of the depth, The sodium elevated contents should be carried in consideration for the implantation of the recovery project, using itself preferentially resistant plants of sodicity.

Key words: Environmental Degradation; Chemical Analysis; Semi-Árid.

INTRODUÇÃO

O uso e o manejo inadequado dos solos são apontados como as principais causas de origem antrópica relacionadas com a desertificação. O extrativismo vegetal e mineral, assim como o superpastoreio das pastagens nativas ou cultivadas e o uso agrícola por culturas que expõem os solos aos agentes da erosão são as principais causas dos processos de desertificação (ACCIOLY, 2000). No Brasil, a sobreexploração dos recursos naturais, principalmente na zona Semi-Árida, tida como ambiente ecologicamente instável e de forte ação antrópica (AB'SABER, 1977), faz com que esta região seja considerada bastante susceptível à desertificação. Segundo Conti (1995), os processos de circulação atmosférica predominantes nessa região podem contribuir também de modo significativo para a desertificação.

Os estudos sobre indicadores do processo de desertificação são importantes e é fundamental que estejam entre as prioridades da pesquisa para subsidiar tomada de decisões na esfera político-administrativa, dar condições para se estabelecer prioridades de ações quanto às medidas de prevenção, reabilitação e recuperação de terras degradadas e definir novas linhas de pesquisa (ARAÚJO et al., 2002). Além disso, é importante considerar também que, naturalmente, a degradação de solos ocorre devido às condições climáticas específicas do Semi-Árido. Precipitações pluviométricas intensas e alta taxa de evapotranspiração proporcionam grandes problemas como a perda de matéria orgânica do solo e sua salinização.

Apesar da importância dos temas relacionados a desertificação, as pesquisas ainda são muito limitadas, especialmente no Rio Grande do Norte. Os trabalhos desenvolvidos a nível local são poucos, predominando aqueles de caráter geral, para toda a região Nordeste, sem contar que apenas uma pequena quantidade desse material está disponível, mesmo em bibliotecas públicas (RODRIGUES, 1997).

Alguns indicadores de degradação ambiental são erosão, salinização, sodificação/alcalinização, perda de fertilidade, cobertura vegetal, índice de vegetação, produtividade agrícola, produtividade pecuária,

disponibilidade de água de superfície, disponibilidade de água subterrânea e qualidade da água.

As alterações nas condições químicas de solos cultivados tais como concentração e tipo de íons na solução do solo e variações do pH, podem causar modificações na dispersão da fração argila, degradando a estrutura original do solo, causando alterações nas características físicas do solo (BENITES & MENDONÇA, 1998), o que pode limitar o desenvolvimento vegetal nestas áreas.

Para solucionar o problema, várias práticas de recuperação de áreas degradadas podem ser utilizadas. Porém, antes da proposição da melhor prática de recuperação é necessário identificar as principais características de solo indicadoras de degradação ambiental. Para tanto, deve-se lançar mão de análises químicas, físicas e biológicas do solo.

Neste sentido este trabalho teve por objetivo estudar alguns indicadores químicos de degradação ambiental em condições de solos do Semi-Árido.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área

A área do projeto piloto localiza-se no município de Pedro Avelino-RN que tem uma extensão territorial de 878,2 Km², pertence a microrregião de Angicos, com uma população de 8.014 habitantes. Sua altitude média é de 95 m, situando-se numa posição geográfica determinada pelo paralelo de 05° 30' 18" de latitude sul e 36° 23' 17" de longitude Oeste. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BsW'h', sub-seco, com precipitação média anual de 678 mm, período de 7 a 8 meses seco, escassas precipitações média anual de temperatura é 27,4 °C (AMARO FILHO, 1991). Os solos predominantes na região são os Neossolos Litólicos, os Luvisolos Crômicos, fase caatinga hiperxerófila, e os Neossolos Quartzarênicos.

Coleta e preparo das amostras

Em uma área com extensão de 3 ha destinada à implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas da JICA (Japan International Cooperation

Agency) foram abertos três perfis de solo. A escolha da área foi devido ao seu grau de desertificação, com o solo classificado como Neossolos Litólico, fase caatinga hiperxerófila. As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm de profundidade, em agosto de 2004. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, devidamente etiquetado, e conduzido ao Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm (TFSA) e, novamente, acondicionadas em sacos plásticos etiquetados.

Análises químicas

Determinaram-se: o pH em água (1:2,5); a condutividade elétrica (CE) no extrato 1:5; os teores de Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ trocáveis e P disponíveis, todos de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressões, utilizando o software SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética) da Universidade Federal de Viçosa Saeg (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral pôde-se observar que nos três perfis de solo caracterizados há um aumento do pH com a profundidade de coleta (Figura 1), por causa da menor concentração de Al trocável nestas camadas de solo. Além disso, o aumento do pH está relacionado com o aumento do teor de cálcio trocável no solo. Em média, os valores de pH do solo, variaram entre 5,47 e 9,15 nos três perfis analisado. Em solos, pH abaixo de 4,5 normalmente interfere na disponibilidade de nutrientes e conseqüentemente, por si só, essa acidez indica condições desfavoráveis ao crescimento vegetal Brady (1983) e Tomé Jr. (1997). O solo fica, portanto, pobre em Ca e Mg principalmente, com alto teor de Al, alta fixação de P e deficiência de micronutrientes.

Análise dos dados

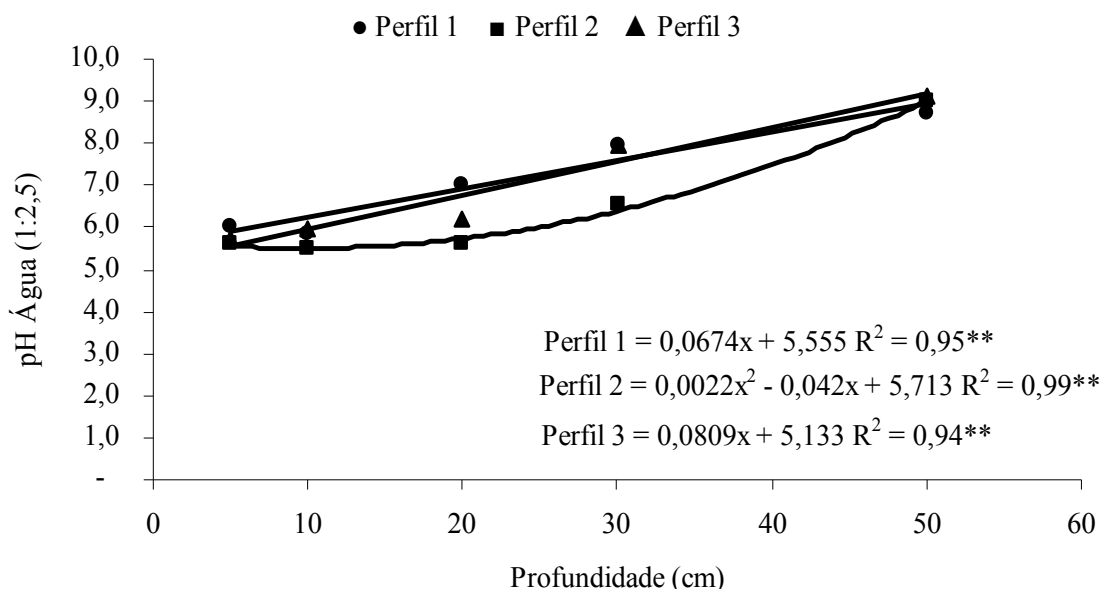


Figura 1 - Valores médios de pH para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. ****** * significativo a 1, 5% de probabilidade.

Nos três perfis, há uma tendência de diminuição seguida de um aumento da condutividade elétrica (CE) com a profundidade de coleta (Figura 2). Provavelmente, este aumento está relacionado com o aumento da concentração de Na trocável no solo (Figura 3). A condutividade elétrica é um parâmetro muito utilizado em regiões que apresentam baixos índices pluviométricos, como as regiões de clima Árido e Semi-Árido, ou áreas litorâneas que possuem influências do mar, principalmente, porque podem apresentar concentração de sais em solução a níveis que prejudiquem o desenvolvimento de certos

cultivos. Nas regiões tropicais úmidas, a CE não é um fator que gera preocupação aos produtores rurais, em função da quantidade de sais presente em solução do solo ser pequena, não possuindo capacidade, portanto, de interferir no desenvolvimento dos cultivos (BRANDÃO & LIMA, 2002). Na área do estudo a condutividade elétrica teve uma variação entre 0,03 a 0,32 dS m⁻¹.

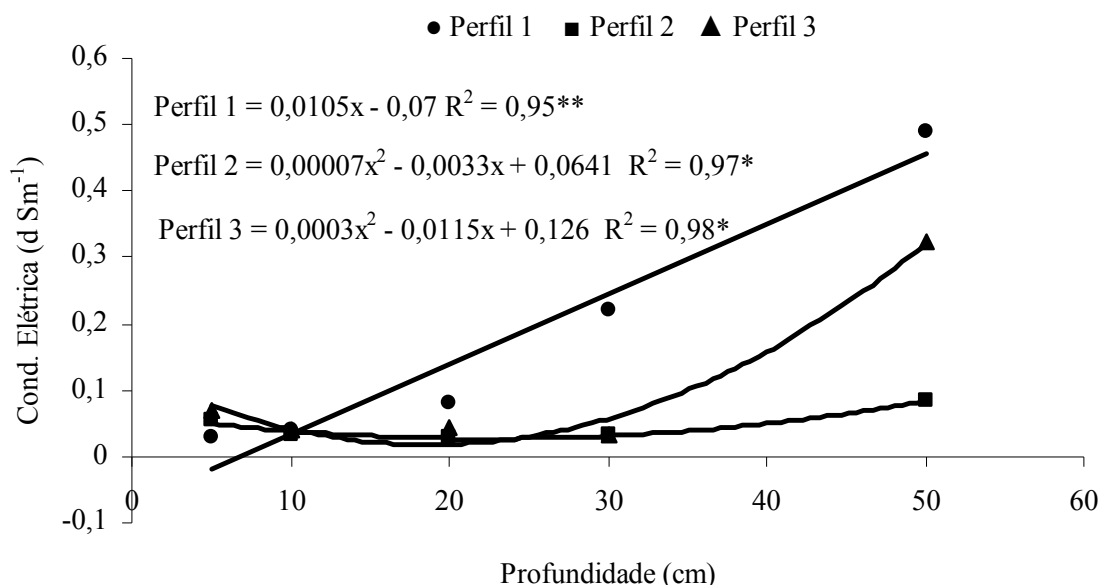


Figura 2 - Valores médios de condutividade elétrica para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. ** * significativo a 1, 5% de probabilidade.

Os elevados teores de sódio observados nesta área de estudo devem ser levados em consideração para a implantação do projeto de recuperação, utilizando-se preferencialmente plantas resistentes à salinidade e sodicidade.

A sodicidade dos solos reduzem o potencial produtivo de grandes áreas do globo. Esses processos provocam a dispersão da argila, causando redução da penetração de água, ar e raízes e da sua capacidade de retenção de água disponível, dificultando uma

agricultura adequada e eficiente Levy et al. (1998) e Shaw et al. (1998). Para reabilitar os solos afetados por sais e incorporá-los à produção agrícola, é oportuno que seja promovida a remoção do sódio dos sítios de troca, usualmente proporcionada pela aplicação de gesso, seguida de lixiviação. A reação de troca entre o gesso e o sódio do solo depende do contato do corretivo com as partículas do solo e da taxa de remoção de sódio da solução do solo (ILYAS et al., 1997).

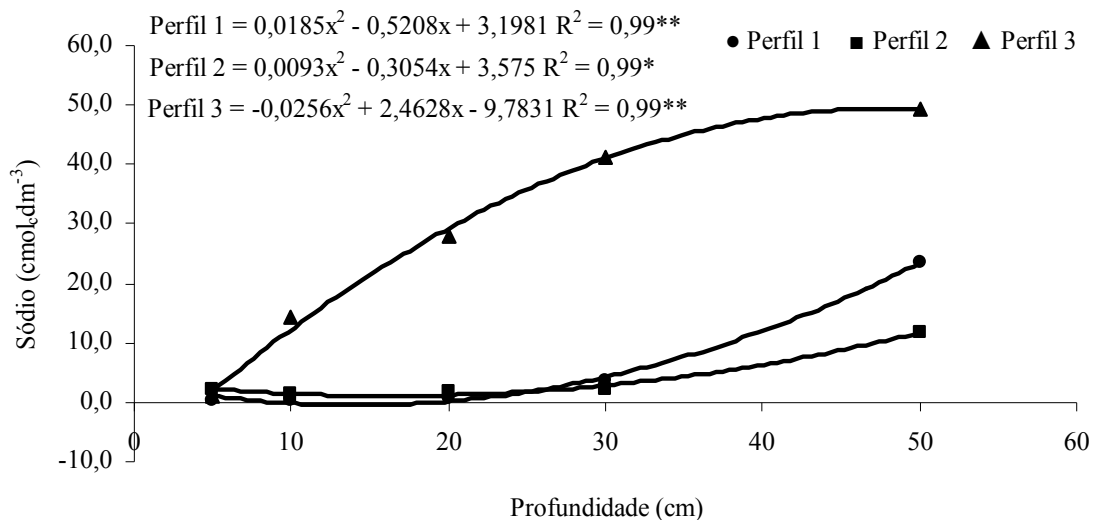


Figura 3 - Valores médios dos teores de sódio trocável para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. ****** significativo a 1, 5% de probabilidade.

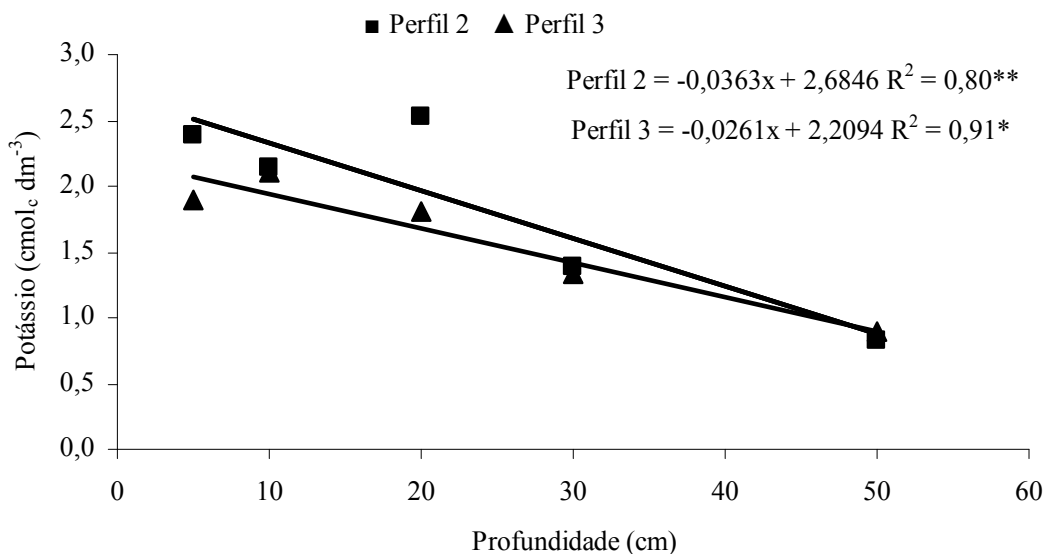


Figura 4 - Valores médios do teor de potássio trocável para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. ****** significativo a 1, 5% de probabilidade.

Não foi possível o ajuste de regressão aos dados das características químicas do potássio para o perfil 1. Para os perfis 2 e 3, respectivamente, os coeficientes angulares negativos (-0,0363 e -0,0261), das equações ajustadas demonstram uma tendência de diminuição do teor de potássio trocável no solo, decrescendo linearmente em função da profundidade

de coleta (Figura 4). A maior parte das amostras apresentou teores variando entre 0,82 a 5,0 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, sendo os maiores teores encontrados nas camadas superficiais. Desta forma, pode-se dizer que, dependendo das culturas a serem instaladas nessas áreas, devido à predominância de teores médios de potássio, as mesmas encontrarão suprimento do

elemento suficiente para o seu desenvolvimento (RAIJ, 1991). A disponibilidade de K no solo e a sua absorção pelas plantas estão relacionados com a disponibilidade dos cátions divalentes, Ca^{2+} e Mg^{2+} , dominantes do complexo de troca. Ainda assim, a

Os coeficientes angulares positivos das equações de regressão ajustadas demonstram uma tendência de aumento dos teores de Ca e Mg trocáveis no solo em função da profundidade de coleta (Figura 5 e 6), apresentando comportamento linear, exceto para o teor de Mg no perfil 3 (Figura 6). Em média, houve uma variação dos teores de Ca entre os perfis de 2,77 a 11,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e dos teores de Mg de 0,50 a 5,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, sendo, portanto, considerados elevados (TOMÉ JR., 1997). O Ca é um nutriente com papel

absorção do K pelas plantas é favorecida em comparação com outras espécies catiônicas sendo, dentre os cátions macronutrientes, o que se apresenta, em geral, em menor e maior concentração no solo e na planta, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2001). preponderante no crescimento radicular das plantas. Quando sua saturação no complexo de troca é inferior a 20%, há forte limitação ao crescimento das raízes no solo, na maioria das espécies cultivadas (QUAGGIO, 2000).

Assim como o Ca, o Mg apresentou boa distribuição em profundidade. O comportamento desses nutrientes no solo é muito similar (COELHO, 1973), sendo sua variabilidade influenciada, provavelmente, pelos mesmos fatores.

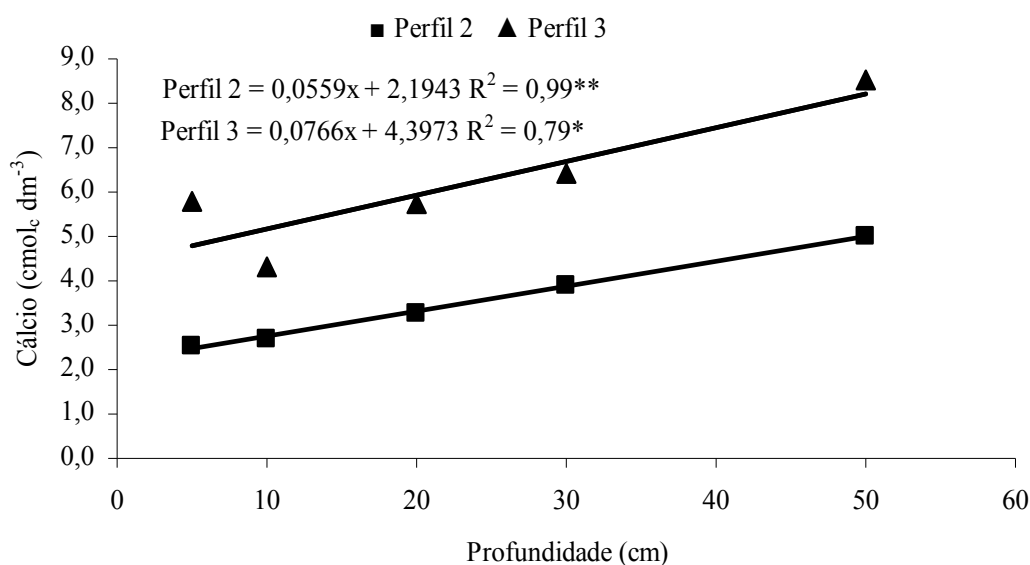


Figura 5 - Valores médios de cálcio para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. *** significativo a 1, 5% de probabilidade.

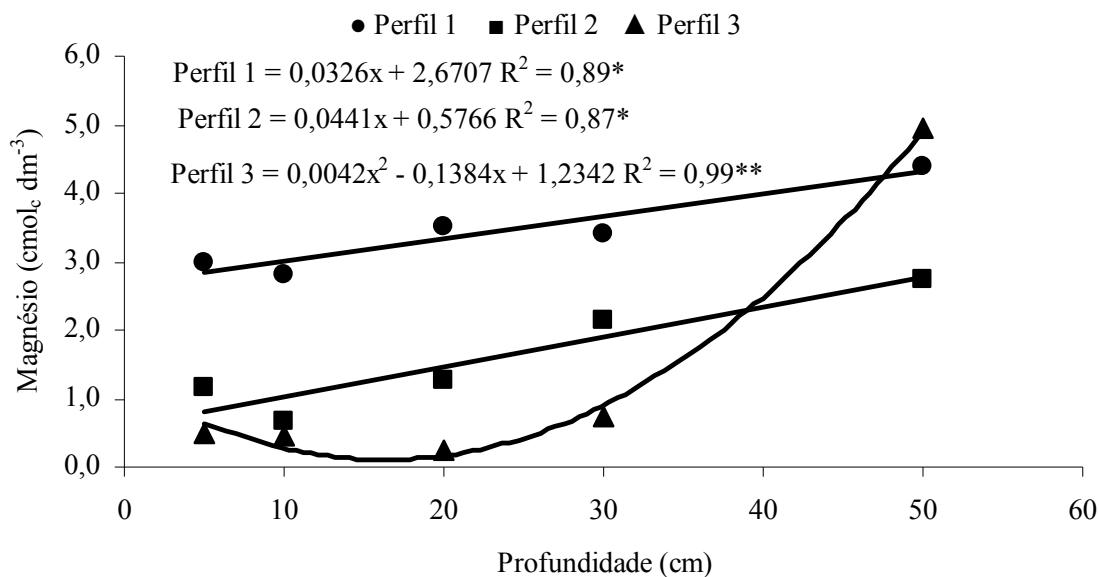


Figura 6 - Valores médios dos teores de magnésio trocável para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. ** * significativo a 1, 5% de probabilidade.

As equações de regressão ajustadas para os teores de P disponível, nos três perfis, mostram um aumento com a profundidade de coleta, tendo comportamento linear para os perfis 2 e 3 e quadrático para o perfil 1 (Figura 7). O teor de P do solo é importante nas regiões em processo de desertificação porque este nutriente promove a formação inicial das plantas e crescimento das plantas e o desenvolvimento da raiz; afeta a qualidade dos grãos e é vital para formação da semente. A sua deficiência reduz a taxa de crescimento inicial e o estabelecimento das plantas forrageiras, limitado a capacidade produtiva das culturas (CECATO et al., 2004). O uso adequado de P aumenta a eficiência da utilização da água pela planta, bem como absorção e a utilização de todos os outros

nutrientes. O P é um elemento de baixa mobilidade no solo e no solo, encontra-se combinado a Fe, Al, Ca e matéria orgânica, e apresenta-se nas formas aniônicas: PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, H_3PO_4 . A importância de cada uma dessas formas está intimamente ligada ao pH do solo. Enquanto que em solos ácidos, os compostos de Fe e Al são mais importantes, predominando a forma de ortofosfato primário ($H_2PO_4^-$), em solos neutros e alcalinos, fosfatos de cálcio de baixa solubilidade são encontrados predominando o íon ortofostato secundário (HPO_4^{2-}). Em geral o pH que proporciona sua maior disponibilidade está entre 6,0 e 6,5, sendo 6,30 considerado o pH ideal para a disponibilidade desse nutriente para as plantas (RAIJ, 1981).

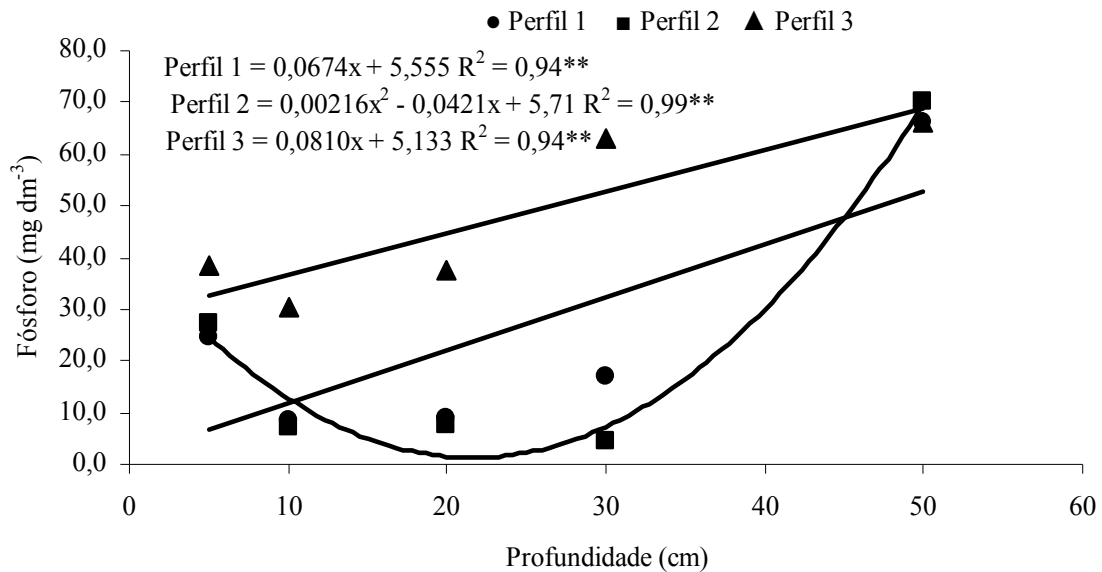


Figura 7 - Valores médios dos teores de fósforo disponível para os três perfis de solo estudados em função da profundidade de coleta. ** * significativo a 1, 5% de probabilidade.

Além das características químicas devemos considerar os outros aspectos no processo de desertificação como o tipo de solo, pecuária (sobrepastoreio), precipitação pluviométrica e sobreexploração dos recursos naturais. O tipo de solo da região em estudo é caracterizado com arenoso, acabam por arrastar, horizontalmente, as sementes das plantas e as partículas do solo, intensificando a erosão e tornando mais difícil a recolonização desses ambientes. São solos bastante propensos à desertificação. Na área de estudo predomina o “sistema tradicional de caatinga”, onde os animais vivem soltos no pasto natural, sem nenhum tipo de tratamento mais apurado, gerando, superpastoreio. Tal processo acaba dificultando a renovação da vegetação o que, por sua vez, gera a diminuição da biodiversidade e alterações hidrológicas e pedológicas (WARREN & MAIZELS, 1992). O sobrepastoreio, registrado em várias localidades, os constantes desmatamentos e o manejo ambiental sem planejamento fazem com que grande parte das terras dessa região enfrente sérios problemas de erosão e redução da fertilidade potencial dos solos (MONTEIRO, 1995). A exploração de madeira para diversos fins, por sua vez, mostram claramente o quanto o uso desse recurso avançou, principalmente para a fabricação de carvão vegetal, utilizado na região para consumo doméstico e como fonte alternativa de renda. Todos esses fatores contribuem para o processo de desertificação.

Esse processo ocorre de maneira generalizada por toda a área estudada, apresentando-se basicamente nos locais mais predispostos e de forma natural a esse processo, onde houve, e continua havendo, forte intervenção antrópica. Os resultados dessa degradação já começam a se manifestar através da diminuição da biodiversidade.

Embora de caráter local, a possibilidade de expansão da desertificação na região e em outras próximas, é bastante forte devido a semelhança nos padrões de uso do solo associados à instabilidade ambiental aí existentes. Em sua maioria, as ações dos proprietários de terras, sobretudo por falta de conhecimento e mesmo as políticas públicas implantadas nessa região com o objetivo de desenvolvê-la, pouco fizeram para a conservação dos seus recursos naturais, contribuindo para a aceleração dos processos de desertificação, uma vez que, embora o desenvolvimento sustentável seja aceito conceitualmente, ainda encontra uma série de dificuldades para se efetivar de maneira plena.

CONCLUSÕES

Os valores de pH e condutividade elétrica (CE) e os teores de Ca e Mg trocáveis e de P disponível aumentaram com a profundidade de coleta.

Os elevados teores de Na trocável do solo devem ser levados em consideração para a implantação do

projeto de recuperação, utilizando-se preferencialmente plantas resistentes à sodicidade.

Houve uma tendência à diminuição dos teores de K trocável com a profundidade de coleta.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical**. Geomorfologia, São Paulo, n° 53, 1977. 19p.

ACCIOLY, L.J. de O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 25, n.1, p.23-25, 2000.

ARAÚJO, A.; SANTOS, M. F. A.; MEUNIER, I.; RODAL, M. J. **Desertificação e Seca – Contribuição da ciência e tecnologia para a sustentabilidade do semi-árido do nordeste do Brasil**, Recife, 2002. 63p.

AMARO FILHO, J. **Contribucion al estudio Del clima Del Rio Grande do Norte**. Madrid: ETSIA/UPM, 1991. 311p.

BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p.215-221, 1998.

BRADY, N. C. **The nature and properties of soils**. 8. ed. New York: MacMillan, 1974. 639p.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 6. ed. Biblioteca Universitária Freitas Bastos, 1983. 286p.

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. C. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de pinus e cerrado na chapada, em uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia** 3(6), p.46-56 jun/2002.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; GALBEIRO, S. Influencia das adubações nitrogenada e fosfata sobre a produção e características das rebrota do capim-Marandu (*Brachiaria Brizantha* (Hochst) Stapf cv Marandu). **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 3, p.399-407, 2004.

COELHO, F. S. **Fertilidade do solo**. campinas: INSTITUTO Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: Proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro**. 1995. 265p. Tese- Universidade de São Paulo, São Paulo.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análise de solo**. 2. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

ILYAS, M.; QURESHI, R. H.; QADIR, M. A. Chemical changes in a saline-sodic soil after gypsum application and cropping. **Soil Technology**, v. 10, p.247-260, 1997.

LEVY, G. J.; SHAINBERG, I.; MILLER, W. P. Physical properties of sodic soils. In.: SUMMER, M. E.; NAIDU, R. **Distribution, properties, management and environmental consequences**. (eds.). New York: Oxford University Press, 1998. p.77-94.

MALAVOLTA, E. O gesso agrícola no ambiente e na nutrição da planta - perguntas e respostas. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1992. p.41-66.

MONTEIRO, M. Desertificação ameaça o nordeste brasileiro. **Revista Ecologia e Desenvolvimento**, n° 51, p.15-19, mai. 1995.

OLIVEIRA, F. A.; QUIRINO, A. C. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agrícola**, v. 58, n.2, p. 329-335, 2001.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111p.

REVISTA CAATINGA — ISSN 0100-316X

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação.**
Piracicaba, Ceres, Potafos, 1991. 343p.

RAIJ, B. V.; FEITOSA, C.T.; GROHMANN, F.
Eficiência agronômica de fosfatos naturais brasileiro.
In: **XVIII Congresso Brasileiro de Ciência do solo.**
Salvador. Anais... Bahia: 1981, p.46-67.

RODRIGUES, V. **Pesquisa dos estudos e dados existentes sobre desertificação no Brasil.** Brasília: Projeto BRA 93/036, 1997. 65p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV.
SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas.**
Viçosa, MG: 1997. 150p., Versão 9.0. (Manual do usuário).

SHAW, R. J.; COUGHLAN, K.J.; BELL, L. C. Root zone sodicity. In.:SUMMER, M. E.; NAIDU, R. **Distribution, properties, management and environmental consequences.** (eds.). New York: Oxford University Press, 1998. p. 95-106.

TOMÉ JUNIOR, J. B. **Manual para Interpretação de Análise de Solo.** Editora Guaíba: Agropecuária, 1997.

WARREN, A.; MAIZELS, J. K. Mudança ecológica e desertificação. In: **Desertificação: causas e consequências.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian: 1992, p. 268-385. 678p.