

Propriedades do solo e propensão à desertificação na Microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB

Properties of soil and desertification propensity of the watershed of Riacho do Tronco, Boa Vista, PB

MELO, Josandra Araújo Barreto de 1, PEREIRA, Ronildo Alcântara 2, DANTAS NETO, José 3, LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de 4

¹Departamento de Geografia/Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/ PB - Brasil, ajosandra@yahoo.com.br; ² Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB - Brasil, ronalcantara@gmail.com; ³ Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB - Brasil, zedantas@deag.ufcg.edu.br; ⁴ Departamento de Geociências/Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB - Brasil, eduvianalima@gmail.com

RESUMO: A ocupação do solo quando ocorre de forma desordenada é responsável pela aceleração do processo de desertificação, cujas causas originam dos desmatamentos e queimadas até as formas de uso e manejo do solo que, quando mal conduzidas, afetam as suas propriedades físicas e químicas. Mediante o exposto, analisou-se alguns parâmetros físicos e químicos dos solos da microbacia do Riacho do Tronco, visando identificar suas propensões à desertificação. Pela caracterização física realizada, pode-se afirmar que existe potencial dos solos amostrados para desencadear e acelerar o processo de desertificação. As amostras analisadas podem ser classificadas em um grupo maior, formado por solos que possuem pouca coesão em virtude da pequena quantidade de partículas argilosas e outro grupo, minoritário, com teores de argila bastante elevados. Apresentam alta densidade aparente e baixa porosidade total; também não foram diagnosticados problemas em vários parâmetros de fertilidade, entretanto os teores de matéria orgânica variaram de baixo a médio. Como sugestão, recomenda-se inibir o desmatamento, utilizar práticas conservacionistas e incorporar restos culturais e esterco de curral para melhorar as propriedades dos solos cultivados.

PALAVRAS-CHAVE: Desertificação; Propriedades químicas e físicas do solo; Semiárido brasileiro.

ABSTRACT: The occupation of soil when it occurs in a disorderly fashion is responsible for accelerating the process of desertification, whose causes are deforestation, burned, the forms of soil management that when poorly managed affect the physical and chemical properties of soil. By the above, we analyzed some physical and chemical properties, to identify the propensity of the watershed of Riacho do Tronco to desertification. For the physical characterization performed, it can be said that there is a strong tendency of soil desertification. The samples can be classified in a larger group, composed of mineral soils, which have little cohesion due to the small amount of clay particles and another group, the minority, with clay content very high. The cited soils have high density and low porosity; also have not been diagnosed fertility problems, though the organic matter content varied from low to medium. As a suggestion, some agricultural practices may be proposed, like reduce deforestation, using conservation practices and incorporate crop residues and manure to improve soil properties.

KEY WORDS: Desertification; Physical and Chemical properties of soil; Brazilian Semi-arid.

Correspondências para: ajosandra@yahoo.com.br

Aceito para publicação em 16/06/2010

Introdução

O uso do solo quando ocorre de forma desordenada é responsável pela aceleração do processo de desertificação, que já atinge 16% do território brasileiro, equivalendo a uma área de 1.338.076 km², afetando cerca de 31.663.671 habitantes, que corresponde a 19% da população brasileira. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente, desse total, 180.000 km² já se encontram em nível grave e muito grave, concentrados no Nordeste, que têm 55,25% do seu território atingido em diferentes graus de desertificação, sendo a Paraíba o Estado mais afetado. Conforme dados do GREENPEACE (2006), através do Relatório "Mudanças de clima, mudanças de vida", 29% do território paraibano está intensamente comprometido, afetando mais de 653 mil pessoas.

Segundo informações do IPCC (2001), no Semiárido brasileiro os desmatamentos, as queimadas e as formas de manejo do solo são os principais fatores agravantes da desertificação, pois a redução da cobertura vegetal leva a uma maior exposição da superfície do solo, aumenta a evapotranspiração potencial, aumentando o déficit do balanço entre a captação e a perda de água e, com isso, modifica os microclimas locais; também condiciona a perda de solo pela ação dos processos erosivos, a maior oxidação da matéria orgânica e a redução da capacidade de retenção de água no solo.

Oliveira et al. (2008) em caracterização química de solos de áreas em estágio de desertificação acelerado no Semiárido do Rio Grande do Norte, apontam que a expansão do processo no local é decorrente da semelhança entre os padrões de uso/ocupação do solo, sobretudo com pecuária extensiva e lavouras de subsistência, sem adoção de técnicas conservacionistas associados à instabilidade ambiental própria do local. Esses autores atribuem às políticas públicas e ações dos proprietários de terras a responsabilidade pela expansão da

desertificação, na medida em que pouco fazem para a conservação dos recursos naturais. Também Melo et al. (2008) atribuem às políticas públicas implantadas no semiárido visando o combate ao fenômeno da seca, a responsabilidade pela ampliação das vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais locais.

Na microbacia do Riacho do Tronco, assim como em outras áreas do semi-árido, existe uma dependência por parte da população desprovida de meios de subsistência em relação aos recursos naturais, sendo a extração da madeira para venda de estacas, lenha e carvão vegetal, muitas vezes, a única fonte de renda para muitas famílias, principalmente no período de estio. Essa forma de extrativismo é a única que figura nos dados do IBGE (2006) para o município de Boa Vista, sendo de duas toneladas anuais o montante de madeira destinado ao fabrico de carvão e 2.900 m³ utilizados e/ou vendidos como lenha. Somado ao baixo desempenho no campo socioeconômico, está o fato de que, apesar de ainda restarem áreas de vegetação conservadas na Microbacia, principalmente nas maiores propriedades, existem trechos que já se encontram bastante deteriorados, tendo como causas os motivos já elencados. Tal fato acarretará, se providências não forem tomadas para a ordenação do território, numa intensificação do processo de desertificação no local.

Mediante o exposto, considera-se importante o estudo dos principais atributos físicos e químicos dos solos da microbacia, haja vista saber-se que os processos erosivos, o nível de compactação, a perda de fertilidade e a ampliação da salinização e/ou sodificação/alcalinização do solo constituem alguns dos indicadores de deterioração ambiental, que podem evoluir para a formação de núcleos de desertificação.

Segundo Melo et al. (2008), um dos processos

que alteram as propriedades do solo, levando à sua deterioração, é a compactação decorrente do aumento da densidade aparente, provocada pelo rearranjo das partículas primárias (areia, silte e argila) e dos agregados, causado pelas operações de cultivo ou pela pressão dos implementos agrícolas. Também segundo Benites e Mendonça (1998), algumas alterações nas condições químicas, a exemplo das alterações na escala do pH, tipos de íons mais presentes na solução do solo, dentre outros atributos, podem provocar mudanças na dispersão da fração argila, deteriorando a estrutura do solo e alterando suas características físicas, o que implica em redução da sua capacidade produtiva ou mesmo de manter-se florestado.

A partir desse contexto, o presente trabalho tem como objetivos, analisar os parâmetros físicos limites de liquidez e plasticidade, porosidade, densidade real e aparente do solo e os parâmetros químicos de fertilidade e o nível de condutividade elétrica de doze amostras de solo da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB, visando identificar a propensão do local à desertificação, visto que é característica inerente as tipologias de solo presentes no local a baixa produtividade na agricultura e o fraco desempenho para a atividade pecuária, o que só tende a aumentar a sobrecarga de animais no pastoreio, contribuindo para o aparecimento de ravinas e voçorocas.

Material e métodos

Localização da Microbacia e caracterização da área

A microbacia em análise localiza-se na zona rural do município de Boa Vista, PB, entre as coordenadas UTM 804117 e 820006 m E e 9185857 e 9197073 m N. Possui uma área de 10.516,8 ha. A Figura 1 apresenta a delimitação

da área da microbacia.

O riacho do Tronco é um dos contribuintes da bacia do riacho São Pedro, um dos principais afluentes do rio Bodocongó, integrante do Médio Paraíba. No entanto, toda a sua rede de canais de drenagem tem regime intermitente, visto que o clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh, quente e seco, com precipitações locais que não ultrapassam 500 mm/ano, distribuídas em cerca de três meses consecutivos anuais, e evaporação em torno de 2.000 mm anuais, o que gera um elevado déficit hídrico (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2006, p. 27).

Do ponto de vista geológico, o território da microbacia encontra-se sobre o Sistema Pajeú-Paraíba, cujo embasamento constitui-se de rochas gnáissicas de composição granítica e granodiorítica e por complexos migmatíticos, entretanto o aspecto diferencial em relação ao entorno é o fato de, na porção sul, encontrar-se rochas da Formação Campos Novos, que têm características de rochas sedimentares argilosas e fossilíferas. Segundo Dantas e Caúla (1982, p. 38), a constituição mineral deste material não foi identificada, sendo este referido como Argila de Boa Vista.

No que concerne aos aspectos geomorfológicos, tomando-se por base os pressupostos de De Biasi (1992), pode-se classificar a maior proporção do relevo da microbacia (54,54%) como sendo de várzea, cujas declividades variam entre 0% e 3%, 37,11% varia entre plano a suave ondulado, com declives entre 3% e 6%; entretanto, nas partes mais altas da Serra do Monte, divisor sul da microbacia e elemento geomorfológico que se distingue na área, a declividade é superior a 40%, entretanto isso só corresponde a 0,13% da área total.

Com relação à vegetação, a partir do levantamento das classes de solo que ocorrem no

local, realizado por BRASIL (1972), pelo Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1978) e por levantamentos de campo, foi possível classificá-la como sendo uma Caatinga hiperxerófila, representativa do maior grau de xerofitismo possível, aproximando-se da vegetação subdesértica. As fases de xerofitismo variam entre arbóreo-arbustiva e arbustiva aberta, típicas de áreas muito secas e/ou bastante degradadas.

Os solos são pouco estudados, tendo como

referências o Levantamento Exploratório de Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba (BRASIL, 1972) e o Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba (1978). De acordo com o referencial, as tipologias presentes na microbacia podem ser enquadradas em quatro Associações, cuja nomenclatura foi atualizada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A Figura 2 apresenta a espacialização das classes de solos, bem como as áreas de coleta das amostras para análise.

Na Associação entre PLANOSSOLOS

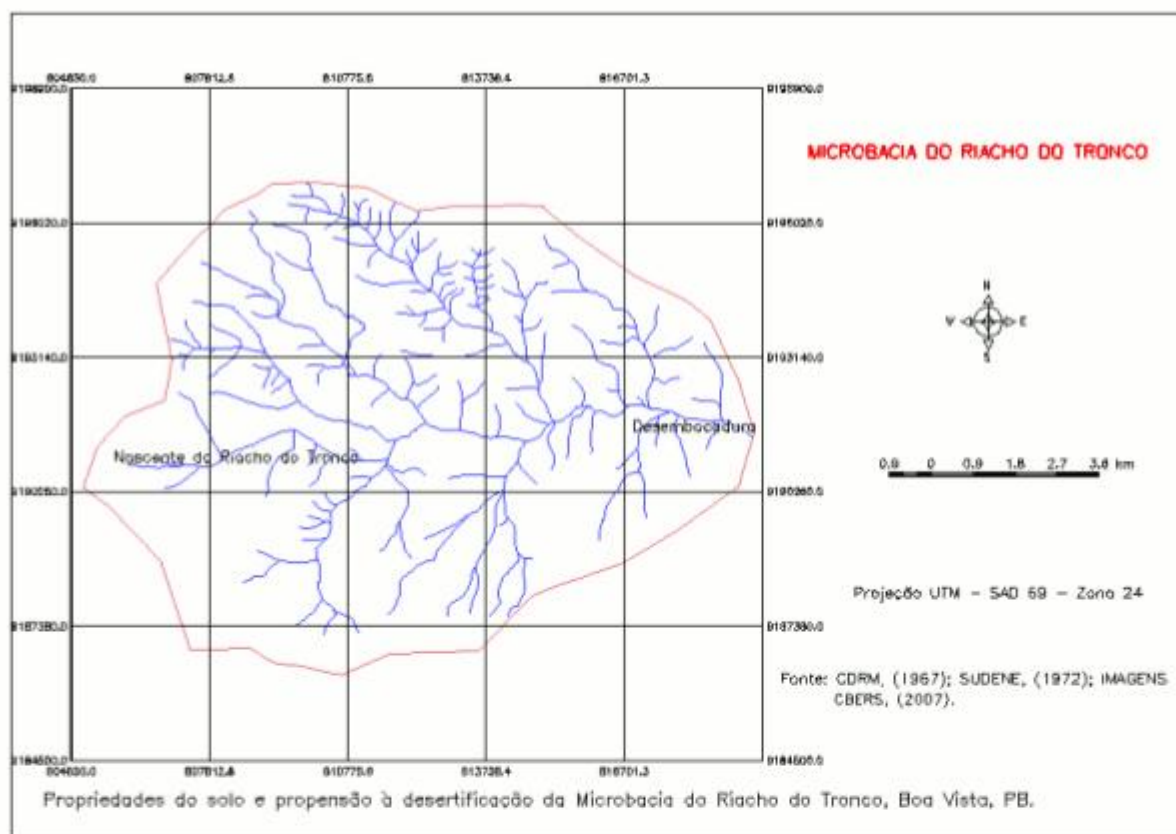


Figura 1. Microbacia do Riacho do Tronco, localizada no município de Boa Vista, PB. Fonte: Adaptado de fotografias aéreas de 1967 disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Estado da Paraíba (CDRM), carta topográfica da SUDENE (1972) e imagens CBERS (2007).

NÁTRICOS sálcos Típicos e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos, existe a predominância do primeiro, que é caracterizado como solo halomórfico, com horizonte B com saturação com sódio trocável acima de 15%, pouco profundo e mal drenado, apresentando baixa fertilidade associada à forte aridez, o que constitui severa limitação ao seu aproveitamento agrícola (BRASIL, 1972, p. 437).

Quanto a Associação entre LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Vertissólicos, VERTISSOLOS HÁPLICOS Órticos Típicos e NEOSSOLOS

LITÓLICOS Eutróficos Típicos, existe a predominância do primeiro, cuja limitação ao uso agrícola não é por deficiência de nutrientes, mas pela escassez hídrica. O mesmo ocorre com a Associação entre LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos Vertissólicos, NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálcos Típicos. Dessa forma, comumente, são ocupados com pecuária extensiva.

Por fim, menos representativa na microbacia é a Associação entre NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos Típicos e AFLORAMENTOS DE

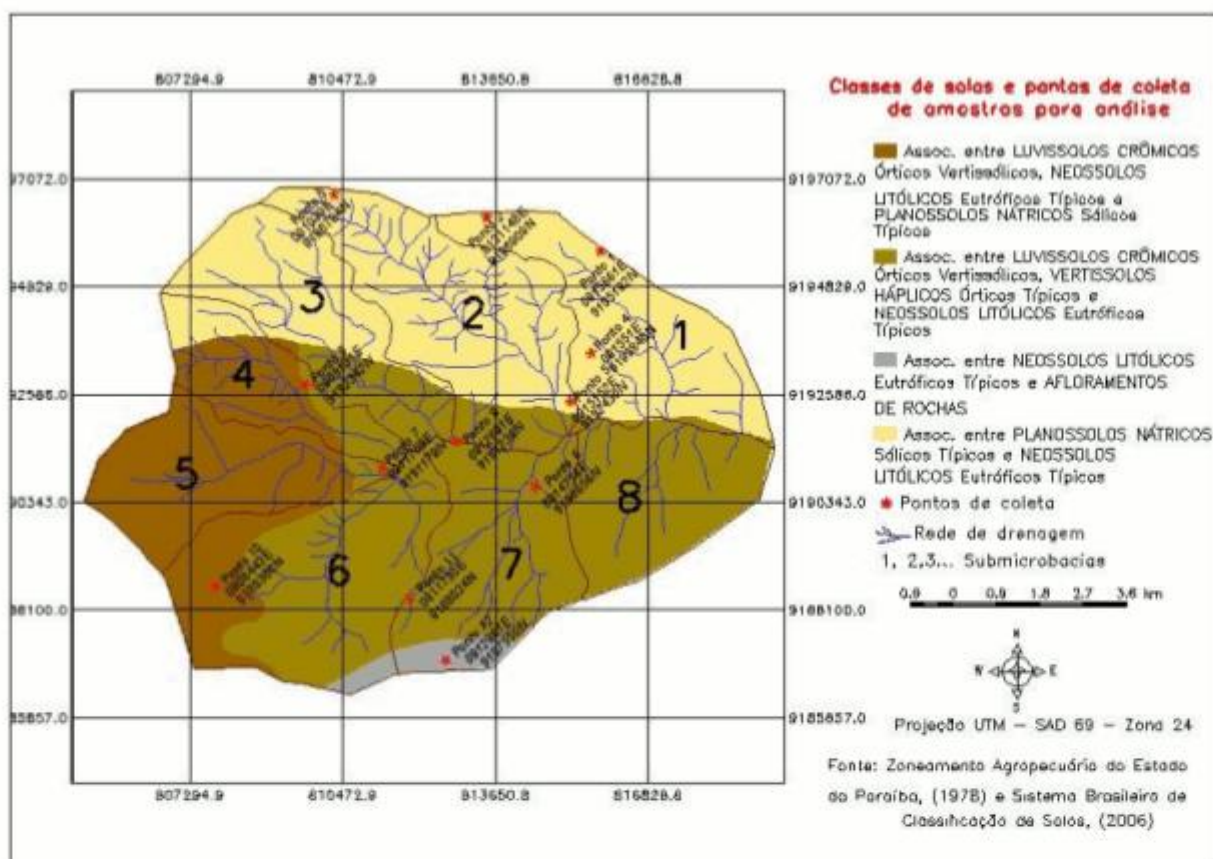


Figura 2. Classes de solos presentes na Microbacia do Riacho do Tronco.

Fonte: Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba (BRASIL, 1972), Zoneamento Agropecuário da Paraíba (1978) atualizado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

ROCHAS, presente na Serra do Monte, Área de Preservação Permanente ao (no) sul da microbacia.

Localização e descrição dos pontos de coleta das amostras

Amostra 01: localizada na comunidade Cacimba Nova, em área de relevo plano, coberta por caatinga esparsa, composta por vegetação sucessional, predominando as espécies catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir.) e os cactos mandacaru (*Cereus jamacaru* D. C.), facheiro (*Pilocereus* sp) e xique-xique (*Pilocereus gounellei* K. Schum); existe um aporte de matéria orgânica disposta sobre o solo, resultante da queda de folhas secas e gramíneas, mesmo sendo a pecuária seu principal uso;

Amostra 02: localizada na comunidade São Pedro, trata-se de área de vale, coberta por caatinga muito esparsa, composta por vegetação sucessional, onde também predominam as espécies mencionadas; também é área utilizada para a pecuária; visivelmente o teor de matéria orgânica no solo é inferior ao da amostra 01, apresentando um aspecto de erosão do solo para o rio, em função da pequena densidade vegetal;

Amostra 03: localizada no Assentamento Malhada, com relevo plano, corresponde a uma área de capoeira, que até o mês anterior ao da coleta estava ocupada com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill); no local foram incorporados ao solo restos da espécie, bem como de gramíneas que também cresciam no local, no período de chuvas;

Amostra 04: também localizada no Assentamento Malhada, trata-se de uma área de relevo plano, coberta com caatinga esparsa, com características sucessionais, onde predominam as espécies macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. Ex Schult), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.

Arg.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir.) e os cactos mandacaru (*Cereus jamacaru* D. C.), xique-xique (*Pilocereus gounellei* K. Schum), facheiro (*Pilocereus* sp) e palmatória (*Opuntia palmadora* Britton & Rose); foi área de uso com pecuária, embora esteja em abandonadas;

Amostra 05: localizada na comunidade São Pedro, trata-se de uma área de relevo plano, coberta com caatinga esparsa, com características sucessionais; é área de uso com pecuária; seu diferencial é o caráter agregado do solo das dez amostras simples coletadas;

Amostra 06: localizada na comunidade Rabicha, trata-se de uma área de vale, coberta por vegetação de caatinga sucessional, com as mesmas espécies já descritas; também bastante degradada pela pecuária;

Amostra 07: localizada na comunidade Lages, em área de relevo plano, trata-se de uma área de capoeira, há dois anos abandonada; era cultivada com milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.);

Amostra 08: localizada na comunidade Roçado do Mato, relevo plano, tem como uso culturas de sequeiro no período de chuvas; no momento, os restos culturais do milho (*Zea mays* L.) permanecem no local, numa tentativa de reposição de nutrientes;

Amostra 09: localizada nas imediações da mineração Lages, também é área de vale, coberta com caatinga esparsa, com características sucessionais, onde predominam as espécies já mencionadas, acrescidas de algumas unidades das espécies aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), baraúna (*Shinopsis brasiliensis* Engl.) e juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.).

Amostra 10: também localizada nas imediações da mineração Lages, difere da amostra 09 por apresentar relevo plano e ter sido coletada em um plantio de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill);

Amostra 11: situada na área da Mina do Juá, trata-se de um capeamento de solo disposto sobre área de extração da argila Bentonita, pelas empresas mineradoras, em cumprimento as exigências dos órgãos ambientais; esse solo foi reflorestado com as espécies nativas mandacaru (*Cereus jamacaru* D. C.), palmatória (*Opuntia palmadora* Britton & Rose) e macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. Ex Schult);

Amostra 12: localizada nas imediações da Serra do Monte, trata-se de área declivosa, coberta por Caatinga densa, embora com características sucessionais.

Análises dos parâmetros físicos e químicos do solo

Para fins de conhecimento da natureza dos atributos físicos e químicos do solo, visto que os mesmos constituem indicadores que determinam maior ou menor propensão à desertificação, no dia 18 de janeiro de 2009, foram coletadas 12 amostras, escolhidas aleatoriamente, cada uma contendo aproximadamente 10 kg de solo, originadas de 10 amostras simples, numa profundidade de 0-20 cm, nas áreas no entorno das principais estradas que cortam a microbacia.

Do ponto de vista dos parâmetros físicos, as amostras foram submetidas à análise dos limites de liquidez e plasticidade, densidade do solo e das partículas e porosidade total.

Para a determinação de tais parâmetros, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, que utilizou as recomendações contidas no Método de Ensaio 082 (DNIT, 2004) para realizar a análise dos limites de liquidez e plasticidade (BRASIL, 2003); no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba foi realizado o ensaio de porosidade total, densidade do solo e das partículas, seguindo os procedimentos

recomendados no Manual de Física de Suelos, de Forsythe (1975).

Quanto aos parâmetros de natureza química, foram analisados no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande. Após secagem ao ar e passadas em peneira de 2 mm de diâmetro, as amostras foram analisadas quimicamente utilizando-se os métodos descritos pela EMBRAPA (1997). Foram determinados o pH em H₂O, os teores de matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio (H), alumínio (Al), Carbono Orgânico Total (COT), nitrogênio (N), fósforo (P) e Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CEes). De posse desses resultados, foi calculada a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e a Soma de Bases Trocáveis (SB).

Resultados e discussões

A Tabela 1, que segue, apresenta o resumo dos atributos físicos do solo.

Em decorrência dos ensaios de caracterização física realizados, pode-se afirmar que as doze amostras analisadas podem ser classificadas em dois grupos.

O primeiro, representado pelas amostras de um a quatro, juntas as de número 06, 08, 09 e 12, pode ser enquadrado como solos que possuem pouca coesão em virtude da pequena quantidade de partículas argilosas, não apresentando um caráter de liquidez e plasticidade. Esses resultados corroboram com os encontrados por Souza et al. (2000), ao estudaram dois solos, um com textura argilosa e outro franco-argilo-siltosa e verificarem correlações significativas e maiores entre a textura argilosa e um maior limite de liquidez.

O outro grupo, minoritário, com teores de argila bastante elevados, é representado pelas amostras cinco, sete e dez e pela camada de solo sobre

rejeitos de mineração (amostra 11).

Independentemente do teor de argila, da gênese ou do uso a que está submetido, no caso presente, em todas as amostras analisadas, foi diagnosticada uma alta densidade aparente do solo, com valores que variaram de 1,46 a 1,83 g/cm³. De maneira geral, pode-se afirmar que, quanto mais elevado for tal índice, maiores serão as alterações no que concerne à compactação, estruturação e porosidade total (KIEHL, 1979, p. 83).

Essas alterações constituem fatores prejudiciais à atividade agrícola e de suporte à pecuária, pois além de reduzirem o armazenamento de água em profundidade, tendem a limitar o crescimento radicular das plantas devido à maior resistência à penetração e à menor aeração que apresentam. A esse respeito, Alencar (2000) ao estudar a compactação e/ou adensamento dos solos

cultivados com melão na Chapada do Apodi, constatou que nos solos com densidade mais elevada, as raízes eram poucas e finas nos horizontes superficiais e poucas ou raras nos subsuperficiais, o que resultava sempre em perdas na produtividade.

Também Reinert et al. (2008) ao estudarem os limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho, constataram que o plantio direto no solo elevou a densidade para níveis limitantes às plantas, fato observado pela restrição no crescimento do sistema radicular; também foi observado que o crescimento normal das plantas de cobertura ocorreu até o limite de densidade de 1,75 Mg/m⁻³; que entre 1,75 e 1,85 Mg/m⁻³ houve restrição com deformações na morfologia das raízes em grau médio e, acima de 1,85 Mg/m⁻³, essas deformações foram muito significativas, com grande engrossamento, desvios no

Tabela 1: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização física das amostras de solo da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB.

Amostras	Limite de Liquidez	Limite de Plasticidade	Porosidade total m ³ /m ³	Densidade do solo - g/cm ³ -	Densidade da partícula
01	NL	NP	0,41	1,58	2,70
02	NL	NP	0,37	1,68	2,67
03	NL	NP	0,44	1,49	2,66
04	NL	NP	0,40	1,62	2,69
05	38	14	0,32	1,83	2,70
06	NL	NP	0,40	1,62	2,71
07	31	12	0,40	1,55	2,60
08	NL	NP	0,44	1,46	2,63
09	NL	NP	0,34	1,79	2,70
10	30	11	0,39	1,64	2,68
11	74	24	0,38	1,61	2,61
12	NL	NP	0,43	1,52	2,69
Média	-	-	0,40	1,62	2,69
CV (%)	-	-	0,1	6,7	1,4

NL: Não Líquido

NP: Não Plástico

crescimento vertical e concentração na camada superficial.

Na microbacia do Riacho do Tronco, a situação é muito grave, pois é sabido que é com o aumento da profundidade que ocorre um aumento da densidade aparente, em virtude do adensamento do solo e menor proporção de matéria orgânica (MO) e, no caso presente, isso já ocorre no horizonte superficial, mesmo nas áreas não cultivadas.

Geralmente, também se sabe que é nas áreas de plantio que ocorre maior degradação na estrutura do solo e nas propriedades químicas, além de alterações na resistência à penetração, conforme resultados apresentados por Alves et al., (1998, p. 14) ao estudarem as propriedades físicas e químicas de uma terra roxa estruturada sob diferentes coberturas vegetais. Entretanto, no caso presente, isso também vem ocorrendo nas áreas ocupadas com Caatinga Sucessional, demonstrando um forte potencial à compactação dos solos do local.

Quanto à porosidade total, todas as amostras apresentaram um baixo índice desse parâmetro, variando entre 0,32 e 0,44 m³/m⁻³. Várias explicações são elencadas para o caso, dentre elas pode-se citar a alta densidade aparente do solo em todas as amostras; a disparidade do tamanho das partículas, tendo em vista que solos com partículas mais uniformes são mais porosos que os de partículas de diferentes tamanhos; menor teor de argila, pois os solos que tem menor porosidade são os arenosos, visto que como suas partículas são predominantemente grandes a tendência é formar a disposição piramidal, que tem menor espaço de vazios (KIEHL, 1979, p. 104). Segundo Lima et al. (2007), a porosidade do solo é referida como ideal quando se apresentar com 0,50 m³/m⁻³ do seu volume total.

O teor de matéria orgânica do solo também compromete a porosidade total, ou seja, a insuficiência de MO das amostras analisadas,

cujos teores variaram de médio a baixo, segundo os limites propostos por Fageria (2004), pode ser um dos responsáveis pela menor porosidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Mota et al. (2008), ao estudarem as propriedades físicas de três tipos de solos da Chapada do Apodi. Os autores atribuem a baixa porosidade do solo aos baixos teores de MO, em virtude das condições naturais da região não favorecerem seu acúmulo na superfície e os agricultores não terem a tradição de adotarem sistemas de manejo que visem o aporte de resíduos orgânicos ao solo.

No que concerne aos valores de densidade das partículas, Kiehl (1979) apresenta um valor médio de 2,65 g/cm³ como referência. No caso presente, com exceção de três amostras, as demais superaram essa média. Da mesma forma que para a densidade aparente, também a densidade das partículas está correlacionada com os teores de MO do solo, ou seja, uma maior quantidade de matéria orgânica no solo baixa o valor da densidade real (KIEHL, 1979, p. 93).

Os resultados aqui encontrados para os parâmetros físicos do solo corroboram com os verificados por Corrêa et al. (2003) para as classes de solos Vertissolos e Planossolos Nátricos da região das Várzeas de Souza, também no Semiárido paraibano. Os autores encontraram altos valores de densidade aparente e baixos valores de porosidade total, representando fortes limitações à produtividade agrícola no local.

Mediante o exposto, sugere-se a incorporação de restos culturais ao solo e/ou esterco de curral, visto que a literatura afirma uma correlação positiva entre os teores de matéria orgânica e a redução da densidade absoluta para os solos em compactação, diminuindo as demandas energéticas em operações mecanizadas (SOUZA et al., 2000, p. 461); além disso, o aporte de matéria orgânica ajudará a aumentar a capacidade de retenção de água disponível às

plantas e a agregação das partículas.

A Tabela 2 apresenta o resumo dos atributos de natureza química dos solos analisados.

De acordo com a Tabela 2, vê-se que as distintas tipologias e formas de uso do solo não influenciam o pH, que não apresentou variações significativas, corroborando com os resultados obtidos por Pereira et al. (2009). Como a maioria das amostras teve pH entre 6,0 e 7,0, infere-se que não há interferência do parâmetro na disponibilidade de nutrientes para as plantas, enquanto o teor de Al em concentração tóxica é reduzido ao mínimo (Heinrichs et al., 2008, p. 1158), conforme resultado presente em todas as amostras analisadas, onde o teor desse elemento variou de 0,00 a 0,20 cmolc/kg⁻¹.

A única amostra em que o pH foi superior a 8,0 foi a sete, área de capoeira abandonada há dois anos, antes ocupada com plantios de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Provavelmente, isso está relacionado ao alto valor das bases trocáveis presentes no solo, o que pode

implicar em fortes limitações de disponibilidade de P e micronutrientes para as plantas (MALAVOLTA et. al., 1997, p. 34).

Os teores de matéria orgânica variaram de 7,0 a 38,6 g/kg⁻¹, podendo ser considerados de baixo a médio, segundo os limites apresentados por Fageria (2004). As amostras dois, quatro e sete tiveram baixos valores de MO, enquanto as demais apresentaram teores considerados médios; no caso da amostra sete, como já mencionado, encontra-se em área de capoeira e, quando o solo era cultivado, não eram depositados os restos culturais sobre o mesmo; e as amostras dois e quatro encontram-se ocupadas com vegetação de caatinga esparsa; nesse caso, também se vê que não houve diferenças nos teores de MO das amostras de solo em uso agrícola ou com pecuária.

Segundo Chaves et al. (2007), nos solos do Semiárido brasileiro, devido as temperaturas elevadas e a escassa cobertura e densidade vegetal das espécies, há uma intensa degradação

Tabela 2: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização química das amostras de solo da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB.

Amostras	Unidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	M	CV
pH	H ₂ O-12,5	7,7	6,3	5,8	6,1	6,5	7,5	8,5	5,8	6,9	6,7	6,9	6,2	6,6	0,12
Matéria Orgânica		15,3	7,0	29,5	13,2	19,5	26,5	14,8	31,0	25,9	22,4	38,6	16,4	20,9	0,42
Carbono Orgânico	g/kg ⁻¹	8,9	4,9	17,1	7,6	11,3	15,4	8,6	18,0	15,0	13,0	22,4	9,5	12,2	0,41
Nitrogênio		0,8	0,4	1,7	0,7	1,1	1,5	0,8	1,8	1,5	1,3	2,2	0,9	0,1	1,00
Cálcio		7,3	2,8	4,3	3,2	13,7	8,0	11,2	7,9	5,9	15,5	43,2	4,0	7,6	0,11
Magnésio		3,8	3,2	3,8	3,3	14,8	5,1	8,8	3,1	3,4	7,4	19,9	4,6	4,2	1,28
Potássio		0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	1,4	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,75
Sódio		0,1	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	1,8	0,2	0,1	0,2	0,7	0,2	0,2	0,25
Alumínio	cmolc/kg ⁻¹	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Hidrogênio		0,0	0,3	1,5	0,3	0,8	0,0	0,0	2,4	0,0	0,9	0,0	1,0	0,3	0,80
CTC		11,6	6,8	10,6	7,4	29,8	14,6	22,4	14,1	9,9	24,5	64,2	10,3	12,8	1,25
Enxofre		11,6	6,5	8,9	7,1	29,1	14,6	22,4	11,5	9,9	23,6	64,2	10,3	11,5	1,45
Fósforo assimilável	mg/kg ⁻¹	53,2	5,3	53,4	9,6	14,1	55,2	55,2	47,5	55,3	55,4	10,2	11,4	50,4	0,44
Cond. Elétrica	dS/m ⁻¹	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,50

da MO no solo, resultando na redução dos seus teores. É exatamente nas amostras onde os teores de MO são inferiores que também ocorre uma redução dos teores de Nitrogênio e Carbono Orgânico, visto que esses parâmetros são correlacionados.

Oliveira et al. (2003) estudando os atributos químicos e físicos de solos Planossólicos na Chapada do Araripe também encontraram baixos teores de C Orgânico, que foram atribuídos ao uso com pecuária extensiva e culturas de subsistência sem reposição de nutrientes ao solo e às condições de semiaridez da região, que implicam em menor aporte de MO ao solo.

Além disso, os valores de MO influenciam diretamente a CTC do solo, em virtude do aumento do balanço de cargas negativas ou da diminuição da atividade do H^+ , da qual participam também os cátions presentes na solução do solo (FALLEIRO et al., 2003, p. 1100). No caso presente, visualiza-se que as amostras dois e quatro que apresentaram os menores valores de MO também foram as que apresentaram menor CTC.

Considerando o que preconiza Raij (1981) apud Chaves et al. (2007) para os teores de Ca e Mg, que 2 a 3 cmolc kg^{-1} e em torno de 4 cmolc kg^{-1} , respectivamente, são adequados para o desenvolvimento das culturas, pode-se afirmar que no solo da área de estudo não existe deficiência desses macronutrientes para as plantas, sendo os mesmos os que contribuem mais significativamente na soma de bases trocáveis do solo, resultados que corroboram com os encontrados por Corrêa et al. (2003) para os Vertissolos e Planossolos Nátricos das Várzeas de Souza, PB. Também se verificou que o uso/ocupação não foi determinante nas diferentes concentrações dos macronutrientes no solo.

Assim como para os cátions Ca e Mg, também o K encontra-se em níveis adequados para o desenvolvimento das culturas, resultado que

corroborar com outros obtidos no Semiárido brasileiro, a exemplo de Chaves et al. (2007). Entretanto, nas amostras três e dez foram encontrados os menores teores desse macronutriente. Em ambas, o uso do solo ocorre/ocorreu com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), o que possivelmente está relacionado à exigência do nutriente por parte dessa cultura ou a erosão hídrica, em virtude da menor cobertura do solo.

Os valores de fósforo assimilável diferiram bastante entre as amostras. Segundo a classificação apresentada por Fageria (2004), os teores desse nutriente foram considerados baixos na amostra dois, médios nas amostras quatro, onze e doze, e altos em todas as demais amostras.

Na amostra dois, a resposta para o baixo teor de P se deve a perda de solo para o canal fluvial, em decorrência da escassez vegetal; como não há práticas de adubação nas áreas em análise, os teores desse nutriente são decorrentes das características naturais das tipologias de solos do local; igualmente, como se trata de um elemento pouco móvel no solo, a ausência de revolvimento nas áreas de pecuária e a manutenção de resíduos culturais na superfície do solo contribuem para o aumento dos teores do elemento na camada superficial, o que corrobora com os resultados obtidos por Falleiro et al. (2003, p. 1103).

Com relação à salinidade, um dos critérios para sua avaliação no solo é o valor da Condutividade Elétrica (CEes). De acordo com os resultados, em todas as amostras analisadas os valores de CEes foram inferiores a 1 dS m^{-1} . Segundo os parâmetros do Comitê de Terminologia da Sociedade Americana de Ciência do Solo (Queiroz et al., 1997), os valores entre 0 – 2 dS m^{-1} classificam o solo como não salino.

Esses resultados para o índice de CEes corroboram com outros encontrados no Semiárido

brasileiro, a exemplo do estudo feito por Oliveira et al. (2003) no sertão do Araripe, cujos valores de CEes foram inferiores a $0,70 \text{ dS m}^{-1}$, indicando baixa salinidade dos solos sob as condições atuais de uso e manejo; e Oliveira et al. (2008) em uma área de implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas da Jica, no município de Pedro Avelino, RN, onde os valores de CEes variaram de $0,03$ a $0,32 \text{ dS m}^{-1}$. Dessa forma, nem todas as áreas do Semiárido apresentam problemas com sais, mesmo apresentando deteriorações de naturezas diversas.

Conclusão

No caso presente, os atributos físicos do solo são indicativos de forte propensão à desertificação, na medida em que a alta compactação, decorrente da alta densidade do solo e das partículas e baixa porosidade total, é responsável por uma menor absorção de água e por inibição ao crescimento radicular das espécies por ele recobertas, além de representarem potencial significativo à erosão.

Do ponto de vista físico, em que pese quatro amostras serem de solos argilosos, bem resistentes à deformação e, por conseguinte representarem um potencial menor à erodibilidade, além de deterem um poder muito maior de retenção de água, propriedades como a porosidade e densidade ficam prejudicadas. Dessa particularidade decorre um aumento considerável no escoamento superficial, resultando em carreamento de material para os corpos e cursos d'água, alimentando o processo de assoreamento de sua área de ocorrência.

Os solos analisados não apresentaram problemas de salinização, entretanto requerem atenção no tocante a quantidade de matéria orgânica, nitrogênio e carbono orgânico, visto que os níveis foram considerados de médio a baixo, podendo trazer problemas no caso de uma maior exploração com atividades agrícolas ou pecuárias.

Dessa forma, a título de sugestão, recomenda-se evitar ou inibir o desmatamento, utilizar práticas conservacionistas, a exemplo da rotação de culturas e áreas de pousio e incorporar os restos culturais e esterco de curral para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e, com isso, minimizar os riscos à desertificação.

Referências bibliográficas

- ALENCAR, G. V. Compactação e, ou, adensamento de solos cultivados com melão em litossequência na região da Chapada do Apodi, RN. 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000.
- ALVES, A. G. C. et al. Propriedades físicas e químicas de uma terra roxa estruturada sob diferentes coberturas vegetais. **Agropecuária Técnica**, Areia, PB, v. 19, n. 1/2, p. 7-16, 1998.
- BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 22, n. 2, p. 215-221, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório de reconhecimento de solos do Estado da Paraíba: interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: M.A./CONTAP/USAID/BRASIL, 1972, 683 p.
- _____. Ministério dos Transportes. **Normas de ensaios: ME - 153/97; ME - 092/94; ME 080/97**. Brasília, - Departamento Nacional de Infra-estrutura Rodoviária, 2003.
- CHAVES, L. H. G. et al. Características químicas de solo do perímetro irrigado de Sumé, PB. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 20, n. 4, p. 110-115, out/dez., 2007.
- CORRÊA, M. M. et al. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa, PB. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 311-324, 2003.
- DANTAS, J. R. A.; CAÚLA, J. A. L. Estratigrafia e Geotectônica. In: DANTAS, J. R. A. et al. **Mapa Geológico da Paraíba: texto explicativo**. Campina Grande: CDRM, 1982, p. 17-54.
- DE BIASI, M. A. **Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. R. do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 6, p. 45-60, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA

- AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006, 306 p.
- FAGERIA, N. K. **Produção de sementes sadias de feijão comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, n. 4, Dez. 2004. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 08 fev. 2010.
- FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p.1097-1104, 2003.
- FORSYTHE W. M., **Física de Suelos: manual de laboratório**. São José: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1975, 275 p.
- GREENPEACE. **Mudanças de clima, mudança de vida**. Greenpeace Brasil, 2006. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br/clima>>. Acesso em: 30 maio 2008.
- GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-1041**. João Pessoa: Secretaria da Agricultura e Abastecimento/UFPB/FUNAPE, 1978.
- _____. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: resumo executivo/atlas**. Governo da Paraíba/Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia do Meio Ambiente/Secretaria Executiva da Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Brasília: Consórcio TC/BR, 2006, 112 p.
- HEINRICH, R. et al. Atributos químicos do solo e produção do feijoeiro com a aplicação de calcário e manganês. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 1157-1164, 2008.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 18 de agosto de 2008.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change . **Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change**, Chapter 19, p. 779-810. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 15 ago. 2008.
- KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ed. Agronômica CERES, 1979, 327 p.
- LIMA, C. G. da R. et al. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto, SP. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 1233-1244, 2007.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997, 319 p.
- MELO, J. A. B. de. et al. Atuação do Estado brasileiro no combate à seca no Nordeste e ampliação das vulnerabilidades locais. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 8, n. 2, p. 1-13, maio/ago. 2009.
- MELO, R. O. et al. Susceptibilidade à compactação e correlação entre as propriedades físicas de um Neossolo sob vegetação de caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 21, n. 5, p. 12-17, dez. 2008.
- MOTA, J. C. et al. Algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na Chapada do Apodi, RN, cultivados com melão. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 49-58, 2008.
- OLIVEIRA, D. A. de. et al. Caracterização química do solo em uma área de implantação do projeto de recuperação de áreas degradadas da Jica no município de Pedro Avelino, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 21, n. 1, p. 179-188, jan./mar., 2008.
- OLIVEIRA, L. B. et al. Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 685-693, 2003.
- PEREIRA, R. G. Atributos químicos do solo influenciados por sistemas de manejo. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 22, n. 1, p. 78-84, jan./mar. 2009.
- QUEIROZ, J. E. et al. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GUEYI, H. R. et al. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997, p. 69-111.
- REINERT, D. J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 1805-1816, 2008.
- SOUZA, C. M. A. de. et al. Determinação do limite de liquidez em dois tipos de solo, utilizando-se diferentes metodologias. **R. Bras. Eng. Agri. Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 460-464, 2000.