

## Impacto do pisoteio caprino sobre atributos do solo em área de caatinga

### *Impact of goat trampling on soil attributes in an area of caatinga*

PARENTE, Henrique Nunes<sup>1\*</sup>; SILVA, Divan Soares da<sup>2</sup>; ANDRADE, Alberício Pereira de<sup>3</sup>; SOUZA, Eduardo Soares de<sup>4</sup>; ARAÚJO, Kallianna Dantas<sup>3</sup>; MAIA, Michelle de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Chapadinha, Maranhão, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Areia, Paraíba, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Recursos Naturais, Capina Grande, Paraíba, Brasil.

<sup>5</sup>Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Zootecnia, Piracicaba, Brasil.

\*Endereço para correspondência: hnparente@hotmail.com

## RESUMO

Objetivou-se, com este experimento, avaliar o efeito do pisoteio caprino sobre a densidade e atributos hidráulicos de um solo em área de caatinga no Cariri da Paraíba. O experimento foi realizado na Estação Experimental Bacia Escola, em São João do Cariri-PB. Os tratamentos consistiram em três taxas de lotação distribuídos em três piquetes, que foram: 3,1an/ha, 1,5an/ha e 0an/ha, durante o período de setembro de 2007 a outubro de 2008. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 20 repetições. Foram realizados ensaios de infiltração e coletadas amostras de solo no início e ao término do experimento, após aplicação dos tratamentos, para análise da densidade do solo, umidade inicial, umidade final, sorvidade e condutividade hidráulica. Os resultados mostraram que o pisoteio caprino nas áreas de caatinga, nos tempos estudados, não provoca alterações sobre a densidade, condutividade hidráulica, sorvidade e a umidade do solo. A variação dos atributos físicos do solo é decorrente das características físicas próprias do solo, mais do que da ação do pastejo caprino, independente da taxa de lotação utilizada.

**Palavras-chave:** condutividade hidráulica, densidade do solo, sorvidade

## SUMMARY

The objective in this experiment was to evaluate the effect of trampling goat on the density and some soil hydraulic properties in an area of caatinga in Cariri of Paraíba. The experiment was conducted at the “Experimental Bacia School”, in São João do Cariri-PB. The treatments consisted of three stocking rates and three paddocks: 3.1an/ha, 1.5an/ha and 0an/ha, from September 2007 to October 2008. We used a completely randomized design with 20 repeatability. Infiltration tests were performed and there were collected samples of soil at the beginning at the end of the experiment, after applying treatments for analysis of soil density, water content, initial moisture content, final moisture content, sorptivity and hydraulic conductivity. The results showed that the goat trampling in areas of caatinga, in the periods studied, do not cause updates on the density, hydraulics conductivity, sorptivity and soil moisture. The ranges of the attributes of the land caused most physicists features soil physics proper to that of grazing goats, regardless of the stocking rates used.

**Keywords:** hydraulic conductivity, soil bulk density, sorptivity

## INTRODUÇÃO

A atividade de criação de caprinos, prática comum na região semiárida do Nordeste pode, a depender da lotação, alterar completamente as características do solo. Isso porque na região semiárida do Brasil, com predominância da vegetação caatinga, não existe alternância de atividades em uma mesma área, com utilização de sistemas de pastejo extensivos (MOREIRA et al., 2006) e contínuos. Essa característica, quase sempre, não permite ao solo a oportunidade de reabilitação de suas propriedades físicas, aliada às suas próprias características intrínsecas que o pode comprometer a longo prazo.

O pisoteio animal também pode causar efeitos deletérios na estabilidade dos agregados do solo. Alterações nessa estrutura podem comprometer a aeração e o transporte de nutrientes no solo, o que reflete na absorção e no crescimento das plantas.

Dentro do contexto de infiltração de água, uma característica marcante existente em solos tropicais e subtropicais é a presença de crostas (VALENTIN & BRESSON, 1992), resultantes de processos complexos nos quais as partículas do solo são rearranjadas e consolidadas em uma estrutura superficial coesa. Essas crostas são responsáveis pela diminuição da infiltração da água no solo e pelo aumento do escoamento superficial das águas provenientes das chuvas e irrigação, potencializadores dos processos erosivos (SOUZA et al., 2007), que, nesse caso, podem ser ainda mais intensificados pelo pisoteio animal.

Dentre os atributos físicos estudados na caracterização de um solo, talvez densidade seja o mais utilizado, em função da sua facilidade de interpretação. A quantificação desse atributo e o fornecimento de informações para os

estudos agronômicos e zootécnicos, quanto à produção de forragem/animal, parecem bastante consistentes, pois existe uma significativa relação entre densidade e os outros atributos do solo (LIMA et al., 2007).

Resultados de pesquisa têm revelado uma tendência de que com o aumento da densidade pode ocorrer redução de porosidade total, alteração na distribuição do tamanho dos poros (LIMA et al., 2007) e aumento da resistência mecânica à penetração do solo (SILVA et al., 2002).

Nesse sentido, objetivou-se com este experimento avaliar o efeito do pisoteio caprino em diferentes taxas de lotações sobre os atributos do solo em área de caatinga no Cariri da Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Bacia Escola pertencente à UFPB, localizado no município de São João do Cariri-PB, nas coordenadas 7°23'30"S e 36°31'59"W, numa altitude de 458m. O município está inserido na zona fisiográfica do Planalto da Borborema e faz parte da microrregião do Cariri Oriental.

Segundo a classificação de Koppen, predomina na região o clima Bsh-semiárido quente com chuvas de verão. Apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2°C e mínima de 23,1°C, precipitação média em torno de 400 mm/ano e umidade relativa do ar 70%.

A área experimental, inserida no contexto de vegetação da caatinga, compreendeu 9,6 ha, divididos em três piquetes, e apresentou aspectos de degradação e alto grau de similaridade entre os piquetes. Dentre as espécies de plantas levantadas nas áreas, destacaram-se: *Aspidosperma*

*pyrifolium*, *Croton sonderianus*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Jatropha mollissima*, *Malva sylvestris* L., *Pilosocereus gounellei*, *Spondias tuberosa* e *Opuntia palmadora*. O maior número de indivíduos pertencia à família Euphorbiceae.

Os tratamentos consistiram em três taxas de lotação, com uma carga leve e outra pesada (ARAÚJO FILHO et al., 2002) e mais um tratamento sem pastejo, assim distribuídos: 3,1an/ha, 1,5an/ha e 0an/ha. Utilizou-se um sistema de pastejo sob lotação contínua e fixa durante o período experimental. Foram utilizados caprinos machos, adultos, sem padrão de raça definido. A

entrada dos animais nos piquetes ocorreu em agosto/2007 com permanência até o término do experimento em outubro/2008.

De acordo com os dados da Estação Meteorológica da UFCG, instalada na Fazenda Experimental, a precipitação média e a umidade relativa do ar nos anos de 2007 e 2008 foram 362,6 e 800,1mm e 75,5 e 75,1%, respectivamente (Tabela 1). Segundo Paes-Silva et al. (2003), os solos predominantes são Bruno Não Cálcico Vértico, VERTISSOLO e NEOSSOLO Lítico, representativos da área experimental.

Tabela 1. Valores de precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) nos anos de 2007 e 2008 na Estação Experimental de São João do Cariri-PB

Meses	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2007												
Precipitação	2,30	122,3	55,6	55,2	65,1	24,1	11,1	5,5	0,0	0,0	0,0	0,3
UR	71,6	74,3	78,1	75,4	80,5	81,4	79,7	80,4	75,4	70	70	69,3
2008												
Precipitação	16,3	19,7	266,4	269,8	137,8	40,1	33,7	8,6	2,1	0,8	0,0	4,8
UR	71	68,3	71,7	80,5	82,2	80,6	81,1	79	75,1	71,1	69,8	71,3

Foram determinados dois atributos hidráulicos dos solos: a condutividade hidráulica e a sorvidade, por intermédio do regime transitório da infiltração tridimensional, densidade dos solos, umidade inicial ( $\theta_{inic}$ ) e final ( $\theta_{fin}$ ).

A avaliação da infiltração foi realizada conforme Souza et al. (2007), de acordo com o método proposto por Haverkamp et al. (1994), que consistia em adições de volumes constantes de água ao longo do tempo, até que ocorra uma estabilização na curva de infiltração. O cilindro, de 150mm de diâmetro, foi posicionado na superfície do solo e inserido a uma profundidade de aproximadamente 1cm, para prevenir perdas laterais de água durante o

processo de infiltração de água na superfície do solo (SOUZA et al. 2007). Neste experimento foi utilizado o volume constante de 100mL de água.

Os ensaios de infiltração foram realizados logo após a entrada dos animais nos piquetes (setembro de 2007) e, ao final do pastejo (outubro de 2008), em vinte pontos por tratamento.

Para determinação da densidade do solo e das umidades volumétricas inicial  $\theta_{inic}$  e final  $\theta_{fin}$  obtidas, respectivamente, no começo e no término de cada experimento de infiltração, durante os ensaios, foram coletadas amostras indeformadas dos solos (5cm de profundidade). O procedimento para

determinar a umidade volumétrica  $\theta$  é medir a umidade gravimétrica  $U$  e depois multiplicar o resultado pela densidade do solo ( $\theta = U \rho$ ). A umidade gravimétrica  $U$  é a relação entre a massa de água e a massa de partículas sólidas de um solo. A massa de água foi obtida pela diferença entre a amostra do solo pesada úmida e o peso da mesma amostra após ter sido seca em estufa a 105°C. A umidade gravimétrica inicial foi obtida pela diferença entre o peso do solo úmido (condição natural) e o peso do solo seco (após estufa). A umidade gravimétrica final foi obtida pela diferença entre o peso do solo saturado (no término de cada experimento de

infiltração) e o peso do solo seco (após estufa).

A densidade do solo foi determinada pelo método do cilindro de Umland, que possui um volume  $V_t$  conhecido. Depois de retirada, determinou-se a massa do solo seco  $m_s$  e calculou-se a densidade do solo ( $\rho = m_s/V_t$ ).

A análise granulométrica foi realizada segundo a metodologia descrita pela Embrapa (1997), de maneira a se determinar o diâmetro das partículas de silte e argila por sedimentação e das partículas de areia por peneiramento (Tabela 2).

Tabela 2. Análise granulométrica dos solos sob as respectivas taxas de locação em São João do Cariri-PB

Tratamentos	Areia	Silte		Argila	Classe textural
		g/kg			
3,1	643,9 ± 56,2	242,6 ± 38,4	113,5 ± 59,9	Franco arenosa	
1,5	586,1 ± 79,4	269,6 ± 45,3	117,3 ± 87,0	Franco arenosa	
0,9	517,8 ± 94,8	274,5 ± 84,0	207,7 ± 77,1	Franco arenosa	

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e vinte repetições, com as medidas repetidas no tempo em 2007 e 2008.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito do pisoteio sobre a densidade dos solos no período experimental (Figura 1), o que indica que o pisoteio controlado com essas

taxas de locação não afetou a qualidade física do solo para o atributo.

Os valores médios de densidade foram 1,45; 1,40 e 1,45g/cm<sup>3</sup> para os respectivos tratamentos em 2007 e 1,53; 1,46 e 1,49g/cm<sup>3</sup> em 2008. Esses valores são relativamente frequentes nos solos da região semiárida. Souza et al. (2008) encontraram valores de densidade de 1,30; 1,36 e 1,56g/cm<sup>3</sup> para solo do tipo NEOSSOLO Flúvico, com classes texturais franco arenosa, areia franca e areia, respectivamente, em São João do Cariri-PB. Os solos avaliados por esses autores encontravam-se sob pastejo contínuo sem controle de locação, pois se trata de uma área de caatinga utilizada como fonte alimentar para os rebanhos locais.

## Densidade

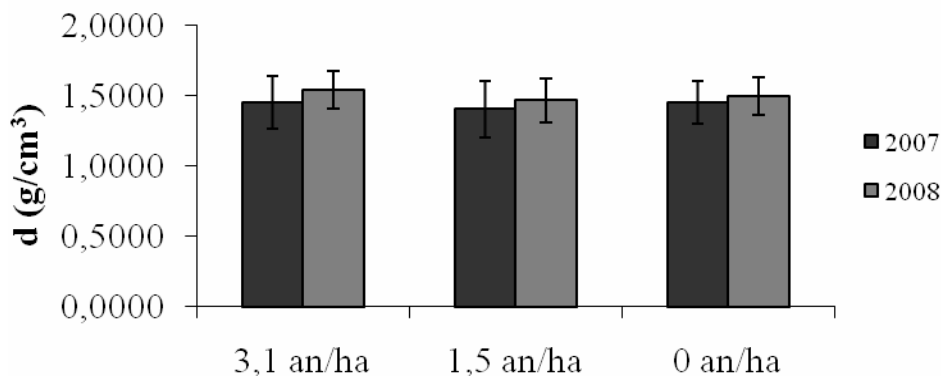


Figura 1. Densidade aparente média dos solos nas áreas submetidas a diferentes intensidades de pastejo por caprinos em São João do Cariri-PB. As barras representam o desvio padrão da média

Na grande maioria dos experimentos que avaliam efeito do pisoteio sobre as propriedades físicas do solo, em pastagens cultivadas com altas taxas de lotações, encontram-se alterações nos atributos como a densidade e porosidade, no entanto essas alterações concentram-se quase sempre na camada superficial de 0-5cm. Essas mudanças devem ser menos intensas nos solos sob vegetação da caatinga, em função da utilização de menores pressões de pastejo e possivelmente das próprias características dos solos por serem bastante rasos e pedregosos (Amorim et al. 2009).

Os resultados encontrados neste experimento são discordantes em relação à maioria dos trabalhos consultados sobre o assunto na literatura, o que mostra que no período avaliado não houve efeito prejudicial do pisoteio na densidade do solo, observando-se pouca variedade entre os anos (Figura 2). Os resultados

mostraram que na taxa de lotação estudada não há comprometimento da qualidade do solo, medida pela sua densidade.

Diante dos resultados, pode-se inferir que, no ecossistema caatinga, para que haja efeitos danosos do pisoteio sobre as propriedades físicas do solo é necessária maior carga animal, e a limitação de oferta forrageira, principalmente na época seca, é suficiente para limitar a quantidade de animais. Nessa condução, não haveria efeitos prejudiciais às propriedades físicas do solo.

Não obstante, a remoção da cobertura vegetal do mesmo pode causar, a longo prazo, redução nos teores de matéria orgânica do solo, o que promove uma exposição excessiva, prejudicial às propriedades físicas. Portanto, o pastejo pode trazer algum malefício ao solo em longo prazo.

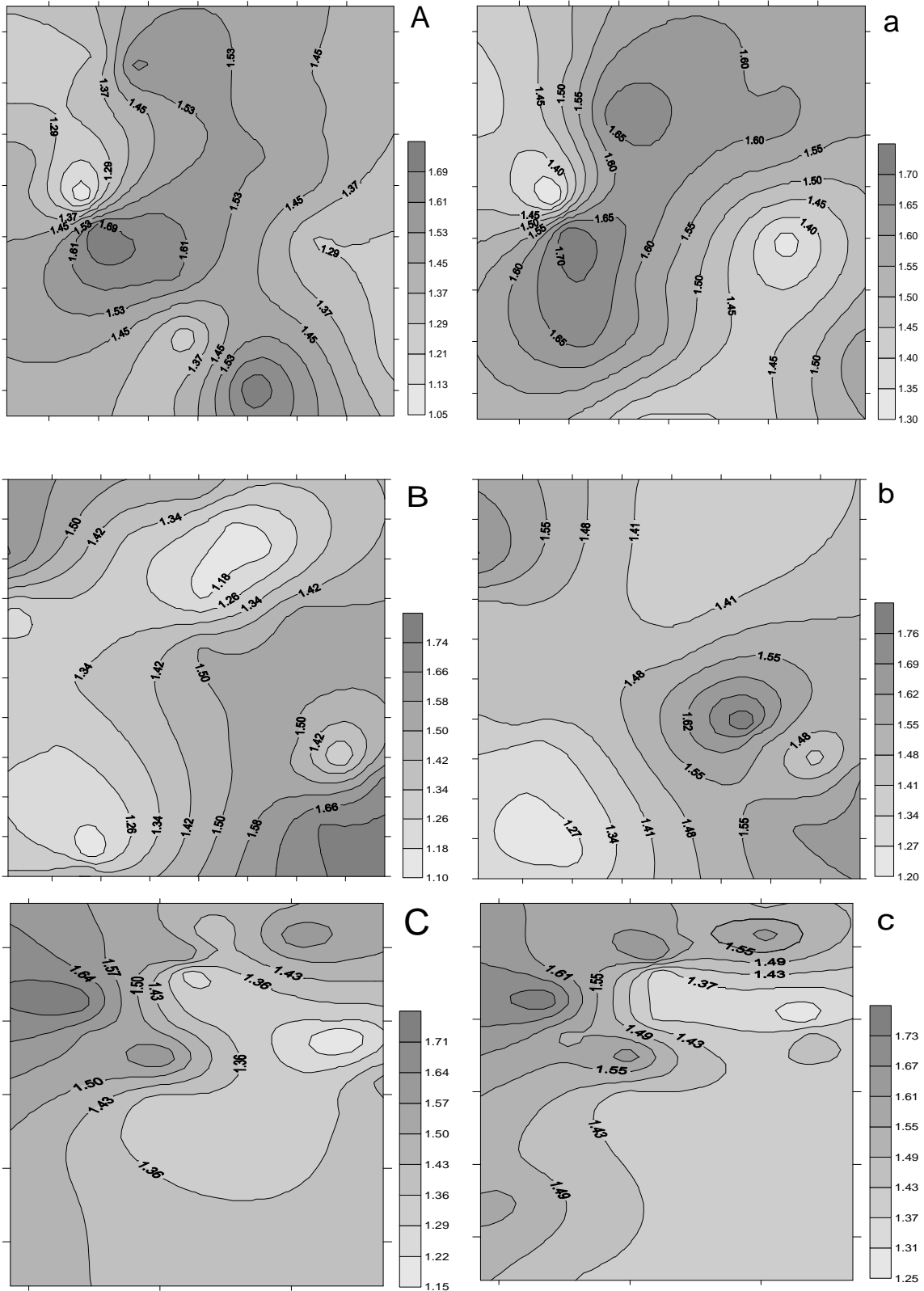


Figura 2. Distribuição espacial da densidade do solo ( $\text{g/cm}^3$ ) nos tratamentos I (Aa), II (Bb) e III (Cc) em São João do Cariri-PB. Letras maiúsculas representam o ano de 2007 e letras minúsculas o ano de 2008



Também não houve variação na duração das infiltrações na superfície do solo entre os tratamentos e entre os anos (Tabela 3). Esse efeito pode ser explicado pelo período de avaliação para o atributo, embora a remoção da serrapilheira por esses animais no período seco do ano (PARENTE et al., 2008), com exposição do solo, possa comprometer esse atributo a longo prazo.

Esses resultados estão em desacordo com Warren et al. (1986), que relataram que o pisoteio animal pela pastagem pode melhorar a infiltração e reduzir os

processos de erosão devido à quebra de crostas superficiais pelo impacto físico dos cascos. Essa assertiva, provavelmente, só será confirmada em pastagens submetidas a baixas intensidades de pastejo, em que se consegue obter o mínimo acúmulo de serrapilheira que promoverá a proteção do solo. No tratamento sem pastejo, foi verificada tendência de redução no tempo de infiltração, possivelmente pelo acúmulo de serrapilheira durante o período experimental.

Tabela 3. Tempo acumulado expresso em segundos para infiltração de 1,5 L de água nos respectivos tratamentos e anos em São João do Cariri-PB

Anos	Taxa de lotação		
	3,1an/ha	1,5an/ha	0an/ha
2007	1788,78	1607,88	1834,30
2008	1983,07	1668,39	1652,01

Os valores de condutividade foram superiores no ano de 2008 nos três tratamentos (Figura 3). Para a sorvidade, foi verificado maior valor no ano de 2008 para o tratamento três (ausência de pisoteio). Possivelmente, a ausência do pisoteio, que promova uma maior cobertura vegetal do solo, e por sua vez, contribua para o incremento no teor de matéria orgânica, beneficia essas características do solo. No entanto, foi verificada somente uma tendência, em que maiores períodos de avaliação poderão ou não confirmar melhor os resultados.

Os solos da área do experimento apresentaram texturas semelhantes, todas pertencentes à mesma classe (Tabela 2). A presença de cobertura vegetal, normalmente, favorece a infiltração da água do solo, ou seja, aumenta os valores de condutividade

hidráulica (Ks) e Sorvidade (S). A sorvidade depende bastante da umidade inicial; quanto mais seco, maior é o seu valor, mas, por outro lado, o efeito estrutural é preponderante no seu comportamento. Um solo bem estruturado, menos compactado, pode apresentar valores de sorvidade e condutividade maiores e, devido ao conteúdo de matéria orgânica, consegue reter mais água.

Souza et al. (2007), em avaliação do efeito do encrostamento sobre as propriedades hidráulicas de um solo cultivado em Areia-PB e em São João do Cariri-PB, encontraram valores de médios de sorvidade e condutividade de 0,49 (mm/cm)<sup>1/2</sup> e 0,02 (mm/s) para solos franco-arenosos. Esses valores estão muito próximos dos encontrados neste experimento.

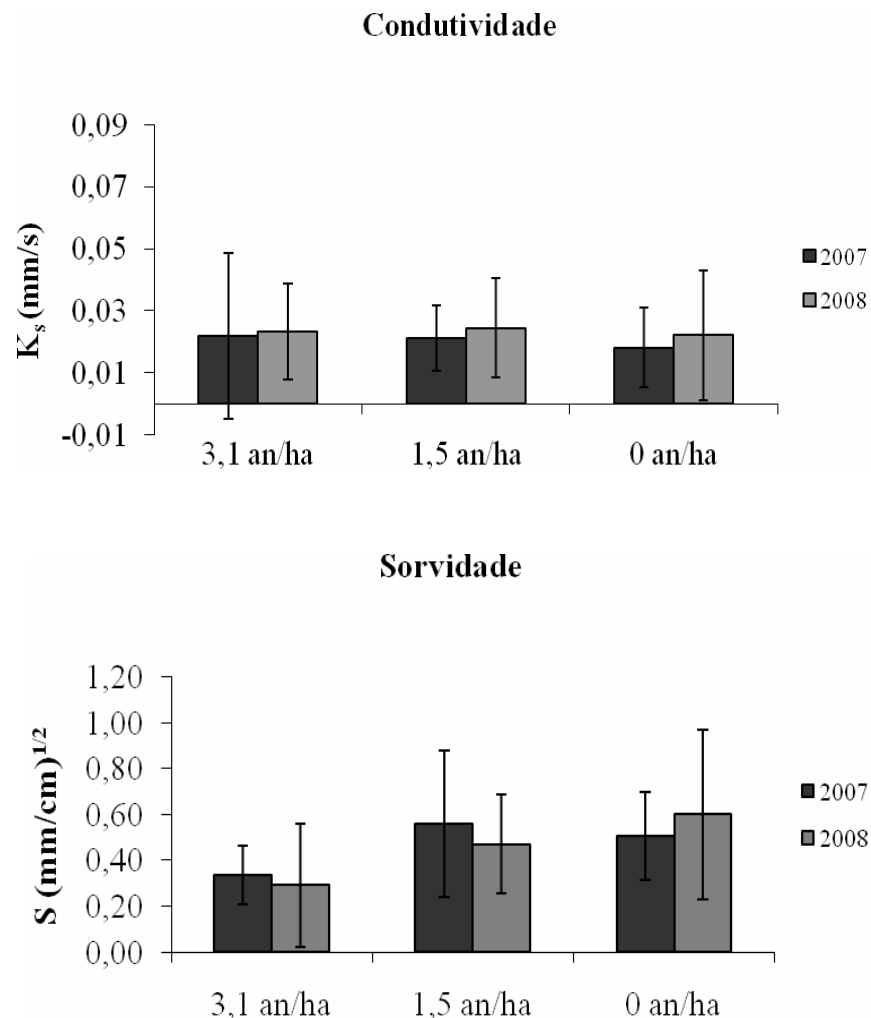


Figura 3. Atributos do solo nas áreas submetidas a diferentes intensidades de pastejo por caprinos em São João do Cariri-PB. As barras representam o desvio padrão da média

A condutividade hidráulica e a sorvidade são os dois parâmetros que caracterizam o processo de infiltração, e o valor de sorvidade está associado ao início do processo de infiltração (BORGES et al., 1999). Logo no início do evento, os efeitos gravitacionais não são fortemente responsáveis pela infiltração, e os valores de sorvidade e condutividade nas camadas superficiais que irão definir a retenção, infiltração e partição do aporte de água no solo. Portanto, a manutenção da cobertura

vegetal remanescente no solo propicia maior retenção de umidade na camada superficial do solo, o que pode favorecer esse parâmetro, conforme observado no tratamento sem pastejo.

De acordo com Antonino et al. (2004), a condutividade hidráulica da camada superficial do solo desempenha papel importante na partição da quantidade de água, seja de precipitação pluviométrica ou de irrigação, que atinge o solo em infiltração e/ou escoamento superficial. Geralmente, as crostas presentes nos



solos do semiárido brasileiro ocorrem nas camadas superficiais (primeiros milímetros) e são responsáveis por grande parte do escoamento superficial. Zhao et al. (2007), em estudo realizado na Mongólia, avaliaram o efeito da diferentes pressões de pastejo de ovinos nas propriedades físicas e mecânicas do solo e suas interações. Os autores trabalharam com cinco áreas sob diferentes períodos de pastejo e relataram que, no experimento, o

pastejo promoveu redução no conteúdo de água no solo, no estoque de carbono e aumento na densidade do mesmo. Com a maior taxa de lotação, ficaram evidentes os menores valores de umidade final (Figura 4) em relação ao tratamento sem pastejo, uma vez que nesse período a cobertura vegetal do solo (serrapilheira) é consumida pelos animais, de forma a deixar o solo exposto a maiores intensidades de radiação solar.

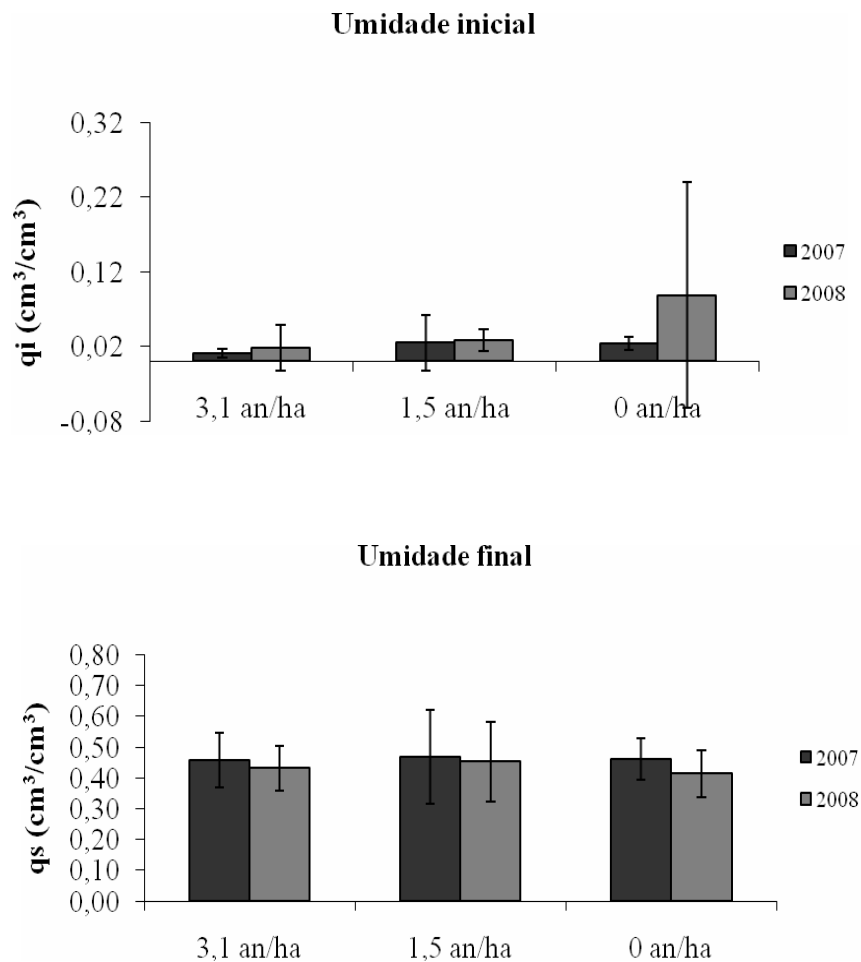


Figura 4. Atributos do solo nas áreas submetidas a diferentes intensidades de pastejo por caprinos em São João do Cariri-PB. As barras representam o desvio padrão da média

Um aspecto relevante na resistência à penetração do sistema radicular no solo é o teor de umidade. Existe uma correlação inversa entre esses dois fatores, e, à medida que se reduz a umidade do solo, aumenta-se a dificuldade de penetração das raízes. Portanto, em solos rasos com baixa capacidade de retenção de água, características dos solos desse experimento, estratégias de conservação da cobertura vegetal a fim de propiciar melhorias nas condições físicas e promover maior retenção de água seriam necessárias para facilitar a penetração e estabelecimento das raízes. Nesse sentido, haveria maior “tempo útil” para que a planta pudesse absorver a água disponível naquele momento.

Dessa forma, o pastejo caprino nas áreas de caatinga, no tempo decorrente do experimento, não provoca alterações sobre a densidade, condutividade hidráulica, sorvidade e umidade final do solo em comparação à área sem pastejo. A variação dos atributos físicos do solo decorrente mais das características físicas próprias do solo do que da ação do pastejo caprino, independente da taxa de lotação utilizada.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.491-499, 2009. [ [Links](#) ].
- ANTONINO, A.C.D.; RUIZ, C.F.; SOUZA, E.S.; NETTO, A.M.; ANGULO-JARAMILLO, R. Distribuição probabilística do fator de escala de dois solos do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p.220-224, 2004. [ [Links](#) ].
- ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUZA NETO, M.; NEIVA, J.N.M.; CAVALCANTE, A.C.R. Desempenho produtivo de ovinos da raça morada nova em caatinga raleada sob três taxas de lotação. **Ciência Agrônômica**, v.33, n.11, p.51-57, 2002. [ [Links](#) ].
- BORGES, E.; ANTONINO, A.C.D.; DALLOLIO, A.; AUDRY, P.; CARNEIRO, C.J.G. Determinação da condutividade hidráulica e da sorvidade de um solo não-saturado utilizando-se permeâmetro a disco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2083-2089, 1999. [ [Links](#) ].
- PAES-SILVA, A.P.; CHAVES, I.B.; SAMPAIO, E.V.S.B. Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do açude Namorando no cariri oriental paraibano. **Agropecuária Técnica**, v.24, n.1, p.47-59, 2003. [ [Links](#) ].
- HAVERKAMP, R.; ROSS, P.J.; SMETTEM, K.R.J.; PARLANGE, J.Y. Three dimensional analysis of infiltration from the disc infiltrometer. 2. Physically based infiltration equation. **Water Resources Research**, v.30, n.1, p.2931-2935, 1994. [ [Links](#) ].
- LIMA, C.G.R.; CARVALHO, M.P.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1233-1244, 2007. [ [Links](#) ].
- MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.F.S.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, G.G. L.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006. [ [Links](#) ].

MURPHY, W.M.; BARRETO, A.D.  
Cattle and sheep effect on soil organisms, fertility and compaction in a smooth-stalked meadowgrass-dominant White clover sward. **Grass and forage Science**, v.50, n.1, p.191-194, 1995. [[Links](#)].

PARENTE, H.N.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P.; MEDEIROS, A.N.; ARAÚJO, K.D.; SANTOS, E.M.; ÉDER-SILVA, E. Impacto decorrente do pastejo por caprinos sobre a liteira da caatinga. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008. [[Links](#)].

SILVA, V.R.; REINERT, D.; REICHERT, J.M. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.399-406, 2004. [[Links](#)].

SOUZA, E.S.; ANTONINO, A.C.D.; LIMA, J.R.S.; GOUVEIA NETO, C.G.; SILVA, J.M.; SILVA, I.F. Efeito do encrostamento superficial nas propriedades hidráulicas de um solo cultivado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.69-74, 2007. [[Links](#)].

SOUZA, E.S.; ANTONINO, A.C.D.; ANGULO-JARAMILLO, R.; MACIEL NETO, A. Caracterização hidrodinâmica de solos: aplicação do método Beerkan. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.128-135, 2008. [[Links](#)].

VALENTIN, C.; BRESSON, L.M. Morphology, genesis and classification of surface crusts in loamy and sandy soils. **Geoderma**, v.55, n.1, p.225-245, 1992. [[Links](#)].

WARREN, S.D; NEVILL, M.B.; GARZA, N.E. Soil response to trampling under intensive relation grazing. **Soil Science Society**, v.50, n.1, p.1336-1341, 1986. [[Links](#)].

ZHAO, Y.; PETH, S.; KRUMMELBEIN, J.; HORN, R.; WANG, Z.; STEFFENS, M.; HOFFMANN, C.; PENG, X. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. **Ecological Modelling**, v.205, n.1, p.241-254, 2007. [[Links](#)].

Data de recebimento: 21/09/2009

Data de aprovação: 05/05/2010