

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM SOLOS DE ZONA SEMIÁRIDA E SUA RELAÇÃO COM OS PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO

Bartolomeu Israel de Souza

Vitor Leite Martins

Boletim Gaúcho de Geografia, 39: 25-40, jul., 2012.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/37309/24094>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jul., 2012.

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM SOLOS DE ZONA SEMIÁRIDA E SUA RELAÇÃO COM OS PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO

BARTOLOMEU ISRAEL DE SOUZA¹

VITOR LEITE MARTINS²

RESUMO

O Bioma Caatinga é um dos mais alterados do Brasil, principalmente em função da pressão exercida pelo sistema agropastoril, ocasionando a presença de processos de desertificação em vastas áreas. Um dos aspectos ainda pouco estudados como parte desse tipo de degradação ambiental diz respeito às alterações na infiltração de água nos solos em virtude do aumento da sua compactação nas áreas afetadas pela desertificação. Para identificar essas relações, foram realizadas na região dos Cariris Velhos/Paraíba algumas análises em solos submetidos a diversos tipos de usos, utilizando um infiltrômetro a simples anel. Os resultados encontrados demonstraram uma estreita relação entre a diminuição da taxa de infiltração e a presença da desertificação em solos com as mesmas origens e características físicas, diferenciados apenas em suas formas de uso. Observou-se também que na composição vegetal dessas áreas desertificadas estão presentes as espécies mais xerófilas da caatinga, demonstrando que esse processo de degradação acaba criando um ambiente inóspito às espécies mais exigentes em condições de umidade, o que afeta decisivamente a evolução da sucessão ecológica nessas áreas.

Palavras-chave: Desertificação. Infiltração. Caatinga. Cariris Velhos.

INFILTRATION OF WATER IN SEMI-ARID ZONE SOILS AND ITS RELATION TO THE PROCESSES OF DESERTIFICATION

ABSTRACT

Caatinga is one of the most altered biomes in Brazil, mainly due to the pressure exerted by the agropastoral system, causing the presence of desertification in extensive areas. One of the less studied aspects, as part of such en-

1 Professor do departamento de Geociências - UFPB; Rua Major Salustiano Ribeiro, nº 125, apto. 802, Tambauzinho, João Pessoa/PB, CEP 58042-090; bartoisrael@yahoo.com.br.

2 Bacharel em Ecologia; Rua Montadas, nº 26, Tibiri III, Santa Rita/PB, CEP 58302-185; vitorlei@hotmail.com.

vironmental degradation, is related to changes in water infiltration into the soil because of increased compaction in areas affected by desertification. To identify these relationships, some analyses in soils subjected to various types of uses were conducted in the region of Cariris-Paraíba, using a single ring infiltrometer. The results showed a close relationship between the decrease of the infiltration rate and the presence of desertification in soils with the same origins and physical characteristics, distinguished only by their forms of use. It was also noted that in the vegetation composition of these desertified areas there are the most xerophilous species of the caatinga, showing that this degradation process ends up creating an inhospitable environment to the most demanding species in conditions of humidity, which affects decisively the evolution of ecological succession in these areas.

Keywords: Desertification. Infiltration. Caatinga. Cariris.

INTRODUÇÃO

O bioma caatinga tem sua área principal localizada na Região Nordeste do Brasil, embora também ocorra em um pequeno trecho da Região Sudeste, situada no norte de Minas Gerais, o que equivale a 955.755,29km² (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA, 2004), abrangendo, portanto, pouco mais de 10% do território nacional.

Em termos das alterações ocorrentes na caatinga, esse bioma é considerado o terceiro mais degradado do Brasil, perdendo apenas para a Floresta Atlântica e o Cerrado (MYERS et al, 2000). Nesse caso, estima-se que 80% de sua vegetação encontra-se completamente alterada, devido ao extrativismo e a agropecuária, apresentando-se a maioria dessas áreas em estádios iniciais ou intermediários de sucessão ecológica (ARAÚJO FILHO, 1996).

O sistema agropastoril apresenta-se como o fator que maior pressão exerce sobre a vegetação nessas áreas, variando de intensidade em função da localização, estrutura e tamanho dos remanescentes existentes. Devido ao caráter sistemático dessas atividades, o bioma caatinga tem sido destruído ou seriamente descaracterizado (ZANETTI, 1994).

Neste sentido, Kumazaki (1992), tratando da pressão antrópica sobre remanescentes vegetais, destaca que, quanto menor for a área florestada, mais graves são os impactos sobre os mesmos, muitas vezes tornando inviável a sua conservação. Nestas áreas, e de forma mais específica na caatinga, numa relação dinâmica, ao mesmo tempo em que as atividades antrópicas criam uma degradação crescente, a vida no campo se torna cada vez mais difícil, uma vez que a degradação ambiental vai aumentando, inviabilizando a continuidade de determinadas atividades econômicas.

Intrínseco a realidade da caatinga no Brasil, está o processo da desertificação. Etmologicamente, segundo Tavares de Melo (1998), essa palavra

de origem latina é uma derivação de *desertus* e *fixação*. A primeira apresenta duplo significado. Como adjetivo, pode ser traduzido para desabitado, abandonado, inculto, selvagem. Como substantivo quer dizer solidão, desolação, área vazia. A segunda é um sufixo verbal proveniente do verbo *ficare*, significando ação de fazer, ser feito, ser produzido.

Independente do seu significado etmológico, a partir da década de 1970 esse fenômeno passa a ser mencionado de maneira a expressar um conjunto de processos que dão origem a áreas degradadas nas regiões de clima seco (MAINGUET, 1995a). A ONU (Organização das Nações Unidas), em 1992 no Rio de Janeiro, define a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92) que a desertificação implica na existência de um entrelaçamento de fatores que provocam esse tipo de degradação da terra nas zonas secas, resultantes tanto das variações climáticas como das atividades humanas, atingindo os solos, os recursos hídricos, a vegetação, a biodiversidade e a qualidade de vida da população (CCD, 1995).

Existe uma relação estreita entre o processo de desertificação e os solos. Neste sentido, a CCD (1995) insere a questão pedológica num contexto mais amplo, relacionada a degradação da terra, entendendo esta última como

[...] a redução ou perda, nas zonas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas de regadio, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas ou das áreas com arvoredo disperso, devido aos sistemas de utilização das terras ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como:
A erosão do solo causada pelo vento e/ou pela água;
A deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo e,
A destruição da vegetação por períodos prolongados.
(CCD, 1995, p. 14).

Dados das Nações Unidas mostram que os prejuízos anuais causados pela desertificação correspondem a US\$ 250 por hectare em áreas irrigadas, US\$ 40 por hectare em área de agricultura de sequeiro e US\$ 7,00 por hectare em área de pastagem. Para o Brasil, de acordo com o diagnóstico do Ministério do Meio Ambiente (MMA), as perdas econômicas no semiárido podem chegar a US\$ 800 milhões por ano devido à desertificação, enquanto os custos de recuperação das áreas mais afetadas foram estimados em US\$ 2 bilhões para um período de vinte anos (OLIVEIRA, 2007).

No caso da Paraíba, grande parte do seu território encontra-se em processo de desertificação, o qual se traduz pela degradação dos solos a partir das alterações profundas que vem ocorrendo na vegetação de caatinga, acarretando no empobrecimento cada vez maior dos ecossistemas e das populações (SILVA, 1993). Assim, o mosaico paisagístico atual encontra-se acen-

tuadamente alterado, com áreas mínimas apresentando remanescentes de vegetação nativa em bom estado de conservação.

Especificamente na bacia do rio Paraíba, região dos Cariris Velhos, conforme Souza (2008), mais de 70% do seu território vem passando por processos de desertificação de diferentes níveis, sobressaindo os que foram considerados muito graves, em virtude da rarefação ou ausência completa de cobertura vegetal, particularmente nas áreas dos solos dos tipos Luvisso Crômico e Neossolo Litólico, os quais abrangem a maior parte dessa região.

Ainda que Souza (2008) não tenha detectado diminuição da fertilidade nos solos desmatados nos Cariris Velhos, chamou a atenção em seu trabalho o fato de grande parte das espécies vegetais da caatinga ter dificuldade em recolonizar os ambientes degradados nessa região, ao observar em imagens de satélite que em 1989 diversas áreas identificadas com pouca ou nenhuma vegetação permaneciam da mesma forma nos anos 2005 e 2006, ainda que apresentassem pouco ou nenhum uso econômico aparente.

Pelo que foi observado nessa região, Souza (2008) supõe que o desmatamento excessivo teria alterado a capacidade natural em absorver a água das chuvas desses solos, criando condições desfavoráveis à sua recolonização por parte de algumas espécies da caatinga, particularmente aquelas mais exigentes em recursos hídricos.

Por conta dessas constatações iniciais, fazendo um paralelo com a questão da desertificação, a identificação das variações de infiltração de água nos solos e as suas relações com os padrões de vegetação nas áreas degradadas, se apresenta como um dos possíveis indicadores desse processo, embora este seja ainda pouco conhecido, sendo portanto fundamental o desenvolvimento desse conhecimento.

O fenômeno da infiltração é um processo que depende fundamentalmente da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e das quantidades de água e ar, inicialmente presentes no seu interior. Este pode ser ainda mais complexo se os diversos horizontes de um solo, desde a superfície até a zona de alteração próxima à rocha, tiverem texturas e estruturas diferenciadas naturalmente ou devido ao desenvolvimento de atividades agropastoris, causando aos perfis comportamentos hidráulicos distintos.

Trabalhos realizados no Brasil com o objetivo de detectar a infiltração nos solos vêm demonstrando a aplicabilidade e eficácia desse fenômeno como indicador do processo natural da capacidade de passagem da água da superfície para as camadas do interior do solo, a exemplo do que pode ser visto em AGUIAR *et al* (1998), GUERRA (1996), PREVEDELLO (1999), PANACHUKI (2003), THOMAZ (2008) e CUNHA *et al* (2009). Ressaltamos, entretanto, que os referidos trabalhos foram desenvolvidos em áreas com características climáticas e edáficas diferentes das encontradas no semiárido nordestino.

Por conta do que destacamos anteriormente, a interação dos elementos expostos em sua relação com a desertificação ainda é carente de dados para as áreas semiáridas brasileiras, nem mesmo aparecendo nos itens de indicadores

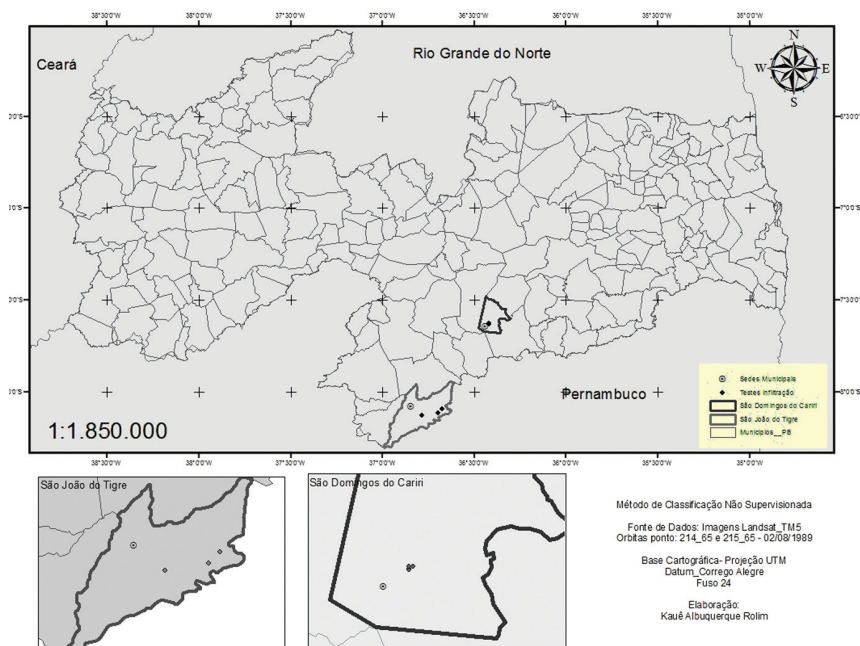
normalmente analisados nas pesquisas para identificar uma situação de desertificação. Entretanto, dada a possibilidade dessa relação, o presente trabalho constitui-se numa importante contribuição a essa temática, cujas manifestações no Brasil ainda carecem de muitas informações (BRASIL, 2004).

Portanto, neste trabalho pretende-se realizar alguns testes com infiltração de água nos solos mais representativos da região semiárida dos Cariris Velhos/PB, objetivando estabelecer uma relação com o tipo de uso aos quais estão submetidos e as suas influências na vegetação e os padrões de desertificação observados na paisagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes de infiltração ocorreram nos municípios de São Domingos do Cariri e São João do Tigre, localizados na região dos Cariris Velhos (ou Cariri), porção centro-sul da Paraíba – Figura 01 –, a qual apresenta os menores índices pluviométricos médios registrados no Brasil (abaixo de 500mm/ano).

Figura 1
Localização das áreas onde ocorreram os testes de infiltração na Paraíba



Fonte: Dados obtidos nas imagens Landsat_TM5 orbitas ponto: 214_65 e 215_65 – 02/08/1989; Base cartográfica – Projeção UTM Datum_Corrego Alegre Fuso 24, elaboração de Kauê Albuquerque Rolim

Os testes foram feitos em 07 localidades, sendo 05 em São Domingos do Cariri e 02 em São João do Tigre, nas seguintes coordenadas geográficas:

1) São Domingos do Cariri:

Amostra 02 – $7^{\circ} 37' 43,80''$ S e $36^{\circ} 25' 10,56''$ W

Amostra 03 – $7^{\circ} 37' 50,83''$ S e $36^{\circ} 25' 20,57''$ W

Amostra 04 – $7^{\circ} 37' 51,32''$ S e $36^{\circ} 25' 21,66''$ W

Amostra 05 – $7^{\circ} 37' 50,83''$ S e $36^{\circ} 25' 20,57''$ W

Amostra 06 – $7^{\circ} 37' 52,63''$ S e $36^{\circ} 25' 21,11''$ W

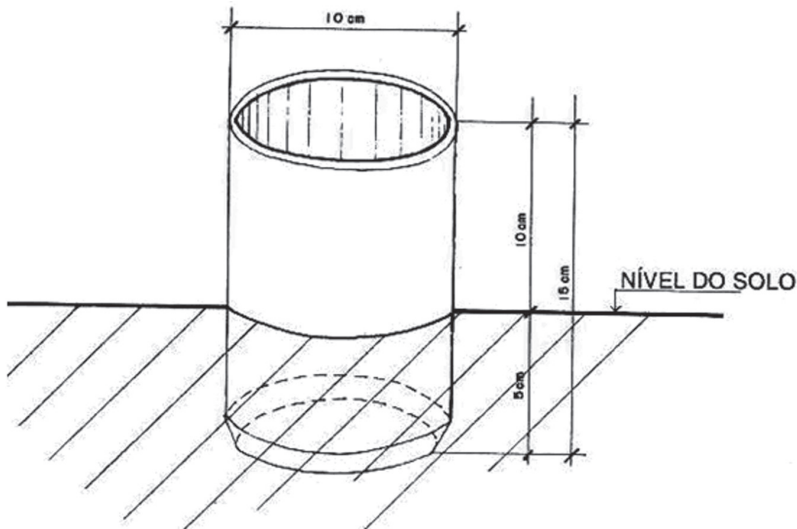
2) São João do Tigre:

Amostra 01 – $8^{\circ} 6' 55,26''$ S e $36^{\circ} 41' 52,81''$ W

Amostra 07 – $8^{\circ} 7' 51,59''$ S e $36^{\circ} 47' 11,00''$ W

Utilizou-se o infiltrômetro a simples anel ou de cilindro único de Hills (1970), adaptado por Guerra (1996), que consiste de um cilindro metálico de 10cm de diâmetro e 15cm de altura – Figura 02 –, sem possuir suas bases (uma das entradas na forma bisel), o qual possibilitou a realização de ensaios de infiltração no campo empregando um pequeno volume de água.

Figura 2
Infiltrômetro utilizado nos experimentos



Fonte: Adaptado de Guerra (2002).

O infiltrômetro foi inserido no solo a uma profundidade de 5cm com o auxílio de martelo e um pedaço de madeira (entrada na forma bisel). Em seguida, foi colocada uma régua no interior do cilindro para as medições, ficando esta presa por um pregador de roupas na parte (ou borda) superior. Logo depois, foi adicionada água no interior do mesmo, á altura máxima de 10cm e mínima de 5cm, havendo também registro de dados para observação da lâmina de água e determinação do Valor de Infiltração Básica (VIB) em função do tempo (t).

A profundidade da água foi anotada inicialmente a cada 30 segundos, numa série de quatro repetições (30", 60", 90" e 120"). A partir do terceiro minuto, a verificação procedeu-se a cada minuto, totalizando 30 minutos de experimento em cada área selecionada nesse trabalho.

Durante o reabastecimento com água, cada vez que a profundidade dentro do infiltrômetro atingia cinco centímetros, era marcado com um asterisco (*) o tempo em que tal situação se procedia, com o objetivo de se calcular o diferencial de tempo para os reabastecimentos, assim como para que os testes não fossem repetidos, dando continuidade as marcações durante o tempo total do mesmo.

Os dados obtidos (VIB x t) foram armazenados na planilha eletrônica *Excel*, do *Office 2007*, possibilitando a interpretação visual dos resultados obtidos a partir dos testes realizados.

Em relação aos solos onde foram efetuados os testes, estes foram identificados em campo e com base em BRASIL (1972), Sá et al. (1994), Palmieri & Larach (1996), PARAÍBA (1994), EMBRAPA (2006), Souza (2008) e Cunha et al. (2010). Abaixo seguem algumas das características dos solos observados:

Luvissolo Crômico: Ocorre em relevo suave ondulado e raramente ondulado, sendo rasos a pouco profundos (55 a 85cm), com pH de baixa acidez e, em alguns casos, básico. Na superfície é comum a ocorrência de cascalhos e calhaus de quartzo (Pavimento Desértico). São muito susceptíveis á erosão como consequência da coesão e consistência do horizonte superficial e da expressiva mudança textural para o horizonte Bt. A vegetação original é composta por um tipo de mata seca de alto porte.

Neossolo Litólico: Ocorre em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso, sendo pouco desenvolvido, muito raso ou raso (10 a 30cm), moderadamente ácido, com drenagem moderada a acentuada. Apresentam rica cobertura vegetal quando isentos de uso.

Neossolo Regolítico Eutrófico: Ocorre em áreas de relevo plano, suave ondulado e ondulado, sendo pouco desenvolvidos, muito arenosos, pouco espessos (8 a 50cm) e fortemente drenados. Apresentam originalmente cobertura vegetal densa e diversificada.

Neossolo Flúvico: Ocorre nas áreas de relevo plano ou com ondulações muito suaves, correspondentes as faixas estreitas ao longo dos cursos d'água, provenientes de deposições fluviais. Apresenta fertilidade natural alta, sendo

relativamente profundos (40cm a 1,50m), moderadamente ácidos e alcalinos nas camadas inferiores, sem problemas de erosão, com drenagem moderada. Originalmente eram ocupados por matas ciliares, com elevada presença de espécies de porte arbóreo.

Em todos esses solos, nas áreas onde foram realizados os testes de infiltração, a exceção do Luvissole Crômico, não existe formação natural de horizontes que dificultem o acesso da água das camadas superiores às inferiores. Dessa forma, do ponto de vista das características intrínsecas a esses solos, o nível de infiltração que se espera encontrar é elevado, até que ocorra a sua saturação.

Consideramos a vegetação como elemento capaz de estabilizar as dinâmicas nessas localidades. Nesse caso, baseamos nossas análises iniciais no fato de que a presença de uma caatinga preservada contribuiria positivamente para a infiltração nos solos, enquanto a sua alteração tornaria esse processo menos presente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 constam resumidamente os dados da caracterização geo-ambiental das localidades onde foram feitos os experimentos para detectar as taxas de infiltração, assim como os tipos de solos onde foram realizados esses testes e o número de reabastecimentos ocorridos.

Tabela 1
Características das áreas amostradas e
quantidade de reabastecimentos com água

Amostra	Município	Tipo de Caatinga/ Uso do Solo	Característica Morfológica do Relevo	Tipo de Solo	Nº de Reabastecimentos
1	São João do Tigre	Mata Serrana; Sem Uso Econômico	Relevo Montanhoso	Neossolo Regolítico	15
2	São Domingos	Arbustiva Fechada; Pasto nativo	Relevo Plano	Luvissole Crômico	5
3	São Domingos	Arbustiva Semi Aberta; Pasto nativo	Relevo Ondulado	Neossolo Litólico	5
4	São Domingos	Arbustiva Aberta; Pasto nativo	Relevo Ondulado	Neossolo Litólico	2

5	São Domingos	Campo de Malva; Cultivado até 2009 com milho e feijão irrigados	Relevo Plano	Neossolo Flúvico	1
6	São Domingos	Cultivo de milho e feijão (sequeiro)	Relevo Plano	Neossolo Flúvico	1
7	São João do Tigre	Arbustiva Aberta; Pasto nativo	Relevo Plano	Neossolo Regolítico	0

Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados encontrados mostram uma estreita relação entre os tipos de uso dos solos e a capacidade que estes elementos apresentam quanto a absorção da água, de onde se depreende que, quanto mais presente a cobertura vegetal, maiores são as taxas de infiltração.

Chama atenção o fato de solos com elevada capacidade natural de infiltração, devido a porosidade e a relativa profundidade que podem ter nesses ambientes (Neossolos Flúvicos), apresentarem-se até mais compactados que outros com capacidade natural menor (principalmente os do tipo Neossolo Litólico e Luvissole Crômico), em virtude do uso histórico constante e mais intensivo a que estão submetidos, particularmente com a agricultura. Dessa forma, entendemos que a capacidade de água disponível nesses solos acaba ficando muito aquém do que poderia ser encontrado numa situação ideal nessa região, como demonstra a tabela 2.

Tabela 2

Capacidade de Água Disponível nos solos mais representativos das bacias dos rios Paraíba e Taperoá (Cariris Velhos/PB)

Classes de Solos	Profundidade Média (m)	Capacidade de Campo (%)	Ponto de Murcha (%)	Densidade Aparente (g/cm³)	Capacidade de Água Disponível (m³/ha)
Luvissoles	0,55	7,95	7,55	1,88	410
Neossolos Litólicos	0,25	3,17	10,69	1,58	125
Neossolos Flúvicos	1,50	32,0	18,17	1,43	2.288

Fonte: Adaptado de Souza (1999).

Em virtude das observações feitas, podemos afirmar que as modificações ocorrentes na caatinga são capazes de afetar decisivamente a compactação dos solos nesses ambientes, criando uma situação na qual as taxas de infiltração de água podem ser alteradas de forma substancial. Esse fato, por sua vez, aponta para uma correlação de modificações das características físico-edáficas originais, as quais, de forma dinâmica, podem ser capazes de influenciarem a recolonização de algumas espécies da caatinga nestes ambientes.

É sabido que as interações solo-planta desempenham um papel importante na estabilidade dos ecossistemas semiáridos. Quando se retira a cobertura vegetal de forma intensiva nestes ambientes, ocorre a formação de uma crosta superficial devido ao impacto direto das gotas de chuva, reduzindo a capacidade de infiltração de água, o que por sua vez diminui a possibilidade de estabelecimento e crescimento de algumas plântulas, facilitando a invasão de espécies que apresentam requerimentos hídricos menores (SHACHAK et al., 1998; VIDIELLA & ARMESTO, 1989).

Analisando aspectos ecofisiológicos nas regiões de clima seco da América do Sul, Medina et al. (1985) identificaram que a coexistência de espécies perenifólias e decíduas é determinada pela disponibilidade de água nos solos durante a estação seca.

Em área de caatinga, apesar da resistência à seca das plantas, presente através de adaptações morfológicas e/ou fisiológicas, a carência de água suscita consequências diferenciadas conforme a espécie vegetal analisada e o local onde esta se encontra, sendo um fator importante para a taxa de sobrevivência das plântulas, a exemplo do que acontece com o angico (*Anadenanthera colubrina*), o qual responde de forma mais positiva em condições de menor estresse hídrico (BARBOSA, 1992).

Estudos sobre a ecofisiologia das plantas da caatinga e o seu nível de resistência às estiagens ocorrentes no semiárido brasileiro ainda são escassos no território nacional. Nesse contexto, destacamos o trabalho de Silva et al. (2004), o qual analisou no início da estação seca o curso diário da transpiração, da resistência difusa, da temperatura da folha e da concentração de prolina de dez espécies da caatinga encontradas no município de Cabaceiras (Paraíba): feijão bravo (*Capparis flexuosa*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), baráúna (*Schinopsis brasiliensis*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), mororó (*Bauhinia cheilantha*), catingueira (*Caesapinia pyramidalis*), bom-nome (*Maytenus rígida*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), velame (*Croton campestris*) e pinhão-bravo (*Jatropha pohliana*).

Os elementos analisados são responsáveis pelo controle estomático e ajustamento osmótico nas plantas da caatinga (SILVA et al., 2004), o que explica os mecanismos utilizados para que as espécies possam sobreviver aos períodos de déficit hídrico. Nesse caso, a transpiração torna-se mais intensa à medida que ocorre diminuição da umidade relativa e o aumento da temperatura do ar (LARCHER, 2000); a resistência difusa mede a resistência

dos estômatos foliares à perda de vapor d'água (SILVA et al., 2004); o aumento da temperatura da folha em plantas submetidas a estress hídrico está relacionado ao aumento da resistência difusa, devido a diminuição de água disponível no solo (NOGUEIRA et al., 1998; MANSUR & BARBOSA, 2000); a prolina é um aminoácido liberado para tolerar a desidratação severa e manter ativos processos biológicos importantes (SILVA et al., 2004).

Os resultados encontrados por Silva et al. (2004) não demonstraram diferenças marcantes entre as espécies analisadas quanto a temperatura da folha, exceção feita à baraúna (*S. brasiliensis*), no horário de maior temperatura do ar (13h); o pinhão-bravo (*J. pohliana*) destacou-se pelos valores elevados de resistência difusa; a catingueira (*C. pyramidalis*), o velame (*C. campestris*) e o mororó (*B. cheilantha*) apresentaram as maiores concentrações de prolina. Sendo assim, tendo em vista as características observadas, das dez espécies analisadas, destacaram-se como mais resistentes às secas, o pinhão-bravo (*J. pohliana*), a catingueira (*C. pyramidalis*), o velame (*C. campestris*) e o mororó (*B. cheilantha*).

Além da alta resistência à deficiência hídrica das plantas analisadas por esses autores, o seu uso econômico pela população também não é muito acentuado, uma vez que geralmente não são utilizadas para fornecimento de lenha e madeira e produção de carvão, ao mesmo tempo em que apresentam poucos problemas em relação à herbivoria pelo gado (exceção feita ao mororó – *B. cheilantha*). Logo, esses fatores explicam conjuntamente a sua presença nos ambientes degradados.

As espécies anteriormente destacadas, ao lado de algumas cactáceas (xique-xique – *Pilosocereus gounellei* – e coroa-de-frade – *Melocactus bahiensis*), também são dominantes nas áreas que apresentaram pequeno número de reabastecimentos de água nos testes de infiltração realizados neste trabalho (amostras 2 a 7). A exceção fica por conta do mororó (*B. cheilantha*), pelo fato de ser uma espécie muito apreciada pelos caprinos, o que possivelmente colabora de forma decisiva para que a sua presença não se faça sentir nessas áreas.

Fazendo um paralelo entre os dados de Silva et al. (2004) e os resultados encontrados neste trabalho, encontramos uma relação significativa no que diz respeito as influências da carência hídrica como elemento estabelecedor de algumas fitofisionomias encontradas na caatinga. Nesse caso, determinados usos dos solos, ao desmatarem excessivamente uma área, acentuam a sua compactação, diminuindo ainda mais o seu suprimento de água nas camadas inferiores, influenciando de forma tal a vegetação que resiste a essa agressão ou que recoloniza esse novo ambiente que esses espaços degradados são dominados amplamente por espécies que apresentam maior grau de xerofilia, característica essa destacada por Vasconcelos Sobrinho (1978) como indicador de desertificação.

Dessa forma, em virtude da intensidade das alterações provocadas pelo Homem, a recuperação espontânea dessas áreas através de um processo

de sucessão ecológica, tem muita dificuldade em evoluir, caracterizando-se como um espaço onde, independentemente da precipitação que ocorrer no seu entorno, irá caracterizar-se pela seca edáfica, seguindo a tipologia criada por Mainguet (1995b).

Ressaltamos entretanto que, para serem obtidos mais dados relacionados a influência das alterações da infiltração da água em solos do semiárido e a sua relação com a recolonização vegetal nos ambientes atingidos por desmatamento excessivo, é necessário um número maior de estudos que façam uma interface entre os dois elementos destacados e destes com o comportamento do banco de sementes presente nessas áreas, uma das principais estratégias de sobrevivência a longo prazo das comunidades vegetais em áreas de climas secos no mundo (BASKIN & BASKIN, 1998; KEMP, 1989), aspecto esse também pouco conhecido para o bioma caatinga (COSTA & ARAÚJO, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O dinamismo existente no processo de infiltração dos solos está associado a diversos fatores: quantidade de água presente e da permeabilidade da superfície, tamanho e forma dos poros, granulometria e quantidade de água pré-existente nos seus interstícios.

A forma como se maneja os tipos de solos é fundamental no que diz respeito, entre outros aspectos, às modificações que podem ocorrer em sua capacidade de infiltração, armazenamento de água e disponibilidade para as espécies vegetais nativas colonizadoras desses ambientes ou das espécies introduzidas pelas atividades humanas para fins agrícolas e pecuários.

Em se tratando dos espaços semiáridos, particularmente no Brasil, a relação anteriormente descrita é ainda mais tênue, tendo em vista a dominância de solos com pequena espessura, cada vez mais atingidos pela desertificação, a qual vem afetando negativamente a cobertura vegetal existente, o que se reflete também no processo de absorção de água dos solos atingidos.

Tendo em vista os resultados obtidos nesse trabalho, ressaltamos a importância da continuidade dos estudos sobre modificações da infiltração dos solos nos espaços semiáridos e as suas relações com a questão da desertificação, não apenas como resultado desse processo, mas também como acentuadora do mesmo, situação ainda pouco conhecida no Brasil.

As respostas parciais aqui apresentadas, além de apontarem para essas relações de causa e efeito, também nos encaminham para a necessidade urgente de desenvolvimento de formas ambientalmente sustentáveis de manejo dos solos e da vegetação no semiárido paraibano e brasileiro, afim de não comprometer ainda mais a sua capacidade de resistir aos impactos ambientais resultantes da desertificação e também a acentuação da presença desse tipo de degradação.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. V.; LIBARDI, P. L.; SAUNDERS, L. C. U.; PAZ, V. P. S. Ajuste da equação de Holtan modificada para um Solo Bruno não Cálcico da Região Semi-árida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, campina Grande (PB), v. 2, nº. 3, p. 253-256, 1998.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Desenvolvimento sustentável da caatinga**. Sobral (CE): Ministério da Agricultura/EMBRAPA/CNPC, 1996.
- BARBOSA, D. C. A. Distribution of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan seedlings in area of the caatinga of Northeastern Brazil. **Boletim de Botânica** 13:1-10, 1992.
- BASKIN, C. C. & BASKIN, J. M. **Seeds, ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**. New York (USA): Academic Press, 1998.
- BRASIL. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro (RJ): Ministério da Agricultura/Sudene, 1972.
- BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca/PAN-Brasil**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
- CCD. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação**. Tradução: Delegação de Portugal. Lisboa (PT): Instituto de Promoção Ambiental, 1995.
- CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA. **Cenários para o Bioma Caatinga**. Recife: SECTMA, 2004.
- COSTA, R. C. & ARAÚJO, F. S. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo (SP), v. 17, n. 2, p. 56-73, abr./jun. 2003.
- CUNHA, J. L. X. L.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA, C. A.; ARAÚJO, E. JUNIOR, R. B. S. Velocidade de Infiltração da Água em um Latossolo Amarelo submetido ao Sistema de Manejo Plantio Direto. **Revista Caatinga**, Mossoró (RN), v. 22, nº 1, p. 199-205, jan/mar 2009.
- CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; MELO, R. F.; NETO, M. B. O. SILVA, M. S. L.; ALVAREZ, I. A. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SÁ, I. B. e SILVA, P. C. G. (Eds.). **Semiárido brasileiro. Pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina (PE): Embrapa, 2010, p. 49-87.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Embrapa Solos, 2006.
- GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs). Rio de Janeiro (RJ): Bertrand. Brasil, 1996.
- HILLS, R. C. **The determination of the infiltration capacity of fields soils using the Cylinder Infiltrometer**. London (UK): British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin, 3, 1970.

KEMP, P. R. Seed Banks and vegetation process in deserts. M. A. Leck; V. T. Parker & R. L. Simpson (Eds.). **Ecology of soil seed Banks**. New York (USA): Academic Press, p. 257-280.

KUMAZAKI, M. A devastação florestal no sudoeste asiático e suas lições. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo (SP), v. 4, p. 46-52, 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos (SP): RIMA, 2000.

MAINGUET, M. **L'homme et la sécheresse**. Paris (FR): Masson: Collection Géographie, 1995a.

MAINGUET, M. Aridité et sécheresse dans la région aralo-caspienne. **Secheresse**, Paris, vol. 6, n. 1, p. 135-143, mars 1995b.

MANSUR, R. J.; BARBOSA, D. C. A. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. **Phyton**, v. 68, p. 97-106, 2000.

MEDINA, E.; OLIVARES, E.; MARIN, D. Eco-physiological adaptations in the use of water and nutrients by woody plants of arid and semi-arid tropical regions. **Simpósium Meio Ambiente**, 7: 91-102, 1985.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G; FONSECA, G.A.B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, n 403, p.853-859, 2000.

NOGUEIRA, R. J. M.; BARBOSA, D. C. A.; MORAES, J. A. P. V. Trocas gasosas e relações hídricas em plantas jovens envasadas de três espécies da caatinga submetidas a deficiência de água. **Phyton**, v. 62, n. 1, p. 37-46, 1998.

OLIVEIRA, E. M.; SANTOS, M. J.; ARAÚJO, L. E.; SILVA, D. F. Desertificação e seus impactos na região do Estado da Paraíba. **Ambiência**, Guarapuava (PR), v.5 n.1, p.67-79, jan./abr. 2007.

PALMIERI, F. & LARACH, J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand-Brasil, 1996, p. 59-122.

PANACHUKI, E. **Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob chuva simulada, em sistema de integração agricultura-pecuária**. 67 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UFMS, Dourados (MS), 2003.

PARAÍBA. **Diagnóstico do setor florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa (PB): Projeto PNUD/FAO/IBAMA/UFPB/Gov. da Paraíba, 1994.

PREVEDELLO, C. L. Estimativa da Profundidade da frente de Molhamento a partir da curva de Infiltração. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 4, nº 3, p. 17-21, jul/set 1999.

SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido brasileiro. **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação**. Fortaleza (CE): Esquel/PNUD/Governo do Ceará/ BNB, 7-11 mar. 1994.

SHACHAK, M.; SACHS, M.; MOSHE, I. Ecosystem management of desertfield shrublands in Israel. **Ecosystems** 1: 475-483, 1998.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; NETO, A. D. A.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia**, série Botânica, Porto Alegre (RS), v. 59, n. 2, p. 201-205, jul/dez 2004.

SOUZA, B. I. **Contribuição ao estudo da desertificação na bacia do Taperoá-PB**. 120 p. Dissertação de Mestrado. PRODEMA-UFPB, João Pessoa (PB), 1999.

SOUZA, B. I. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 198 p. Tese de Doutorado. PPGeo – UFRGS, Porto Alegre (RS), 2008.

TAVARES DE MELO, S. Desertificação: etimologia, conceitos, causas e indicadores. **Revista da UNIPÊ 2** (2). João Pessoa (PB): UNIPÊ, p.19-33, 1998.

THOMAZ, E. L. Geomorfologia e agroecossistemas: indicadores de degradação de solo. **Geomorfologia: aplicação e metodologias**. NUNES, J. O. R. e ROCHA, P. C. (Orgs.). São Paulo (SP): Ed. Expressão Popular, 2008, p. 33-56.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife (PE): Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1978.

VIDIELLA, P. E. & ARMESTO, J. J. Emergence of ephemeral plant species from soil samples of the Chilean coastal desert in response to experimental irrigation. **Revista Chilena de Historia Natural**, 66: 99-107, 1989.

ZANETTI, R. **Análise fitossociológica e alternativas de manejo sustentável da mata da Agronomia, Viçosa, Minas Gerais**. Trabalho integrante do conteúdo programático da disciplina Manejo Sustentado de Florestas Naturais. Viçosa (MG): UFV, 1994.