

AS CROSTAS BIOLÓGICAS DE SOLO DA CAATINGA E OS FATORES INFLUENCIANDO SUA PRESENÇA

Flávia Danielle Amorim de Oliveira (1); Arthur Gonçalves de Souza Menezes (1); Marcelo Tabarelli

(Universidade Federal de Pernambuco, flaviad.amorim@gmail.com).

1. Introdução

É comum nas terras áridas e semiáridas em todo o mundo existir uma cobertura vegetal escassa ou ausente, devido à baixa disponibilidade de água (referência). Esta vegetação parca, frequentemente espaçada, pode causar a impressão de que estas regiões são pobres em vida. No entanto, nas áreas abertas entre as plantas vasculares, a superfície do solo não se encontra completamente nua, mas coberta por uma comunidade de organismos altamente especializados, conhecidos como crosta biológica do solo (CBS) ou o termo em inglês “Biological Soil Crusts” (Belnap et al. 2001b). As CBS geralmente se apresentam como manchas no solo, que podem ter colorações variadas, dependendo de sua composição. Elas constituem-se de uma associação íntima entre as partículas do solo e microorganismos, como cianobactérias, algas unicelulares, fungos, líquens e briófitas, em diferentes proporções, que vivem nos milímetros superiores do solo (Belnap et al. 2001b). A CBS agrega partículas de solo através de sua presença e atividade, frequentemente por ação de elementos filamentosos, como cianobactérias, fungos e algas, e a massa resultante de microbiota e elementos abióticos cobre a superfície do solo como uma camada (Belnap et al. 2001b).

Crostas biológicas de solo têm importantes papéis ecológicos, que podem variar muito dependendo de sua composição (espécies presentes) e distribuição, assim como de características específicas do bioma. Alguns exemplos de papéis importantes desempenhados pela crosta biológica são a fixação de Carbono e Nitrogênio e disponibilização de nutrientes para plantas vasculares, dentre outros. Estudos apontam que elas podem ser a fonte dominante de entrada Nitrogênio para os ecossistemas terrestres áridos (Belnap 2002). No entanto, no semiárido brasileiro foram feitos poucos estudos sobre a CBS, e seus papéis ecológicos, sua composição e sua distribuição ainda não são amplamente conhecidos.

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, é descrita como uma floresta tropical sazonalmente seca, caracterizadas por altas temperaturas e baixa precipitação média anual (Murphy & Lugo 1986). A ocorrência geográfica da Caatinga é restrita ao clima semi-árido, existente nos sertões de vários estados da região Nordeste. Este bioma cobre cerca de 800.000 km² e 10% do território

brasileiro (Leal et al. 2005). Sabe-se que uma exploração acentuada dos recursos da Caatinga é histórica, tendo início em meados do século XVI, com a colonização europeia. A ação antrópica na região é caracterizada principalmente pela substituição da vegetação natural para uso de recursos madeireiros, criação de gado, e agricultura de subsistência (Coimbra-Filho & Camara 1996, Leal et al. 2005). Essa perturbação, especialmente a abertura de áreas para criação de gado caprino e pastoreio, apresenta-se como um potencial fator de pressão para a continuidade da comunidade microbiótica do solo da Caatinga.

Rebanhos de caprinos, mais adaptados às condições ambientais semiáridas, são particularmente abundantes na região e geram um intenso pisoteio do solo (Severson, 1991). Neste contexto, a literatura descreve uma relação inversamente proporcional entre pisoteio e a distribuição de crostas biológicas de solo (Belnap et al. 2001a). Pelo que é demonstrado, a delicada associação de microorganismos e partículas de solo das crostas biológicas não resiste a tal impacto mecânico, e sua distribuição pode estar sendo limitada por essa perturbação. Corroborando com esta expectativa, mais de 30 estudos em quatro continentes documentam que o gado, dentre outros fatores, pode reduzir drasticamente a camada de líquen, musgo e riqueza de espécies das crostas (Belnap et al.

2001a). É apontado ainda que o pisoteio das crostas biológicas afeta os serviços ecossistêmicos prestados por elas, por exemplo, reduzindo seu potencial como provedor de nutrientes orgânicos para o sistema (Barger 2006). Segundo a pesquisa, perdas de carbono orgânico dissolvido, nitrogênio orgânico dissolvido e amônio (NH_4^+) foram significativamente maiores em parcelas pisoteadas de crosta em relação às parcelas intactas.

Levando todos esses aspectos em consideração, é coerente esperarmos que na caatinga não seja diferente, que os rebanhos de caprinos estejam pressionando as CBS, diminuindo sua distribuição e afetando os papéis ecológicos por elas prestados. Como parte da iniciativa PELD-PRONEX (APQ 0138-2.05/14), esta proposta ajudará a entender como perturbações antrópicas crônicas e mudanças climáticas afetam a biota da Caatinga, em diferentes níveis de organização biológica (de populações a ecossistema), e quais são as implicações para a sustentabilidade do sistema socioecológico baseado na agricultura/pecuária de subsistência e no extrativismo. Entender como as biotas tropicais respondem as pressões antrópicas, incluindo as mudanças climáticas globais, é um desafio científico de relevância global e uma tarefa urgente no contexto da sustentabilidade. Objetivamente, é preciso integrar cientificamente uso de recursos naturais, resposta às perturbações antrópicas, integridade do ecossistema, serviços ambientais chave e bem estar humano na perspectiva da sustentabilidade ou do estabelecimento de sociedades saudáveis e sustentáveis.

2. Objetivos

(1) determinar o efeito da presença de caprinos (considerando como fatores de pressão o pisoteio e a presença de fezes) sobre a composição e a distribuição da crosta biológica do solo na Caatinga. (2) Testar as seguintes hipóteses: (a) de que áreas com maior presença de caprinos apresentem uma cobertura mais debilitada de crosta biológica do solo (CBS), (b) áreas de menos perturbação e em estágios de regeneração tardios apresentem maiores quantidades de CBS, e (c) intensificação das perturbações e a redução na precipitação resultem no estabelecimento de crostas de solo pioneiras, compostas apenas por cianobactérias (i.e. crostas sem a presença de líquens e briófitas comuns de estágios mais avançados de sucessão).

3. Material e Métodos

O estudo será realizado no Parque Nacional (PARNA) do Catimbau, localizado no agreste do Estado de Pernambuco. O PARNA está localizado entre as coordenadas geográficas 8°24'00" e 8°36'35" Sul e 37°09'30" e 37°14'40" Oeste. Sua área é de 607 km². O clima predominante na região é o semiárido do tipo Bsh, com transição para o tropical chuvoso do tipo As⁺, segundo escala de Köppen. Na região, a precipitação pluviométrica anual varia entre 650 e 1100 mm, com grande irregularidade no regime interanual. Geralmente, cerca de 60 a 75% das chuvas ocorrem no período de março/abril até junho/julho.

O estudo foi feito através da amostragem em 32 parcelas permanentes em áreas com diferentes médias de precipitação e que seguem um gradiente de cronossequência do PELD-PRONEX no Parque Nacional do Catimbau. Em cada parcela foi lançado um grid de 50cm x 50cm, com um n amostral de 10 grids por parcela. A cada grid, foi quantificado o percentual de área coberta por CBS, o percentual de área pisoteada por caprinos e a presença de fezes de caprinos, o peso da serapilheira sobre a área, a penetrabilidade do solo, e a abertura de dossel. A penetrabilidade do solo foi medida usando um penetrômetro que consiste de um cano de PVC oco, medindo 1,5 m, dentro do qual foi lançado um bastão de ferro, medindo 1,2 m. Também foi analisada a abertura de dossel a cada lançamento, através de fotografias hemisféricas. As fotos foram analisadas no software Gap Light Analyzer (empresa). A serapilheira sobre cada área foi coletada e pesada em campo com uma balança. Foram realizadas 4 leituras bimestrais. A partir destes dados, foram quantificados: (1) A

área de cobertura de CBS; (2) A área pisoteada por caprinos; (3) A quantidade de fezes de caprinos; (4) A penetrabilidade do solo; (6) a abertura de dossel; e (7) a serapilheira.

Além das leituras, foram feitas coletas de exemplares de CBS em diversas parcelas. As coletas foram feitas através de busca ativa e procurou-se cobrir todos os tipos/ morfologias de CBS presentes. Foram tiradas fotografias utilizando uma lupa e uma câmera CANON Eos Rebel T5i. Estas imagens foram enviadas aos professores parceiros das universidades alemãs de Kaiserslautern e de Bayreuth para análise macroscópica de grupos funcionais.

Para quantificar diretamente a relação área de pisoteio/ área de cobertura de crostas biológicas, foi lançado um grid de 50cm x 50cm sobre trilhas de caprinos e diretamente ao lado das trilhas. Os lançamentos foram feitos seguindo as trilhas, em pelo menos 30 pontos em 6 diferentes trilhas. As crostas biológicas são compostas por um ou por vários grupos de organismos e esta composição geralmente está relacionada com as funções, serviços ou papéis ecológicos que as mesmas podem ter (e.g. a fixação de nitrogênio e estabilização das partículas de solo) (Bowker et al. 2010, Elbert et al. 2012). Desta forma, podemos adotar uma classificação simples como: crostas de cianobactérias, crostas de algas verdes, crostas de briófitas e de líquens (crostosos, esquamulosos, foliosos e fruticosos).

5. Resultados e discussão

As amostras fotografadas para identificação macroscópica de grupos funcionais foi analisada e resultou na descrição da presença. A análise macroscópica dos grupos funcionais foi capaz de identificar a presença CBS a nível de gênero. No total, foram identificados cinco diferentes gêneros de CBS: dois gêneros de crostas de Líquens (Cladonia, Peltula), sendo o gênero Peltula um registro de nova ocorrência para o Brasil; crosta de Cianobactérias (Nostoc); crosta de Musgos (Riccia) e crosta de algas verdes (Klebsormidium).

Quanto ao efeito das variáveis independentes relacionadas à características ambientais (abertura de dossel, serapilheira e penetrabilidade do solo) e à perturbação por herbívoros domésticos (área de pisoteio, e presença de fezes de caprinos), nossas análises indicaram um efeito positivo sobre a cobertura de CBS ($R^2 = 0,458$; $P < 0,001$). A variável área de pisoteio apresentou grande significância na presença de crostas ($p < 0,001$).

AO fato de o pisoteio ter sido o fator mais relevante para explicar a distribuição das CBS nos leva a concluir que o distúrbio antrópico (nesse caso, a criação extensiva de rebanhos de caprinos) é mais importante para determinar a presença de CBS do que com as variáveis de distribuição natural.

Assim, este estudo reitera a visão razoavelmente bem estruturada de que o pisoteio atua como um fator de pressão que limita a distribuição do CBS. A abertura de dossel não explicou significativamente a presença de CBS, o que nos leva a concluir que a disponibilidade de Sol não é um fator limitante na Caatinga. A variação de penetrabilidade do solo foi muito pequena nos solos arenosos da Caatinga e essa variação não foi suficiente para influenciar a ocorrência de CBS.

A CBS da Caatinga pode estar sob pressão especialmente severa, uma vez que a região conta com abundantes bandos de caprinos que podem estar suprimindo a frágil microbiota local. Esse cenário pode ser alarmante, quando se considera que o CBS pode influenciar a biogeoquímica do sistema e a regulação climática global.

Palavras-chave: Caatinga; Crosta biológica de solo; Semi-árido; perturbação antrópica; pisoteio

6. Referências Bibliográficas

- Barger, N. N., Herrick, J. E., Van Zee, J., & Belnap, J. 2006. Impacts of biological soil crust disturbance and composition on C and N loss from water erosion. *Biogeochemistry*, 77(2), 247-263.
- Belnap, J. 2002. Nitrogen fixation in biological soil crusts from southeast Utah, USA. *Biology and fertility of soils* 35: 128-135.
- Belnap, J., Büdel, B., & Lange, O. L. 2001a. Biological soil crusts: characteristics and distribution (pp. 3-30).
- Belnap, J., Eldridge, S.L.D., Leonard, S., Kaltenecker, J.K., Rosentreter, R., Williams, J. 2001b. Biological soil crusts: ecology and management. Bureau of Land Management. Denver, Colorado.
- Bowker, M. A. (2007). Biological soil crust rehabilitation in theory and practice: an underexploited opportunity. *Restoration Ecology*, 15(1), 13-23.
- Elbert, W., Weber, B., Burrows, S., Steinkamp, J., Büdel, B., Andrae, B. et al. 2012. Contribution of cryptogamic covers to the global cycles of carbon and nitrogen. *Nature Geoscience* 5: 459-462.
- Evans, R. D., & Lange, O. L. (2001). Biological soil crusts and ecosystem nitrogen and carbon dynamics. In *Biological soil crusts: structure, function, and management* (pp. 263-279).
- Leal, I. R., Silva, J. M. C., Tabarelli, M. & Lacher, T. E. 2005. Changing the course of biodiversity conservation in the caatinga of northeastern Brazil. *Conservation Biology* 19: 701-706.
- Milles, L.; Newton, A.C.; DeFries, R.S.; Ravilious, C.; May, I.; Blyth, S.; Kapos, V.; Gordon, J.E. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, v.33, p. 491-505.

- Murphy, P. G. & Lugo, A. E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- Sampaio, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp 35-58 in Bullock, S. H., Mooney, H. A. & Medina, E. (eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sampaio, E.V.S.B. & Costa, T.L. 2011. Estoques e Fluxos de Carbono no Semi-Árido Nordeste: Estimativas Preliminares. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 06, 1275-1291.
- Severson, Kieth E., and Leonard F. DeBano. "Influence of Spanish goats on vegetation and soils in Arizona chaparral." *Journal of Range Management*(1991): 111-117.