

Conseqüências da Alteração da Cobertura Vegetal Natural no Microclima do Nordeste Brasileiro

Ana Paula Martins do Amaral Cunha¹, Regina Célia dos Santos Alvalá², Vanessa Canavesi², Rita Márcia da Silva Pinto Vieira², Sebastião Ferraz Neto², Marcelo Francisco Sestini²

¹CPTEC-INPE, São José dos Campos - SP, Bra. ana.paula@cptec.inpe.br

²CCST-INPE, São José dos Campos – SP, Bra. regina.alvala@inpe.br, vanessa.canavesi@inpe.br, rita.marcia@cptec.inpe.br, sebastiao.neto@inpe.br, marcelof.sestini@inpe.br

RESUMO: Os impactos das alterações naturais e antropogênicas da cobertura vegetal no microclima do Nordeste Brasileiro (NEB) foram analisados por meio de simulações utilizando-se o modelo IBIS (Integrated Biosphere Model). Assim, foi possível avaliar como os processos biogeoquímicos e biofísicos, os quais são alterados com as mudanças na cobertura da superfície, podem influenciar os balanços de água, energia e carbono na região do NEB. Em cada simulação realizada foi considerada um tipo de cobertura vegetal diferente sobre um ponto de grade (9°03'30,6''S; 40°19'45,1''W). A caatinga é a vegetação predominante na região de estudo; assim, a primeira simulação assumiu que o ponto de grade é completamente coberto por caatinga e a segunda simulação completamente coberto por pastagem. Com este estudo é possível realizar um diagnóstico dos impactos microclimáticos associados às mudanças dos usos da terra, o que é essencial para orientar tomadores de decisões a fim de se alcançar melhores gestão e planejamento para a região do NEB.

ABSTRACT: The impacts of natural and anthropogenic changes in vegetation cover in microclimate of the Brazilian northeast (NEB) were analysed by simulations using the model IBIS (Integrated Biosphere Model). Thus, it was possible to assess how the biophysical and biogeochemical processes, which are changed with the alterations in the coverage of the surface, can influence the water, energy and carbon balance in the region of NEB. In each simulation conducted was considered a different type of vegetation cover on a grid point (9° 03 ' 30.6 " S; 40° 19 ' 45.1 " W). The caatinga is the predominant vegetation in the region of study, thus the first simulation assumed that the grid is completely covered by caatinga and the second simulation completely covered by grassland. With this study is possible perform a diagnosis of microclimate impacts associated with changing land uses, which is essential to guide decision makers in order to achieve better management and planning for the region of NEB.

1. Introdução

Nas últimas décadas, as constantes interações do homem com o meio ambiente têm causado alterações significativas nas características da superfície continental, principalmente pela conversão, em grande escala, da vegetação natural em áreas de cultivos e pastagens (Vitousek *et al.*, 1997). Segundo os resultados do Censo Agropecuário de 2006, as áreas de lavoura no país aumentaram 83,5% em relação ao Censo de 1996, confirmando um modelo de desenvolvimento do setor com expansão das fronteiras agrícolas. A Região Nordeste obteve uns dos maiores aumentos nas áreas de lavoura do país, aproximadamente 114,7%. Além disso, o Censo também apontou a substituição das áreas de vegetação natural por lavouras e pastagens, na década 1996-2006, em razão da progressiva inserção do país no mercado mundial de produção

de grãos e da intensificação da pecuária (IBGE, 2006). As mudanças na cobertura vegetal podem afetar o clima, uma vez que a atmosfera é sensível às características da superfície continental (Twine *et al.*, 2004). Os impactos decorrentes das alterações da cobertura vegetal no clima podem ser divididos em duas principais categorias: biofísicos e biogeoquímicos. Os processos biofísicos estão relacionados às mudanças nas propriedades radiativas da superfície (por exemplo, o albedo) e envolvem o balanço de energia e as trocas turbulentas (fluxos de calor sensível e de calor latente) entre a superfície e a atmosfera. Os processos biogeoquímicos afetam o clima por meio das alterações nas taxas dos ciclos biogeoquímicos, alterando a composição química da atmosfera. Desse modo, estes processos incluem a absorção e liberação de gases do efeito estufa pela cobertura vegetal através da fotossíntese, respiração e evapotranspiração (Claussem *et al.*, 2001; Fedemma *et al.*, 2005).

2. Objetivos

Com o presente trabalho espera-se contribuir para um melhor entendimento de como os processos biofísicos e biogeoquímicos, que se alteram decorrentes das mudanças na cobertura da superfície, podem causar modificações no balanço de energia, água e carbono na região do NEB. Estes impactos foram avaliados por meio da comparação dos processos de superfície simulados considerando a ocupação de toda área de estudo por caatinga (controle) e depois substituindo a caatinga por pastagem.

3. Material e Métodos

3.1 Sítio Experimental e Dados

O sítio experimental na área de caatinga localiza-se na Embrapa Semi-Árido (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido – CPATSA, 9°03'30,6''S; 40°19'45,1''W; 350 m), no município de Petrolina, PE. Representa uma área de 600 ha de vegetação de caatinga nativa, na qual predomina uma vegetação de caráter espinhento e folhas pequenas, com árvores de aproximadamente 4,5 m de altura. As medidas micrometeorológicas e hidrológicas necessárias nesse trabalho foram coletadas em uma torre micrometeorológica instalada na região, com os sensores instalados num mastro acima dela, a altura de 11 m.

3.2 Modelo IBIS

O IBIS (*Integrated Biosphere Simulator*) é um modelo global dos processos da superfície terrestre e dos ecossistemas terrestres que representa os processos físicos, fisiológicos e ecológicos que ocorrem na vegetação e nos solos. Nesse estudo, considerou-se o uso da versão 2.6 do modelo IBIS (Foley *et al.*, 1996; Kucharic *et al.*, 2000). O IBIS faz parte de uma nova geração de modelos de biosfera global, classificado como um modelo dinâmico da vegetação

global, que considera as mudanças ocorridas na composição e estrutura da vegetação em resposta às condições ambientais. O IBIS simula as trocas de energia, água e momentum entre o solo, a vegetação e a atmosfera; fenologia do dossel (fotossíntese e condutância do dossel); fenologia da vegetação (produção de folhas e senescência ou envelhecimento); vegetação dinâmica (distribuição, reciclagem e competição entre os tipos de vegetação) e o balanço de carbono terrestre (produção primária líquida, reciclagem do tecido vegetal, carbono no solo e decomposição da matéria orgânica).

3.3 Simulações

Segundo Twine et al. (2004), para melhor compreender os processos físicos envolvidos nas alterações dos balanços de energia, de água e de CO₂ decorrentes das mudanças na cobertura vegetal é importante que se façam simulações com diferentes tipos de cobertura sobre um único ponto de grade do modelo. Assim sendo, para examinar como tais processos se alteram com as mudanças na cobertura da superfície na região do NEB, foram realizadas simulações “offline” para um período de 4 anos (2004-2007). Foram utilizados como forçantes no modelo, dados horários de radiação solar incidente (S_{in}); radiação de onda longa incidente (L_{in}); radiação fotossinteticamente ativa incidente (PAR_{in}) e refletida (PAR_{out}); saldo de radiação (R_n); temperatura do ar (T_a); velocidade horizontal do vento (u_a); velocidade de fricção do vento (u^*); precipitação (P); umidade específica do ar (q_a). Sendo a caatinga o tipo de vegetação natural na maior parte do NEB, a primeira simulação assumiu que a grade é completamente coberta (100%) por “dense shrubland” (correspondente à caatinga). A segunda simulação foi elaborada com a finalidade de avaliar os impactos da expansão das atividades agropecuárias no NEB. Para isto, esta classe foi representada no modelo IBIS como “grassland”, uma vez que o modelo não possui uma classe específica para cultivos agrícolas, tornando-se esta aproximação a mais apropriada nas simulações. Para isto, alguns parâmetros da vegetação foram ajustados.

4. Resultados e Discussão

Os resultados das simulações foram avaliados para um período representativo da estação seca (julho a setembro) na área de estudo. Este período foi selecionado com base no total de precipitação (não mostrado) obtidos do sítio experimental de caatinga (Petrolina). A conversão da vegetação natural de caatinga para pastagem ocasionou o aumento do albedo da superfície e (Fig. 1a), conseqüentemente, em modificações no balanço de energia. Com isso, os valores de R_n e H para a caatinga são maiores do que para a pastagem (Fig. 1 b ,c), o que ocorre também devido às diferenças morfológicas e biofísicas entre os tipos de vegetação analisados. Do balanço de água observa-se que, em função dos valores de precipitação serem baixos na região de estudo, principalmente na estação seca, a evapotranspiração (E) é mínima tanto para caatinga

como para a pastagem. Após a conversão da cobertura vegetal, E reduz 41%. O runoff e o escoamento são nulos para ambas as coberturas (não mostrados).

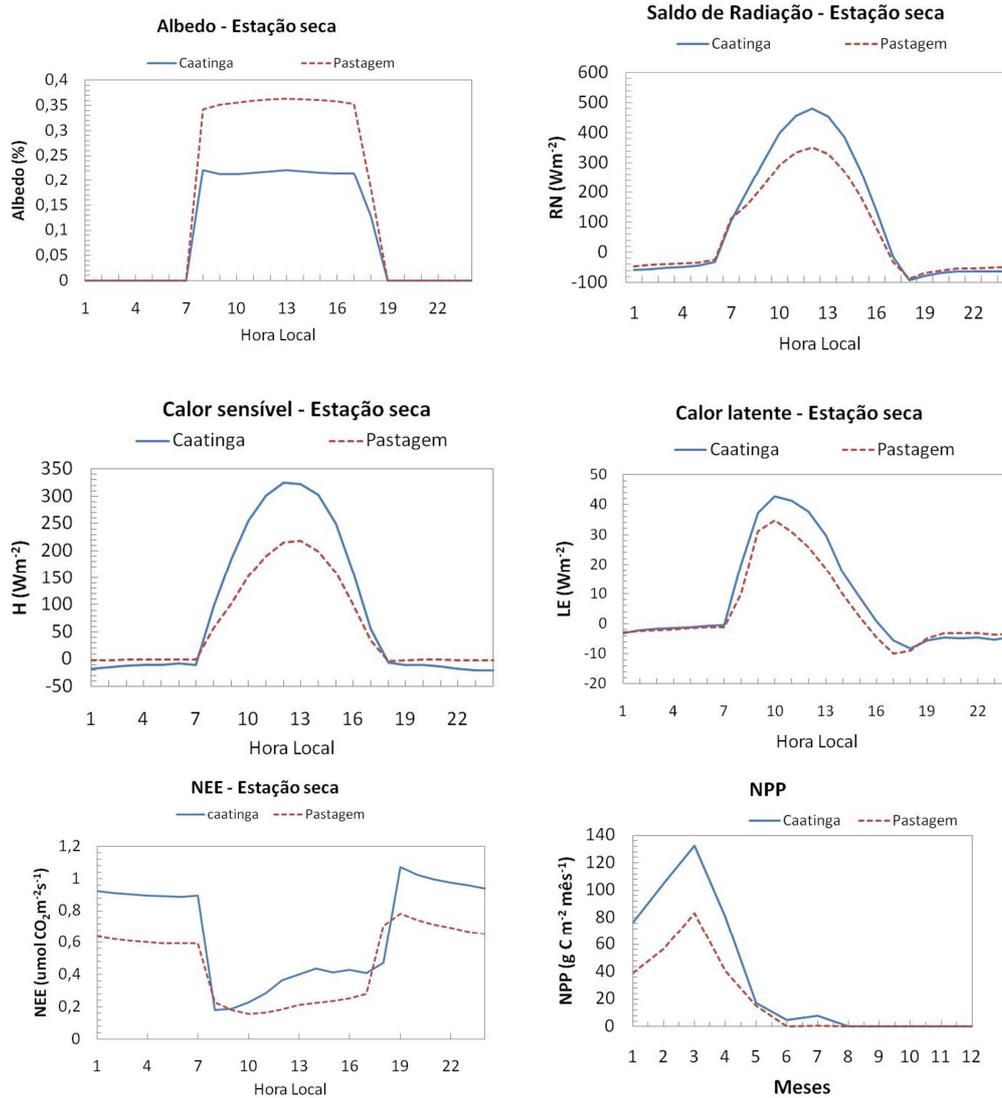


Tabela 1: Balanço de água simulados para caatinga e pastagem.

Caatinga		Pastagem	
PPT (mm/dia)	E (mm/dia)	S	S
2.00E-02	7.09E-05	0.13	4.168E-05

Com relação à troca líquida de CO₂ (NEE), observa-se que para ambas as coberturas durante a estação seca, o ciclo diurno médio de NEE apresentou apenas valores positivos, indicando que a fotossíntese foi minimizada nesse período devido à queda das folhas das árvores e arbustos e conseqüente diminuição da atividade metabólica do ecossistema (Fig. 1e). Assim, durante a estação seca, tanto a caatinga como a pastagem atuam como fonte de CO₂, porém com taxas muito baixas.

A produtividade primária líquida (NPP, sigla em inglês) é toda a energia que os produtores armazenam a partir da fotossíntese menos o que eles gastam na respiração. Na figura 1f, pode-se observar valores mais baixos para a NPP nos meses de junho à dezembro para ambas as coberturas, em decorrência dos baixos valores pluviométricos na região (não mostrado) e também pela perda das folhas das árvores e arbustos durante o período de seca. Além disso, nota-se que com a conversão de caatinga para a pastagem, a NPP é reduzida, indicando baixa captura de CO₂ pela vegetação.

5. Conclusões

Nos experimentos em que a vegetação natural é substituída por outro tipo de cobertura, ocorre alteração nas características biofísicas da vegetação que, por sua vez, contribuem para alterações nos balanços de água, de energia e carbono à superfície. Nas simulações realizadas, o modelo IBIS foi forçado com os mesmos dados de entrada (temperatura do ar, precipitação, radiação solar, velocidade do vento e umidade do ar), dessa maneira as alterações nas componentes dos balanços de energia, água e carbono resultaram das mudanças do albedo da superfície e fluxos de radiação. Essas mudanças no albedo ocorrem devido às diferenças nas propriedades ópticas da folha e do IAF entre a vegetação natural da caatinga e a pastagem. Com relação à troca de carbono entre a vegetação e a atmosfera, o conhecimento da quantidade de carbono armazenado nos diferentes reservatórios é fundamental para o estudo e a compreensão de outros processos envolvidos nos fluxos de energia e da água.

6. Referências Bibliográficas

Claussen, M., Brovkin, V., Ganapolski, A., 2001. Biogeophysical versus biogeochemical feedbacks of large-scale land cover.

Feddema, J. J.; Oleson, K. W.; Bonan, G. B.; Mearns, L. O.; Buja, L. E.; Meehl, G. A.; Washington, W. M. 2005. The Importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates. *Science* 310, 1674; DOI: 10.1126/science.1118160.

Foley, J. A.; Prentice, I. C.; Ramankutty, N.; Levis, S.; Pollard, D.; Sitch, S.; Haxeltine, A. 1996. An integrated biosphere model of land surface processes, terrestrial carbon balance and vegetation dynamics. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 10, n. 4, 603–628.

Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (IBGE). 2006. Censo agropecuário – 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. p.775. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 18 ago de 2009.

Kucharik, C. J., And Coauthors, 2000: Testing the performance of a dynamic global ecosystem model: Water balance, carbon balance, and vegetation structure. *Global Biogeochem. Cycles*, 14, 795–825.

Twine, T. E. 2004. Effects of Land Cover Change on the Energy and Water Balance of the Mississippi River Basin. *Journal of Hydrometeorology*. v. 5, p. 640-655.

Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenko, And J. M. Melillo. 1997. Human domination of the Earth's ecosystems, *Science*, 277, 494–499.