



Efeitos dos aerossóis de queimadas nos fluxos de CO₂ da Região Amazônica

Autores: Demerval Soares Moreira, Saulo Ribeiro de Freitas

1. INTRODUÇÃO

Durante a estação seca, no Brasil Central e Sul da Amazônia, normalmente há alta concentração de partículas de aerossóis associadas às intensas atividades antrópicas, com grande queima de biomassa. Foi observado, através de sensoriamento remoto, que as nuvens de fumaça nessas regiões frequentemente cobrem uma área de cerca de 4 a 5 milhões de km². Assim, a profundidade óptica do aerossol média nessas regiões, em 500 nm, normalmente é abaixo de 0,1 durante a estação chuvosa e na época de incêndios ela chega a ultrapassar 0,9. As partículas de aerossol agem como núcleos de condensação e também aumentam o espalhamento e a absorção da radiação incidente. A figura 1 apresenta a AOT em 500 nm simulada pelo modelo BRAMS (Regional Atmospheric Modeling System).

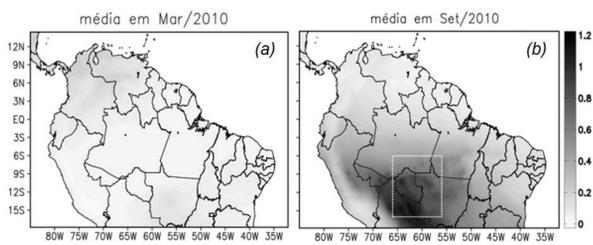


Figura 1: Médias mensais da espessura óptica do aerossol (AOT) para comprimento de onda de 500 nm. (a) estação úmida, (b) estação seca.

A Figura 2 apresenta a umidade do solo estimada pelo modelo BRAMS. No mês de março/2010 (estação úmida) o solo ficou predominantemente úmido em todos os níveis (2.a, 2.b, 2.c), sendo que, no mês de setembro/2010 (estação seca) ficou bem caracterizada uma região com solo úmido a sudoeste e outra com solo bastante seco a sudeste no nível próximo à superfície. Entretanto, no nível de 4,25 metros (2.d) o solo ficou relativamente úmido em todo o domínio.

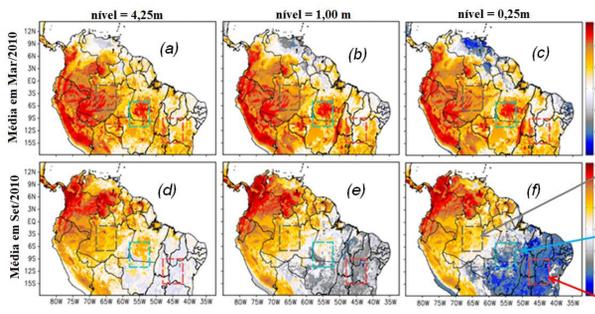


Figura 2: Médias mensais da umidade do solo no mês de março (1ª linha) e setembro (2ª linha) em três níveis de profundidade: 4,25 m (a; d), 1,00 m (b; e) e 0,25 m (c; f).

Região úmida com floresta
 Região seca com floresta
 Região seca com cerrado

2. Desenvolvimento

Observa-se na figura 3 a variação do GPP em função da radiação PAR. Para a floresta, o GPP cresce à medida que a radiação PAR aumenta, apenas para PAR acima de ~1800 μmol/m²/s que percebe-se uma pequena queda no GPP em função do aumento da PAR, indicando que este foi o valor de saturação da floresta em relação ao excesso de energia. Entretanto, para o cerrado, observa-se que o ponto de saturação é em torno de 900 μmol/m²/s, ou seja, o cerrado atinge o seu ápice de produção primária bruta com aproximadamente a metade da energia necessária para que a floresta atinja o seu. Em vermelho são mostrados os valores de GPP extraídos em locais e datas em que a atmosfera estava limpa (pouca radiação difusa) e, em verde, valores obtidos quando a atmosfera estava com bastante aerossol (muita radiação difusa). Nota-se que os pontos com radiação difusa alta (verdes) apresentam maior GPP do que os pontos com fração difusa inferior a 0,25. Também é possível notar que este efeito não é muito significativo para o cerrado, sendo mais pronunciado na floresta e gramíneas tipo C3 (C3G) e C4 (C4G).

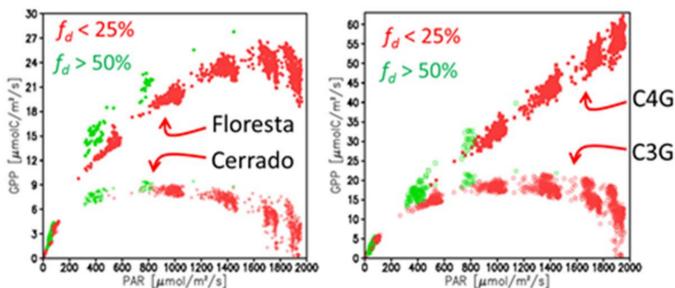


Figura 3: Efeito da fração difusa nos fluxos de CO₂ ao longo do mês de setembro de 2010.

Para vegetação tipo floresta nota-se na Figura 4a que o aerossol propiciou acréscimo de GPP em toda a grade, com valores superior a 8 Mg/ha/yr na região onde a fração difusa estava elevada. O acréscimo de GPP no local com muito aerossol, mostrado na Figura 4b, foi causado pelo efeito radiativo, devido à redução da irradiância total, diminuindo assim o estresse radiativo da floresta. Nota-se na Figura 4c que a diferença entre a linha verde e azul ocorre justamente no horário em que está ocorrendo o máximo de radiação.

De acordo com os valores médios de GPP descritos na Figura 4l, na região mais afetada pelo aerossol houve um acréscimo de 1,12 MgC/ha/yr pelo efeito difuso do aerossol e de 0,58 MgC/ha/yr pelo efeito radiativo, ou seja, no caso do cerrado o efeito radiativo chegou a ser aproximadamente a metade do efeito difuso, pois a produtividade primária bruta deste bioma também é bastante limitada pelo excesso de irradiância. No caso da vegetação C4G, Figura 4h, nota-se que o efeito radiativo do aerossol em geral contribuiu para reduzir o GPP, esta vegetação não estava sendo limitada pela irradiância, logo a presença de aerossol causou uma redução da radiação PAR, causando a redução do GPP.

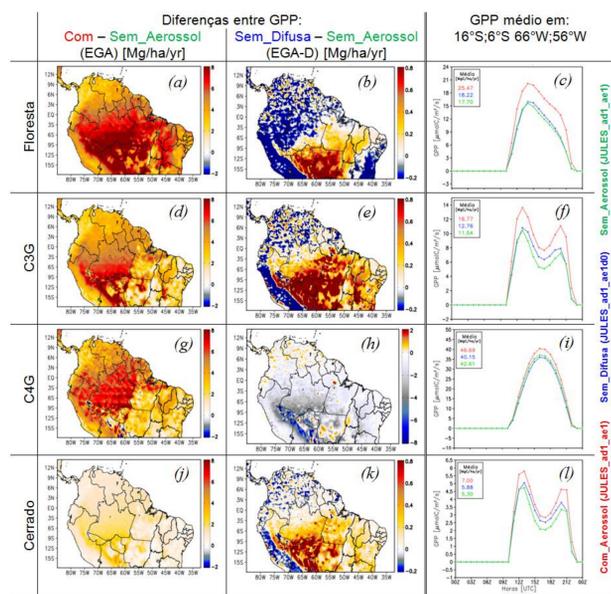


Figura 4: Primeira coluna corresponde à diferença entre o GPP obtido com o modelo considerando o aerossol (efeito radiativo + difuso) e o GPP obtido quando não foram considerados os efeitos do aerossol, representando assim o efeito global do aerossol no GPP. A segunda coluna corresponde à diferença entre o GPP obtido ao considerar somente o efeito radiativo do aerossol e o GPP obtido sem considerar os efeitos dos aerossóis. A terceira coluna apresenta a média do GPP (em μmolC/m²/s) obtida na região com maior presença de aerossol (delimitada pelo retângulo branco da figura 1b). Os valores descritos dentro do retângulo correspondem à média mensal nesta região (em MgC/ha/yr).

Comparando a primeira linha da figura 5 com a segunda linha, observa-se que a respiração das plantas (RespP) possui resposta ao aerossol muito semelhante ao do GPP, mas com diferenças em torno de ¼ menores. Na Figura 5g é possível observar que a respiração do solo (RespS) normalmente caiu com a presença de aerossol, tanto devido ao efeito global quanto ao efeito radiativo, uma vez que RespS normalmente diminuiu com a redução da temperatura do solo. O efeito do aerossol no NEE foi negativo Figura 5g, observa-se nos valores descritos na Figura 5l que na região com maior presença de aerossol, no mês de setembro de 2010, o ecossistema é fonte de CO₂ para a atmosfera (NEE = 3,03 MgC/ha/yr) no caso de não considerar o efeito do aerossol de queimadas, mas ao considerá-lo ele passa a ser sorvedouro de CO₂ (NEE = -2,36 MgC/ha/yr).

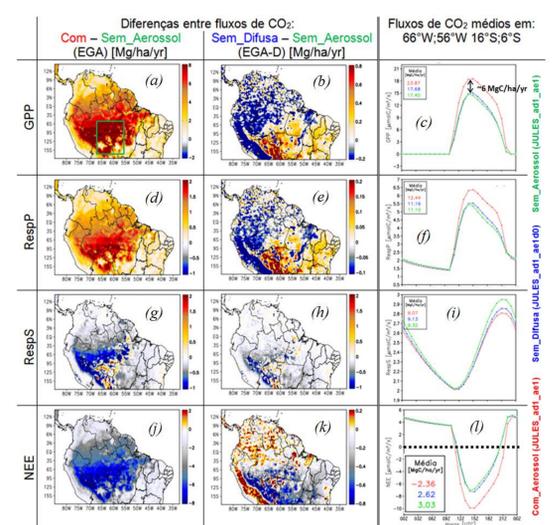


Figura 5: Semelhante à figura 4, mas apresentando os valores dos fluxos de CO₂ provenientes da média ponderada de cada bioma no ponto de grade (grid_box).

3. Conclusão

Portanto, os aerossóis que cobrem a região amazônica no período seco, alteram os fluxos de CO₂ desta região significativamente. O aumento do AOT provocada pelo aerossol contribui para o aumento da fração difusa. Este aumento também reduz a irradiância total, fazendo com que a superfície fique mais fria, e conseqüentemente, reduz também o pico de irradiância que ocorre em torno das 12 horas locais. Cada bioma reage de forma distinta ao aumento da AOT. O GPP é acrescido pelo aumento da fração difusa em todos os biomas, entretanto, para o cerrado este efeito foi menos pronunciado. A redução da irradiância, provocada pelo aumento da AOT, normalmente proporcionou também acréscimo no GPP da floresta, gramínea C3 e cerrado, devido à redução do pico de irradiância, mas este efeito foi bem menos pronunciado do que o difuso. Em algumas situações, pode levar à mudança de sinal da troca líquida do ecossistema (NEE), passando de fonte de CO₂ para a atmosfera, quando o aerossol não é considerado na modelagem atmosférica, para sorvedouro, quando ele é considerado.

