

X-012 – CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE AEROSSÓIS NO CERRADO, REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL

Rafael da Silva Palácios ⁽¹⁾

Formado em Física Ambiental pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Mestre em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Doutorando em Física Ambiental na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: rafael.pgfa@gmail.com.

Fernando da Silva Sallo

João Basso Marques

Luciana Sanches

José de Souza Nogueira

Endereço⁽¹⁾: Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367. Cidade Universitária, Bloco de Física Ambiental Cep: 78060-900 - Cuiabá – MT Fone: (65) 3615-8738, Fax (65) 3615-8738. E-mail: rafael.pgfa@gmail.com.

RESUMO

As análises das propriedades óticas dos aerossóis atmosféricos auxiliam no entendimento dos efeitos diretos e indiretos do material particulado nos fluxos de energia do sistema Terra-atmosfera. Nesse sentido, esse estudo objetivou caracterizar as propriedades físicas dos aerossóis sobre a região Centro-oeste do Brasil, essa região é caracterizada pela sazonalidade das propriedades físicas e químicas dos aerossóis, devido principalmente, aos altos índices de queima de biomassa na estação seca. Entre as propriedades analisadas foram caracterizadas a profundidade ótica dos aerossóis, AOD (*Aerosol Optical Depth*) e o albedo de espalhamento simples do aerossol, SSA (*Single Scattering Albedo*) de janeiro de 2000 a julho de 2015. As médias ($\pm DP$) para todo o período foram $0,32 \pm 0,26$ e $0,10 \pm 0,04$ respectivamente, em Cuiabá e Campo Grande, sendo que na estação seca as médias ($\pm DP$) foram $0,35 \pm 0,27$ e $0,30 \pm 0,22$ respectivamente. Os altos valores de desvio padrão evidenciaram a grande variabilidade dos valores AOD. Diferentemente dos valores de AOD, os valores de SSA apresentaram pouca variação, inclusive entre as estações seca e chuvosa.

PALAVRAS-CHAVE: Profundidade ótica de aerossóis, Albedo de espalhamento simples.

INTRODUÇÃO

A caracterização das propriedades locais dos aerossóis atmosféricos vem sendo uma valiosa ferramenta dentro das ciências atmosféricas (Guirado et al., 2014). As distribuições geográficas, sazonais e interanuais das propriedades óticas do material particulado em suspensão na atmosfera são altamente variáveis, especialmente sobre a região central da América do Sul (Hoelzemann et al., 2009).

O cerrado brasileiro é classificado como um dos biomas mais ameaçados do mundo, com apenas 2,2% de seu território protegido legalmente (Ribeiro et al., 2011). As mudanças nas formas de ocupação do solo tornam essa região um potencial emissor de material particulado influenciando significativamente as trocas de energia e massa entre a biosfera e a atmosfera (Batlle-bayer et al., 2010).

No cerrado os efeitos dos incêndios naturais ou antrópicos elevam consideravelmente a quantidade de material particulado no fim da estação seca (Schafer et al., 2008). Além das emissões locais, o cerrado brasileiro também é influenciado por aerossóis devido a movimentação de massas de ar. A região localmente conhecida como "arco do desflorestamento" combinada com os numerosos registros de incêndios na estação seca fornecem altas cargas de aerossóis em agosto e setembro em praticamente toda região Norte e Centro-oeste do Brasil (Sena et al., 2013; Artaxo et al., 2013).

Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi caracterizar as propriedades físicas dos aerossóis atmosféricos em uma região de cerrado no Centro-Oeste do Brasil. Entre as propriedades analisadas foram caracterizadas a

profundidade ótica dos aerossóis, AOD (Aerosol Optical Depth) e o albedo de espalhamento simples do aerossol, SSA (Single Scattering Albedo).

MATERIAIS E MÉTODOS

As análises das propriedades dos aerossóis foram realizadas sobre duas regiões pertencentes ao cerrado brasileiro, uma em Cuiabá no Estado de Mato Grosso e outra em Campo Grande no Mato Grosso do Sul (Figura 1). As medidas das propriedades óticas dos aerossóis nessas regiões foram obtidas por meio da AERONET (AERosol RObotic NETwork).

A AERONET é uma federação de redes de sensoriamento remoto com medidas em solo, estabelecida pela NASA e expandida por colaboradores. O programa fornece um banco de dados de domínio público, contínuo e de fácil aquisição para pesquisa e caracterização de aerossóis atmosféricos.

A AERONET fornece observações globais da distribuição espectral dos aerossóis, tais como a AOD e produtos de inversão para diversos regimes de dados (Holben et al., 1998). Os dados de nível 1.0 representam os dados brutos, medidos diretamente pelos radiômetros da rede, os dados de nível 1.5 representam dados previamente processados dos quais são retirados possíveis contaminações por nuvens e os dados de nível 2.0 além do processamento de nível 1.5 passam por uma calibração final recebendo um certificado de qualidade da própria rede (Holben et al., 1998).

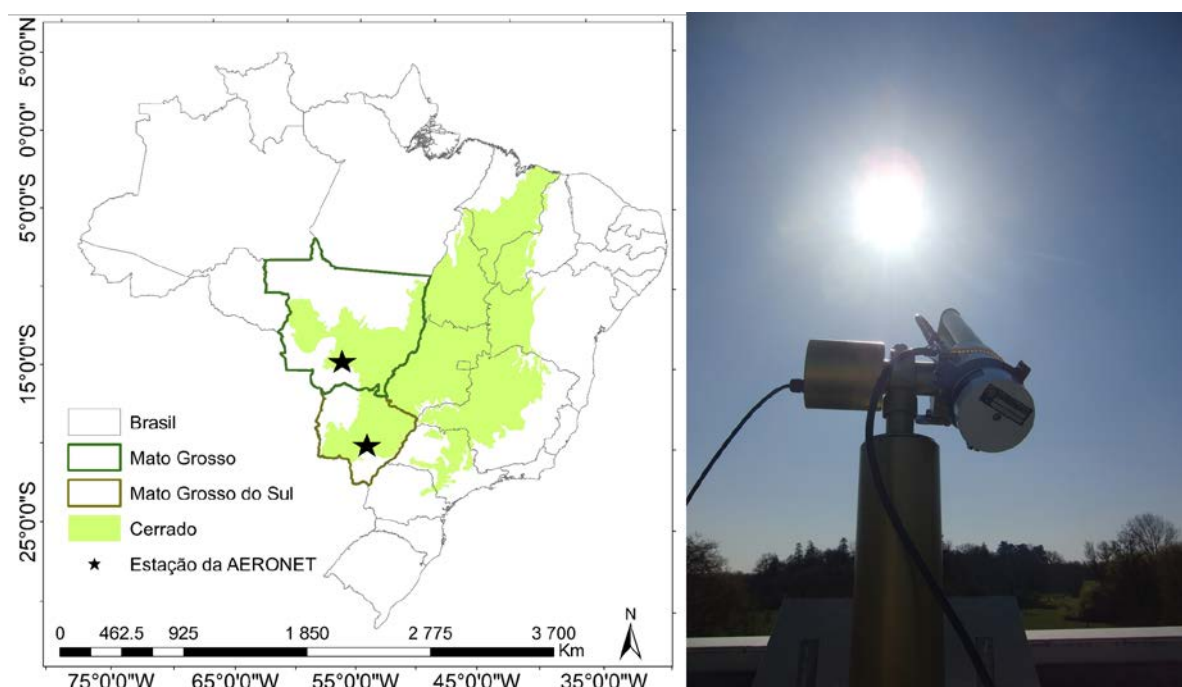


Figura 1. Localização das regiões de estudo, estações da rede AERONET nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, no detalhe o radiômetro CIMEL da AERONET.

Nesse estudo foram utilizados os dados de inversão de nível 1.5, uma vez que a quantidade de dados de nível 2.0 para o período de estudo foi muito baixa, não sendo capaz de gerar resultados estatisticamente significativos. Os produtos utilizados nesse trabalho foram: AOD 675 nm, SSA 675 nm. O período abordado foi de janeiro de 2000 a julho de 2015.

A análise qualitativa das propriedades dos aerossóis nas estações seca e chuvosa foi realizada considerando os extremos de seca e chuva. Dentro do ponto de vista das propriedades dos aerossóis atmosféricos a estação

chuvosa compreende no intervalo de janeiro a junho e seca de julho a dezembro (Artaxo et al., 2013), entretanto nesse estudo foi considerado como estação chuvosa de fevereiro a maio e estação seca de agosto a outubro com o objetivo de se avaliar os impactos provocados principalmente devido a queima de biomassa na área de estudo.

RESSULTADOS E DISCUSSÃO

As séries temporais da AOD 675 nm (Figura 2) evidenciam o comportamento característico da profundidade ótica dos aerossóis sobre as duas regiões de estudo. As tendências gerais das séries temporais evidenciam a sazonalidade dos valores de AOD 675 nm que segundo Sena et al. (2013) e Artaxo et al. (2013) ocorrem devido aos altos índices de focos de queimadas na estação seca tanto na região sul da floresta Amazônica como em toda região Centro-oeste do Brasil.

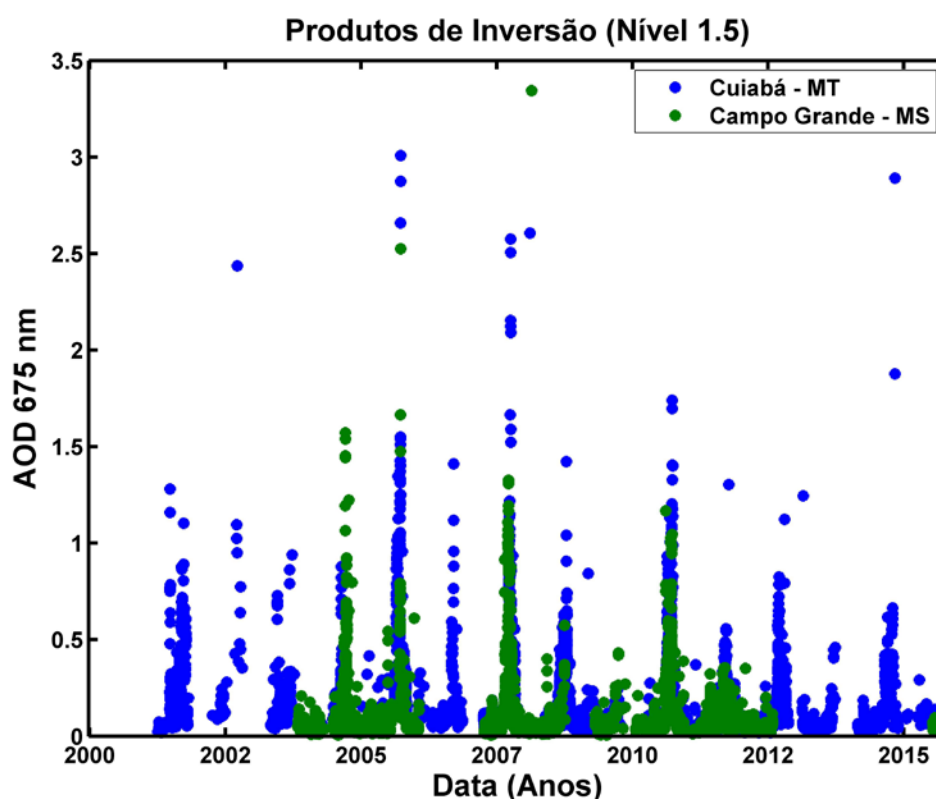


Figura 2. Distribuição temporal da profundidade ótica dos aerossóis (AOD 675 nm) sobre Cuiabá em Mato Grosso e Campo Grande em Mato Grosso do Sul.

As estatísticas descritivas para a distribuição da AOD 675 nm e para SSA 675 nm para as estações seca e chuvosa são apresentadas na Tabela 1.

Os altos valores encontrados para o desvio padrão sobre os dois sites comprovam a alta variabilidade da AOD sobre o Centro-oeste do Brasil tanto na estação seca como na estação chuvosa. O site de Campo Grande foi o que apresentou os menores valores de médias de todo o período, estação chuvosa e estação seca, o que sugere que embora essa região também seja afetada pela queima de biomassa, a amplitude dos impactos provocados pelo transporte de partículas através da atmosfera pode ser relativamente menor quando comparados com sites localizados mais ao norte do Brasil.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das distribuições de AOD e SSA no comprimento de onda de 675 nm para todo o período, estação chuvosa e estação seca das estações de Cuiabá e Campo Grande.

| | Cuiabá - MT | | | | | | Campo Grande - MS | | | | | |
|-----|-------------|--------|--------|------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| | AOD 675 nm | | | SSA 675 nm | | | AOD 675 nm | | | SSA 675 nm | | |
| | TP | EC | ES | TP | EC | ES | TP | EC | ES | TP | EC | ES |
| MD | 0,3251 | 0,2567 | 0,3546 | 0,8020 | 0,6295 | 0,8267 | 0,1223 | 0,1223 | 0,3083 | 0,8814 | 0,9150 | 0,8835 |
| MDA | 0,2276 | 0,2076 | 0,2689 | 0,8393 | 0,6060 | 0,8494 | 0,1087 | 0,1087 | 0,2169 | 0,8895 | 0,9214 | 0,8869 |
| DP | 0,2660 | 0,2027 | 0,2761 | 0,2660 | 0,2027 | 0,2761 | 0,0463 | 0,0463 | 0,2257 | 0,0463 | 0,0463 | 0,2257 |
| VR | 0,0707 | 0,0411 | 0,0762 | 0,0707 | 0,0411 | 0,0762 | 0,0021 | 0,0021 | 0,0509 | 0,0021 | 0,0021 | 0,0509 |
| MIN | 0,0956 | 0,1166 | 0,0966 | 0,0956 | 0,1166 | 0,0966 | 0,0933 | 0,0933 | 0,0941 | 0,0933 | 0,0933 | 0,0941 |
| MAX | 2,1535 | 1,2449 | 2,1535 | 2,1535 | 1,2449 | 2,1535 | 0,3510 | 0,3510 | 1,2230 | 0,3510 | 0,3510 | 1,2230 |

TP = Todos os pontos, EC = Estação chuvosa, ES = Estação seca.
MD = Média, MDA = Mediana, DP = Desvio padrão, VR = Variância, MIN = Mínimo, MAX = Máximo.

No sito de Cuiabá a média (\pm DP) da SSA 675 nm para todo o período analisado foi $0,80 \pm 0,13$, sendo de $0,62 \pm 0,23$ na estação chuvosa e $0,82 \pm 0,10$ na estação seca, enquanto que para Campo Grande a média (\pm DP) para todo o período analisado foi de $0,88 \pm 0,07$, sendo de $0,91 \pm 0,06$ na estação chuvosa e $0,88 \pm 0,05$ na estação seca. De forma geral todas as médias na estação chuvosa apresentam uma variabilidade maior, o que é justificado pelo baixo número de amostras para a análise estatística. A relação direta entre o SSA 675 nm e os valores da AOD 675 nm pode ser visualizada nas figuras 3 e 4 para as cidades de Cuiabá e Campo Grande, respectivamente.

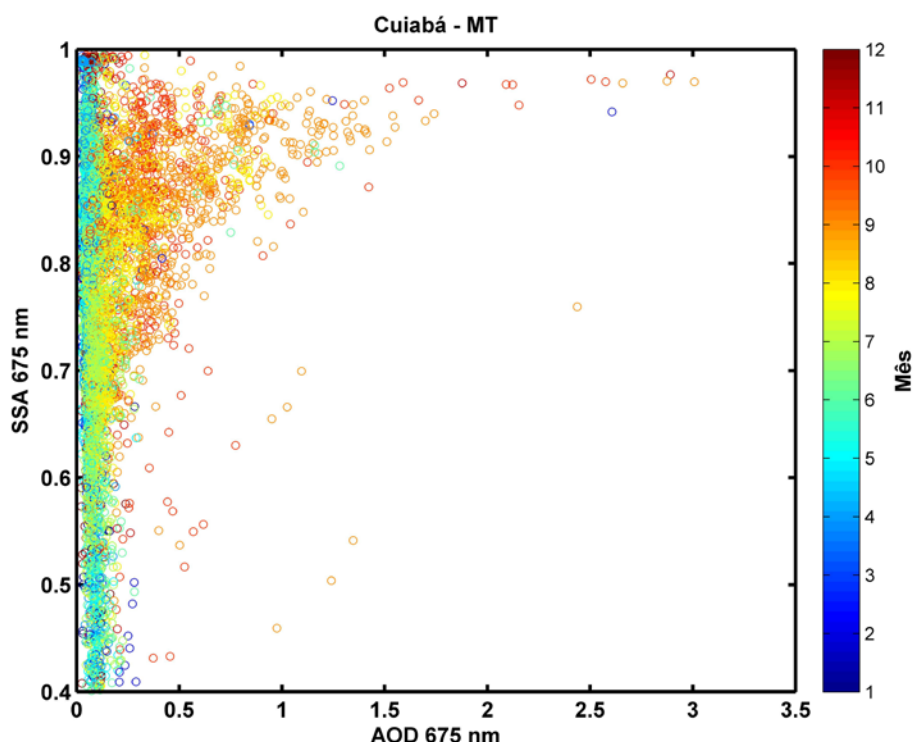


Figura 3. Relação direta entre SSA 675 nm e AOD 675 nm distribuída por mês para a cidade de Cuiabá no estado de Mato Grosso.

A dispersão dos valores de SSA 675 nm em relação a AOD 675 nm com coloração distribuída mensalmente para a cidade de Cuiabá no estado de Mato Grosso (Figura 3) permite a visualização da variação anual tanto dos valores de AOD como dos valores de SSA. A partir do mês 6 (junho) os valores de AOD 675 nm começam a se elevar, justamente quando os valores de SSA 675 nm atingem seus valores máximos, ou seja, para os períodos críticos, onde há queima de biomassa, a reflexão dos aerossóis atinge seu valor máximo.

Para os meses correspondentes a estação chuvosa, para Cuiabá, percebe-se que mesmo com a diminuição dos valores de AOD 675 nm a maior concentração de dados de SSA 675 nm ainda permanecem elevados, isto é, acima de 0,8.

O mesmo comportamento foi encontrado para a cidade de Campo Grande no estado de Mato Grosso do Sul, entretanto, para um número menor de dados (Figura 4).

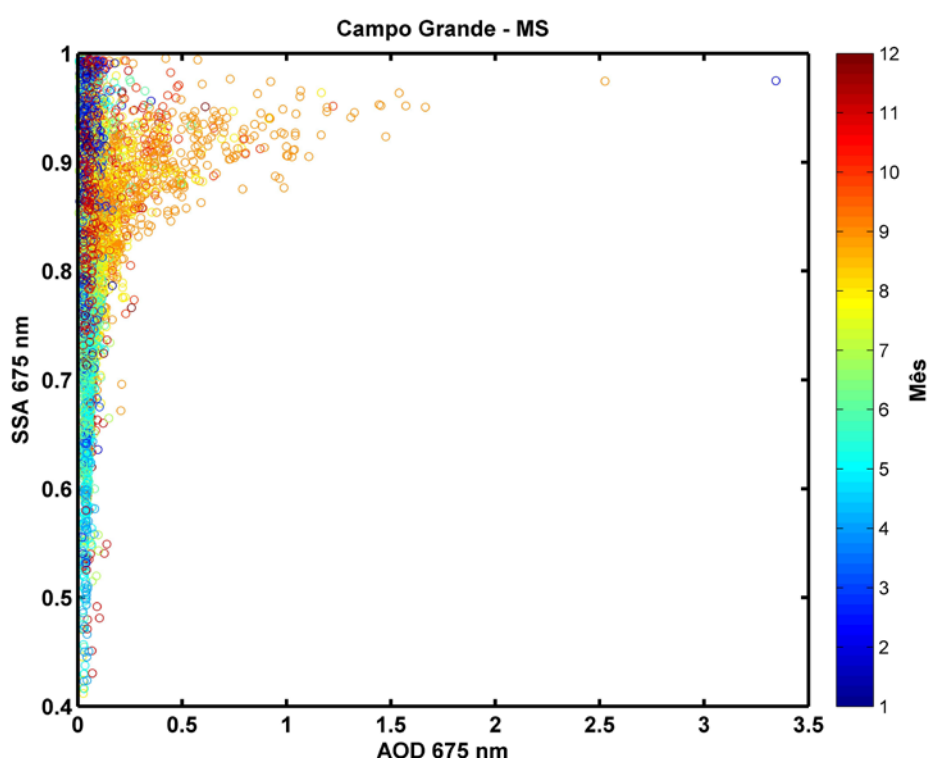


Figura 4. Relação direta entre SSA 675 nm e AOD 675 nm distribuída por mês para a cidade de Campo Grande no estado de Mato Grosso do Sul.

Para Campo Grande a maior quantidade de dados está compreendida entre os meses de agosto e setembro, estação seca, onde os valores de AOD 675 nm atingem seus máximos. Na estação chuvosa os poucos dados indicam que para baixos valores de AOD 675 nm os valores de SSA 675 nm continuam elevados, ou seja, há pouca variabilidade da SSA 675 nm.

CONCLUSÃO

Os valores de AOD 675 nm variaram sazonalmente sobre os sites analisados, sendo que os maiores valores foram obtidos na estação seca devido a grande contribuição de partículas provenientes da queima de biomassa. As médias (\pm DP) para todo o período foram $0,32 \pm 0,26$ e $0,10 \pm 0,04$ respectivamente, em Cuiabá e Campo Grande, sendo que na estação seca as médias (\pm DP) foram $0,35 \pm 0,27$ e $0,30 \pm 0,22$ respectivamente. Os altos valores de desvio padrão evidenciaram a grande variabilidade dos valores AOD. Diferentemente dos valores de AOD, os valores de SSA apresentaram pouca variação, inclusive entre as estações seca e chuvosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. C Artaxo, P., Rizzo, L.V., Brito, J.F., Barbosa, H.M.J., Arana, A., Sena, E.T., Cirino, G.G., Bastos, W., Martin, S.T. and Andreae, M.O. (2013). Atmospheric aerosol in Amazonia and land use change: from natural biogenic to biomass burning conditions. *Faraday Discussions*, 13, 203-235, doi: 10.1039/c3fd00052d.
2. Battle-Bayer, L., Batjes, N.H., and Bindraban, P.S. (2010). Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: A review, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137, 47-58, doi:10.1016/j.agee.2010.02.003.
3. Guirado, C., Cuevas, E., Cachorro, V.E., Toledano, C., Alonso-Péres, S., Bustos, J.J., Basart, S., Romero, P.M., Camino, C., Mimouni, M., Zeudmi, L., Goloub, P., Baldasano, J.M. and Frutos, A.M., (2014). Aerosol characterization at the Saharan AERONET site Tamanrasset. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14, 11753-11773, doi: 10.5194/acp-14-11753-2014.
4. Hoelzemann, J.J., Longo, K.M., Fonseca, R.M., Rosário, N.M.E., Elbern, H., Freitas, S.R. and Pires, C. (2009). Regional representativity of AERONET observation sites during the biomass burning season in South America determined by correlation studies with MODIS Aerosol Optical Depth. *Journal of Geophysical Research*, 114, D13301, doi:10.1029/2008JD010369.
5. Holben, B.N., Eck, T.F., Slutsker, I., Tanré, D., Buis, J.P., Setzer, A., Vermote, E., Reagan, J.A., Kaufman, Y.J., Nakajima, T., Lavenue, F., Jankowiak, I. and Smirnov A. (1998). AERONET – a federated instrument network and data archive for aerosol characterization. *Remote Sensing of the Environment*, 66, 1-16. doi: 10.1016/S0034-4257(98)00031-5.
6. Ribeiro, S.C., Fehrmann, L., Soares, C.P.B., Jacovine, L.A.G., Kleinn, C. and Gaspar, R.O. (2011). Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado, *Forest Ecology and Management*, 262, 491-499, doi:10.1016/j.foreco.2011.04.017.
7. Schafer, J.S., Eck, T.F., Holben, B.N., Artaxo, P., and Duarte, a.F. (2008). Characterization of the optical properties of atmospheric aerosols in Amazônia from long-term AERONET monitoring (1993–1995 and 1999–2006 *Journal of Geophysical Research*, 113, 1-16, doi:10.1029/2007JD009319.
8. Sena, E.T., Artaxo, P. and Correia, A.L. (2013). Spatial variability of the direct radiative forcing of biomass burning aerosol and the effects of land use change in Amazonia. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13, 1261-1275, doi: 10.5194/acp-13-1261-2013.