

INVESTIGANDO O CICLO DIURNO DE NUVENS E A DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA PLUMA DE POLUIÇÃO DE MANAUS NA REGIÃO DA AMAZÔNIA CENTRAL COM DADOS DE UM CEILÔMETRO

Amanda Vieira dos Santos¹

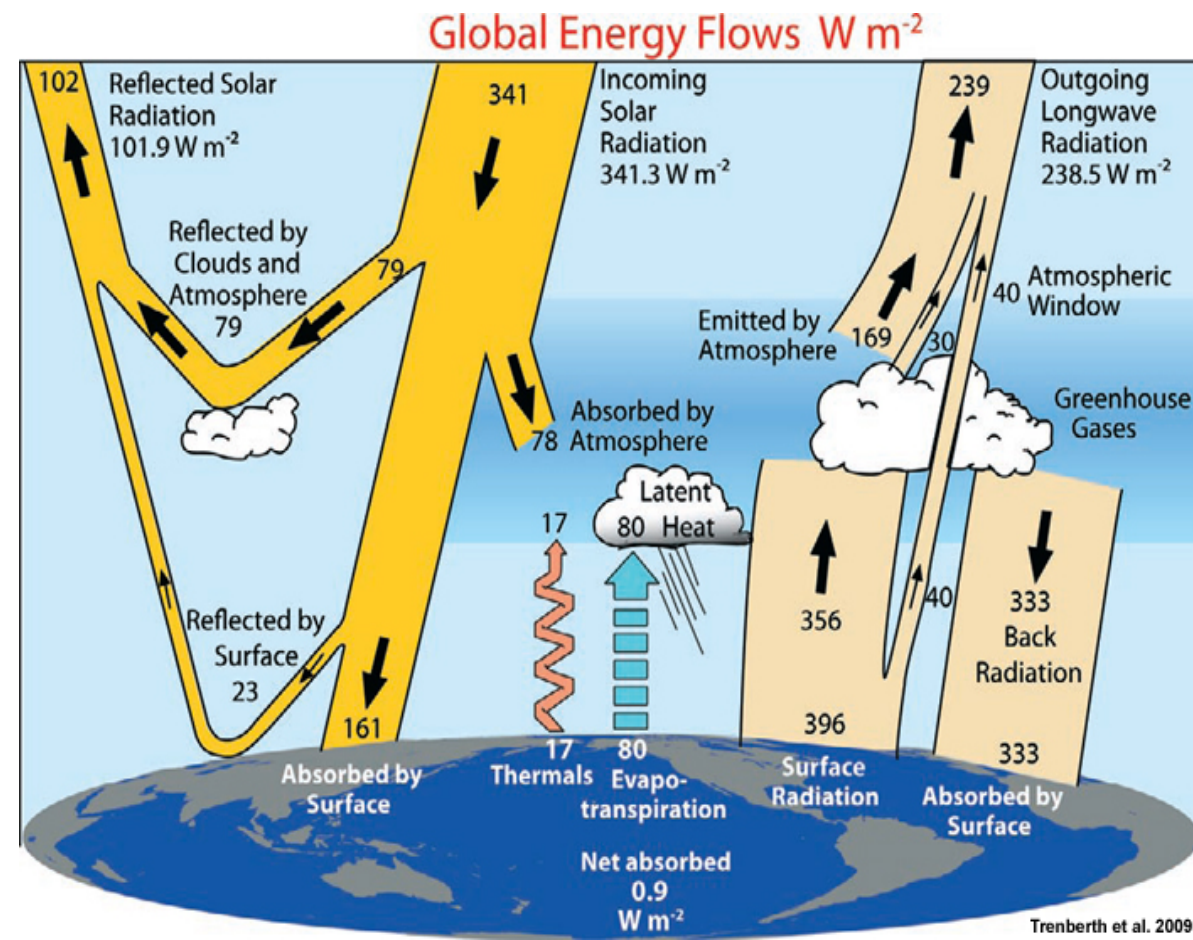
Diego Alves Gouveia¹, Theotônio Pauliquevis² e Henrique de Melo Jorge Barbosa¹

¹Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

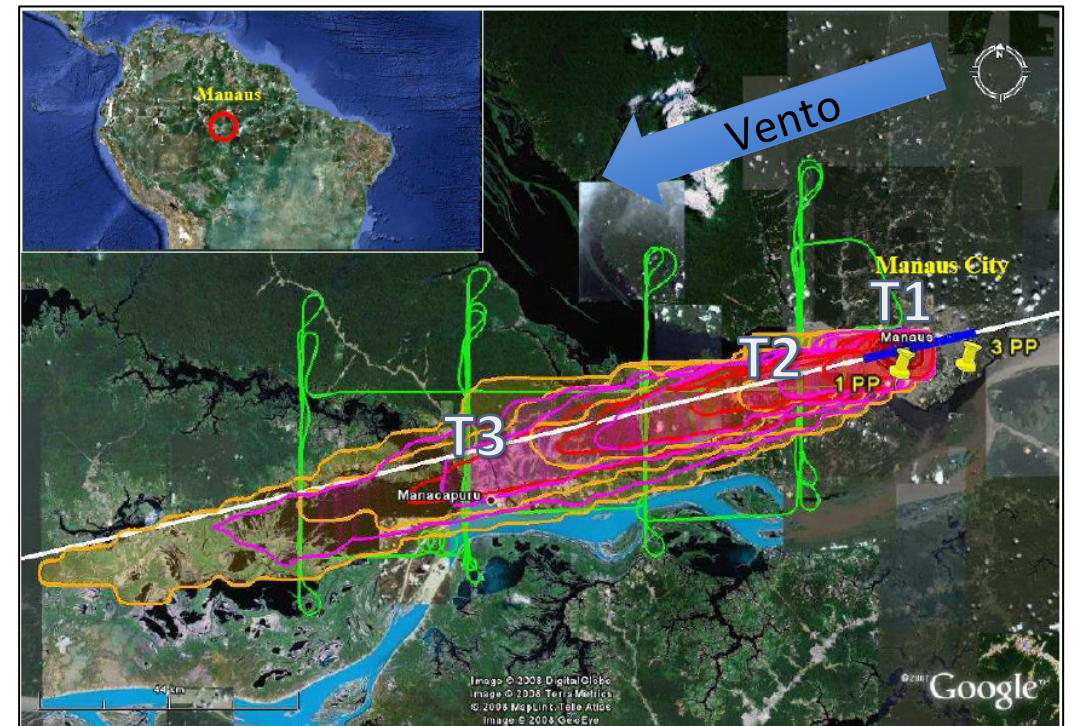
²Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil

Comentários sobre a relevância do projeto:

- Aerossóis são importantes para o sistema climático global pois alteram o balanço de energia do planeta
- É importante estudar como emissões de poluição alteram a distribuição de aerossóis.



Experimento GoAmazon2014/15



Objetivos e perguntas deste projeto:

- 1) Usar a base de dados do experimento GoAmazon2014/15 para investigar o ciclo diurno das nuvens e dos aerossóis na Amazônia central.
- 2) Obter o coeficiente de retroespalhamento dos aerossóis em fevereiro-março de 2014.
- 3) Estudar a distribuição de vertical dos aerossóis em um período em que não havia influência de queimadas.

Instrumento utilizado:

Instrumento utilizado: tetômetro

O tetômetro é um radar laser simples (um lidar)

Utiliza pulsos de laser para determinar a distância até um objeto (neste caso, partículas de nuvens ou de aerossol)



Comprimento de onda: 910 nm

Alcance: 7,7 km

Resolução vertical: 10 m

Resolução temporal: 16 s

Metodologia utilizada:

- 1) Aplicar um algoritmo desenvolvido em nosso laboratório para detecção de altura de base e topo de nuvens
- 2) Aplicar o método Klett (Appl. Opt. 1981) nos perfis sem nuvens para estudar as camadas de aerossol

Metodologia utilizada:

Moléculas: Espalhamento Rayleigh
Aerossol e gotículas: Espalhamento Mie

Camada de aerossol

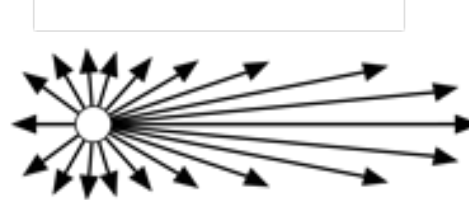
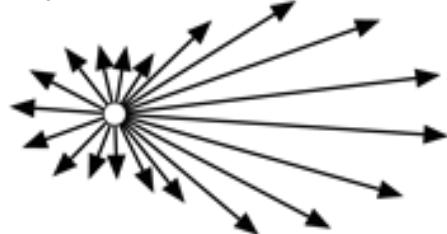
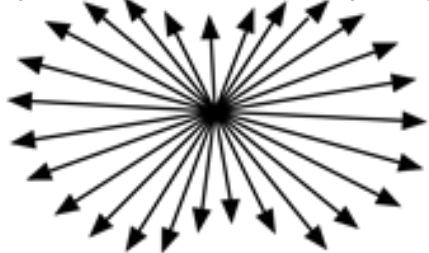
Nuvem



Espalhamento Mie, partículas maiores

Espalhamento Rayleigh

Espalhamento Mie



Direção da luz incidente

Equação do Lidar

$$P(r, \lambda) = P_0 \frac{c\tau}{2} A \eta(\lambda) \frac{O(r)}{r^2} \beta(r, \lambda) \exp \left[-2 \int_0^r \alpha_{ext}(r', \lambda) dr' \right]$$

$$\beta = \beta_{mol} + \beta_{par}$$

$$\alpha_{ext} = \alpha_{mol,ext} + \alpha_{par,ext}$$

Equação do Lidar

$$P(r, \lambda) = P_0 \frac{c\tau}{2} A\eta(\lambda) \frac{O(r)}{r^2} \beta(r, \lambda) \exp\left[-2 \int_0^r \alpha_{ext}(r', \lambda) dr'\right]$$

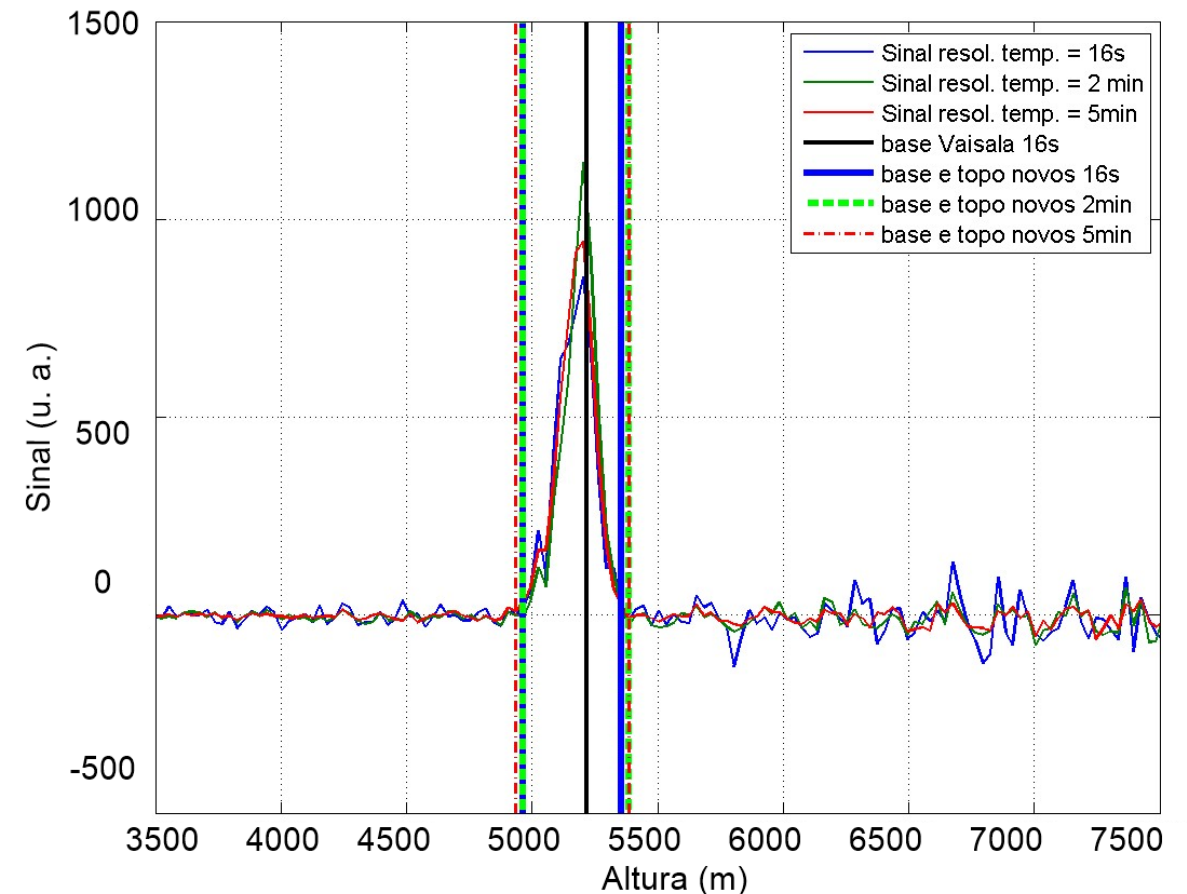
Coeficiente de
retroespalhamento

$$\begin{aligned} \beta &= \beta_{mol} + \beta_{par} \\ \alpha_{ext} &= \alpha_{mol,ext} + \alpha_{par,ext} \end{aligned}$$

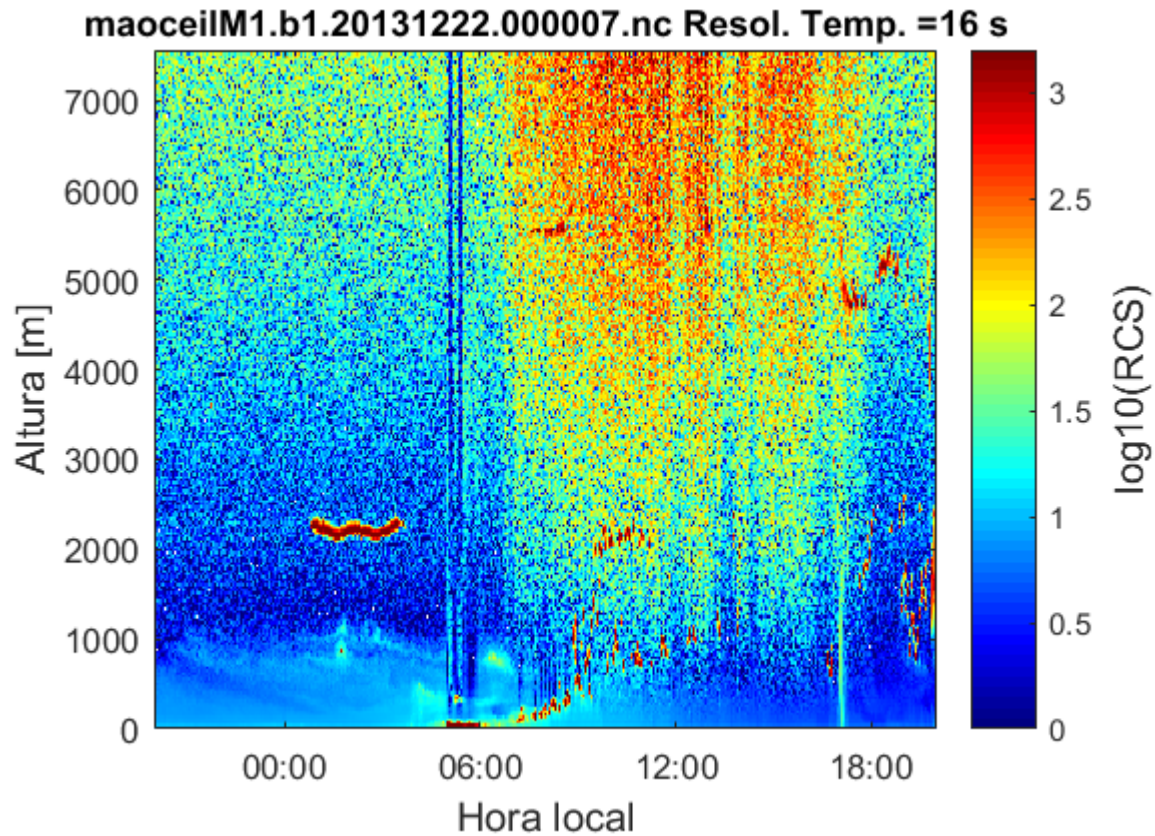
Conhecemos os termos moleculares através de dados de radiossondas (espalhamento Rayleigh)

Detecção de nuvens

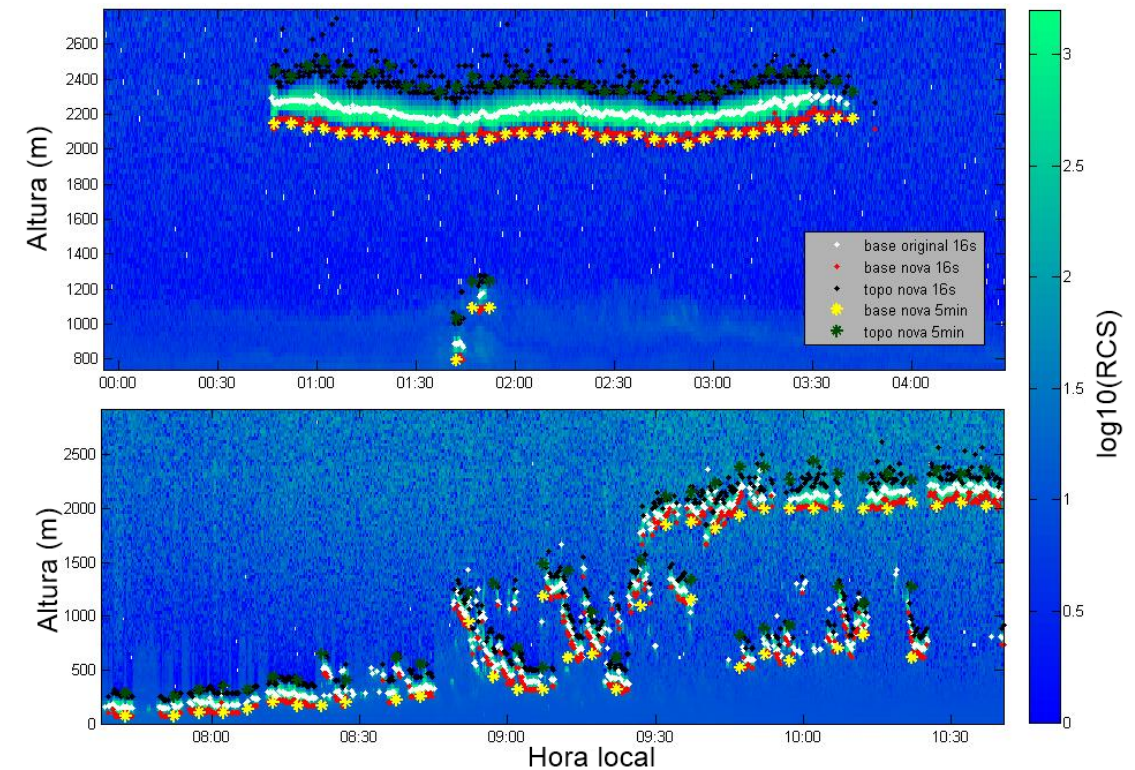
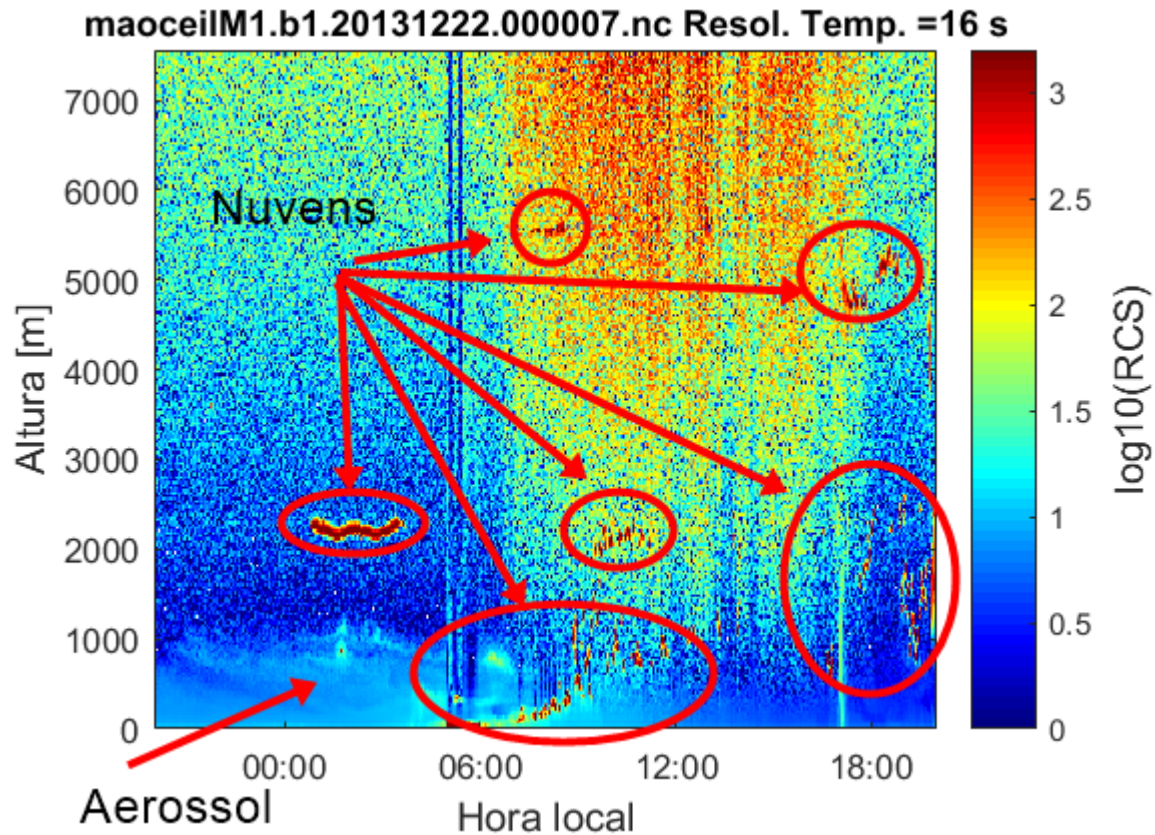
- O fabricante fornece apenas três alturas de bases de nuvens.
- O algoritmo consegue encontrar mais de três alturas de base.
- O algoritmo consegue encontrar alturas de topo.



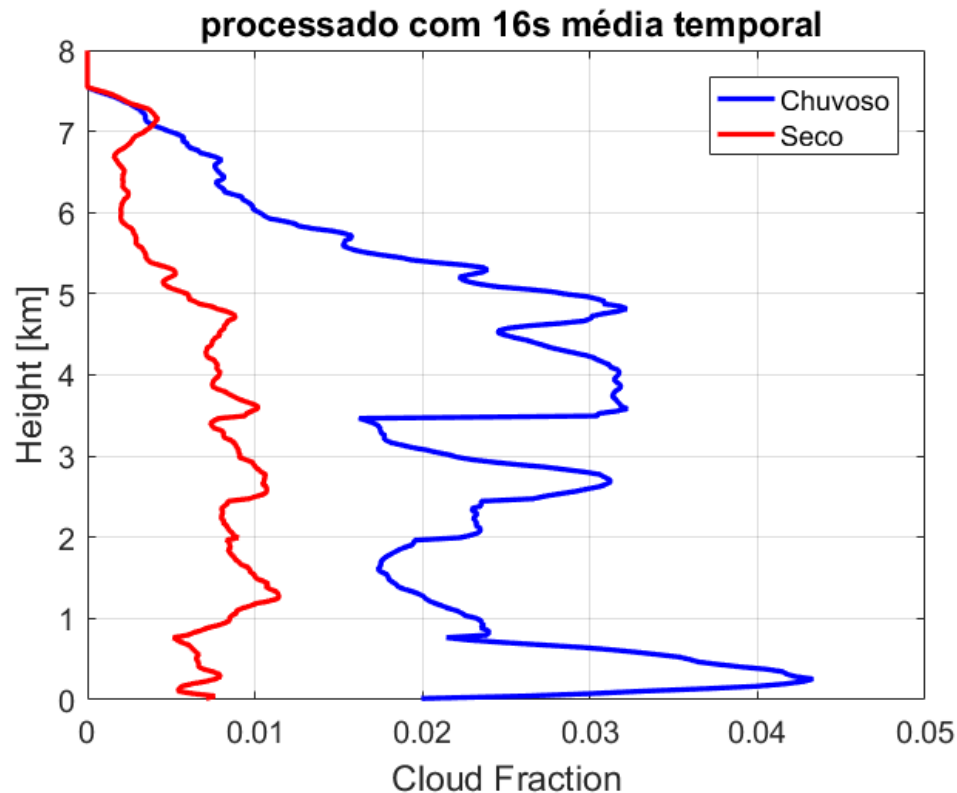
Detecção de nuvens



Detecção de nuvens



Detecção de nuvens

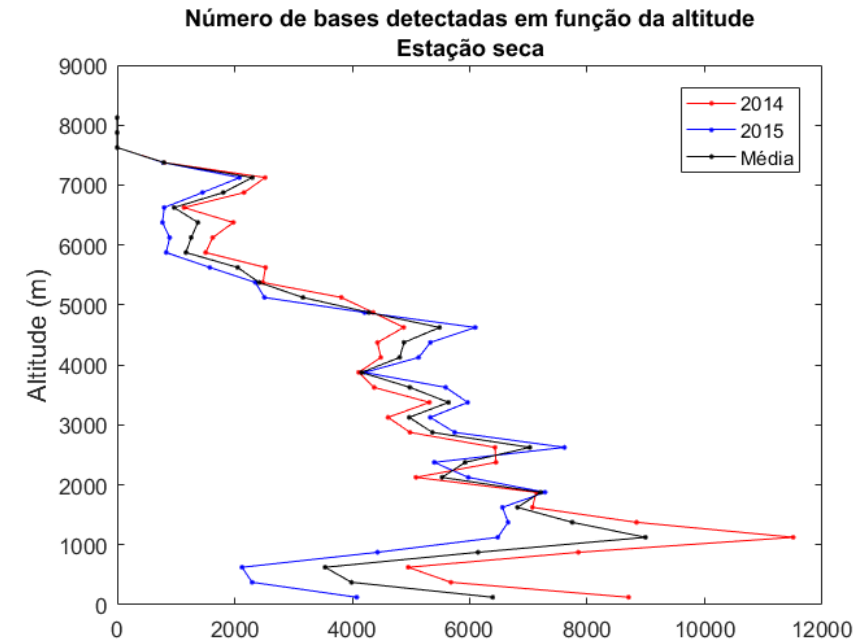
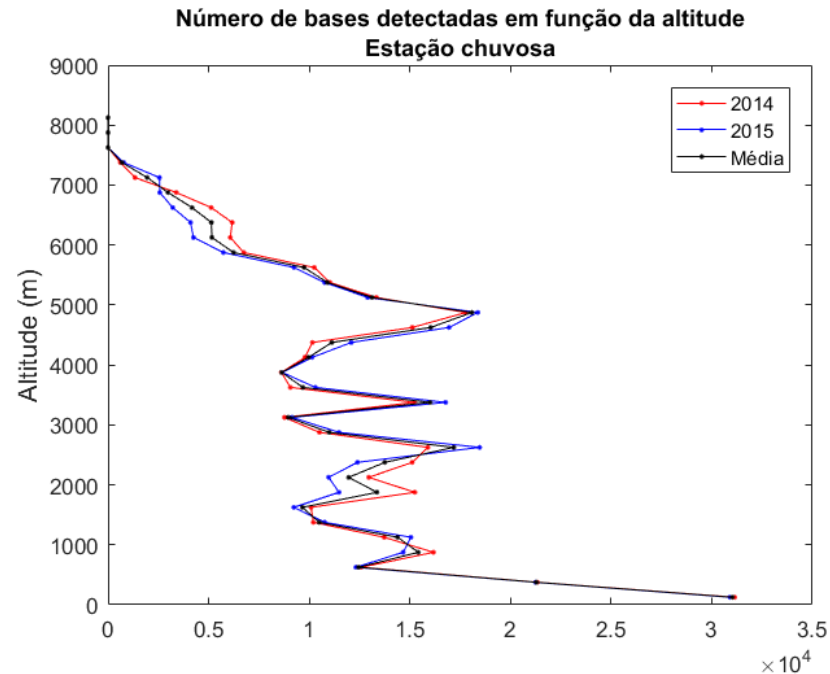


Perfil vertical da fração de cobertura de nuvens para as estações secas e chuvosas dos dois anos de dados.

Estação chuvosa: máxima de aproximadamente 4.3% para as nuvens por volta de 0.5 km.

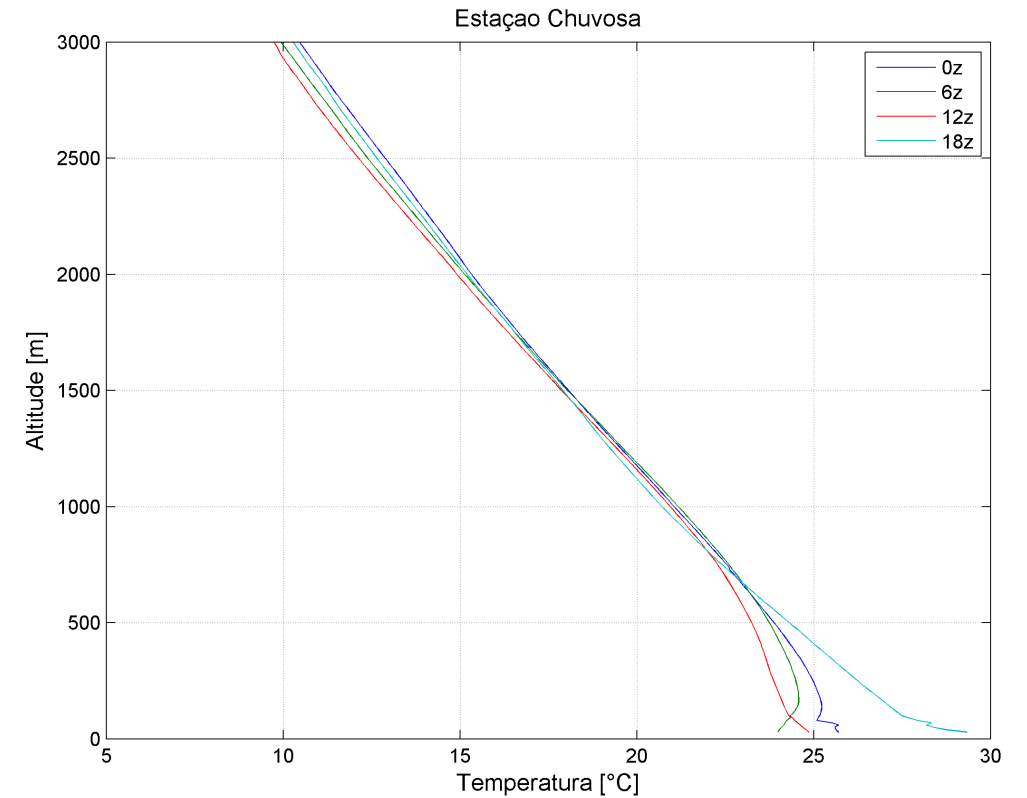
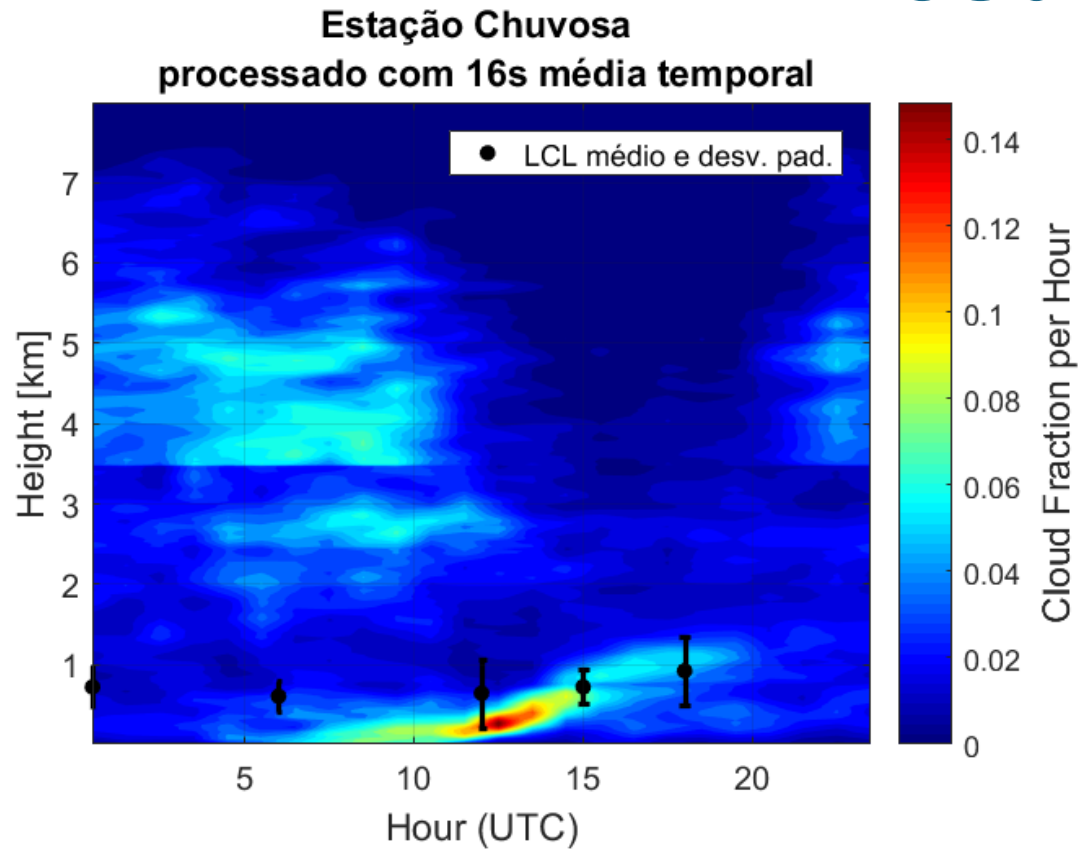
Estação seca: máxima de aproximadamente 1.1% para as nuvens por volta de 1.3 km.

Detecção de nuvens

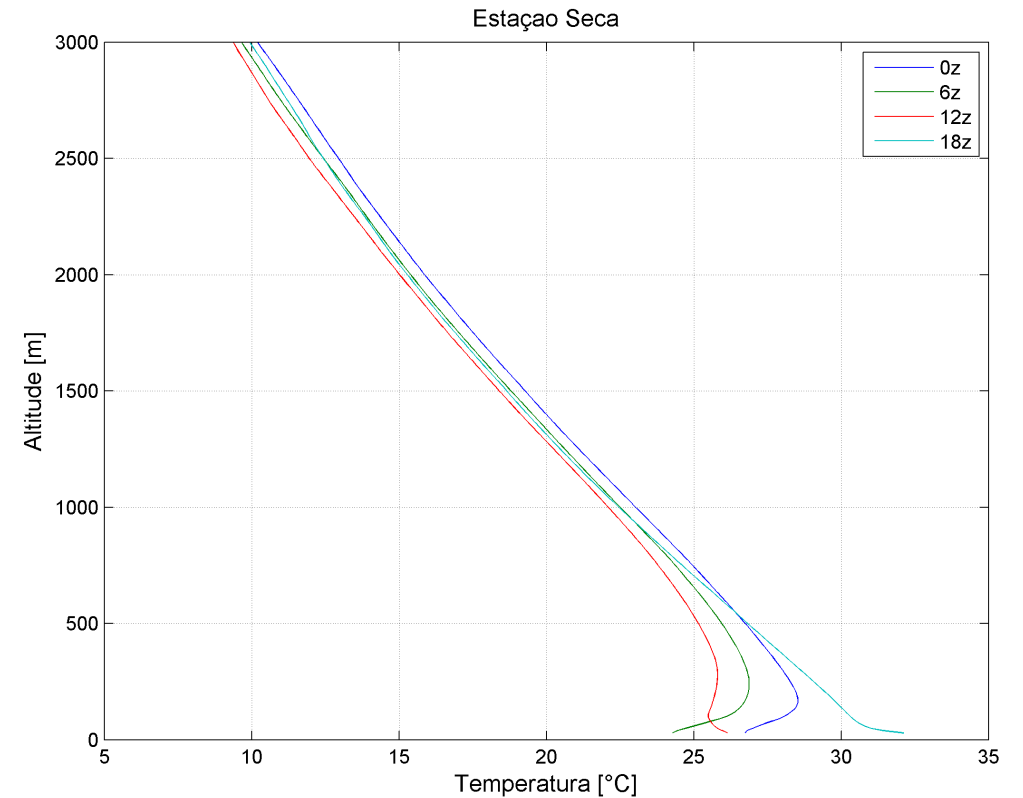
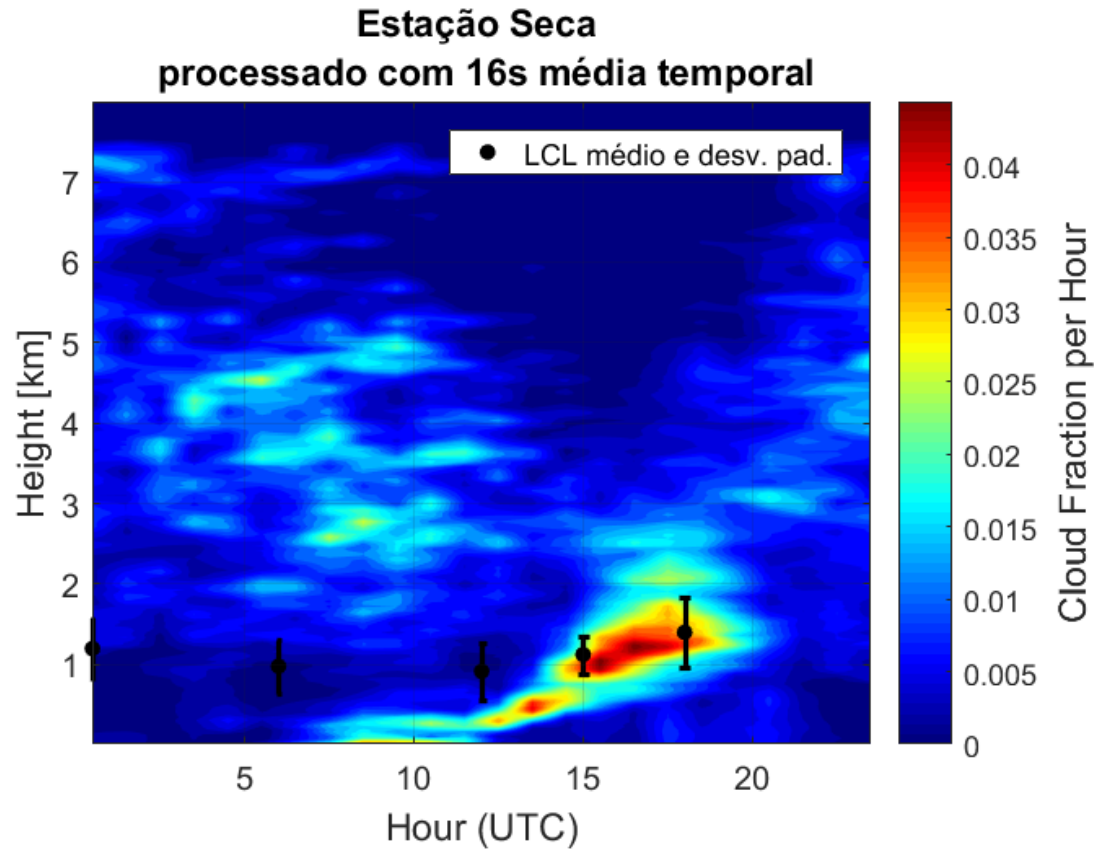


Histogramas similares. A exceção é a região abaixo de 1500m durante a estação seca. Esta faixa de altura é associada a convecção local. A menor quantidade de bases de nuvens detectada nesta camada está provavelmente associada ao forte El Niño ocorrido em 2015.

Resultados

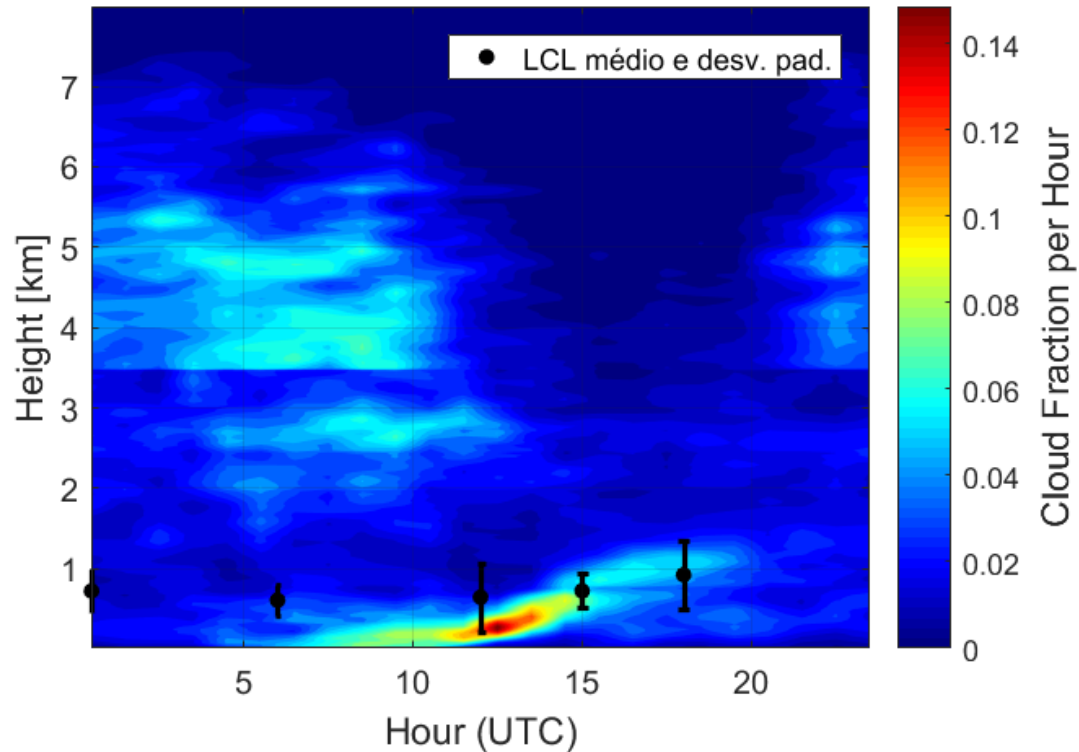


Resultados

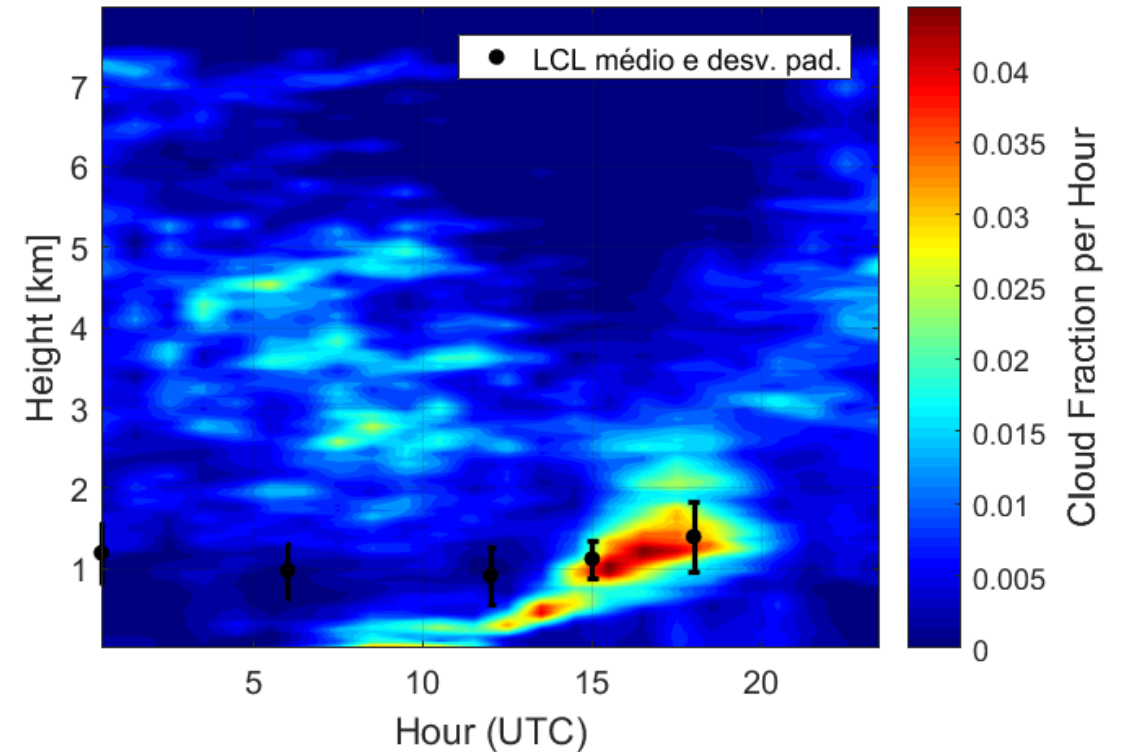


Resultados

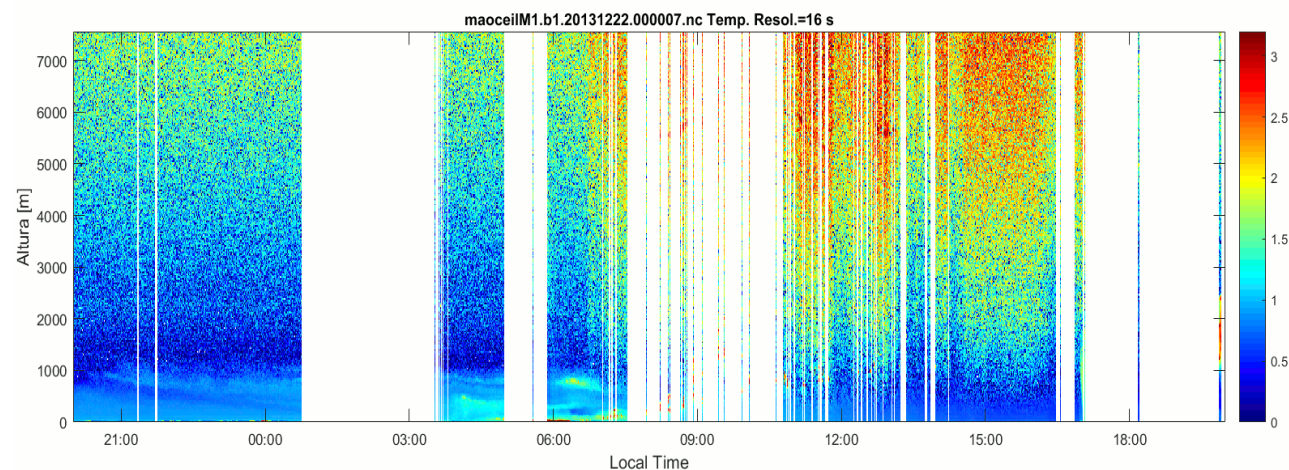
Estação Chuvosa
processado com 16s média temporal



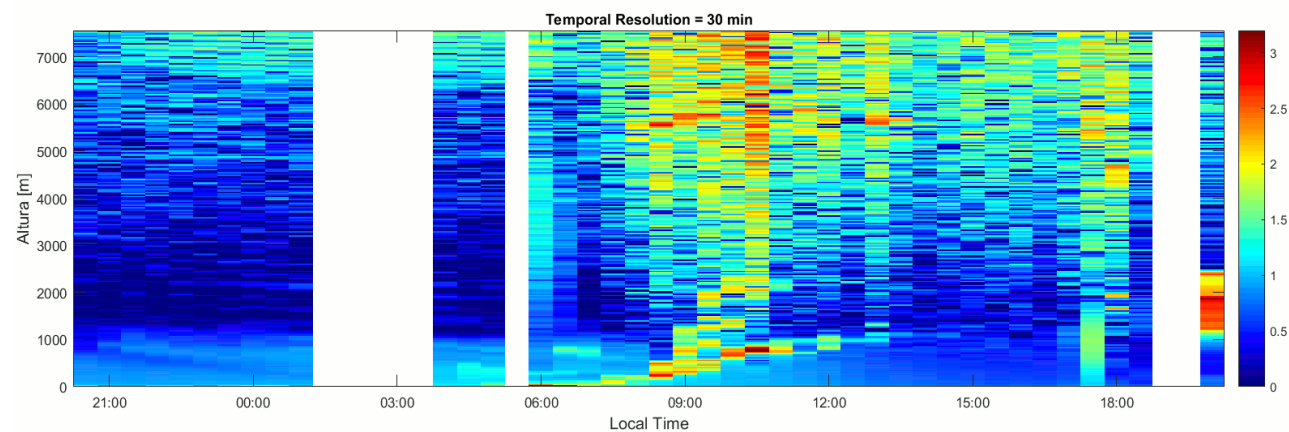
Estação Seca
processado com 16s média temporal



Remoção de perfis com nuvens

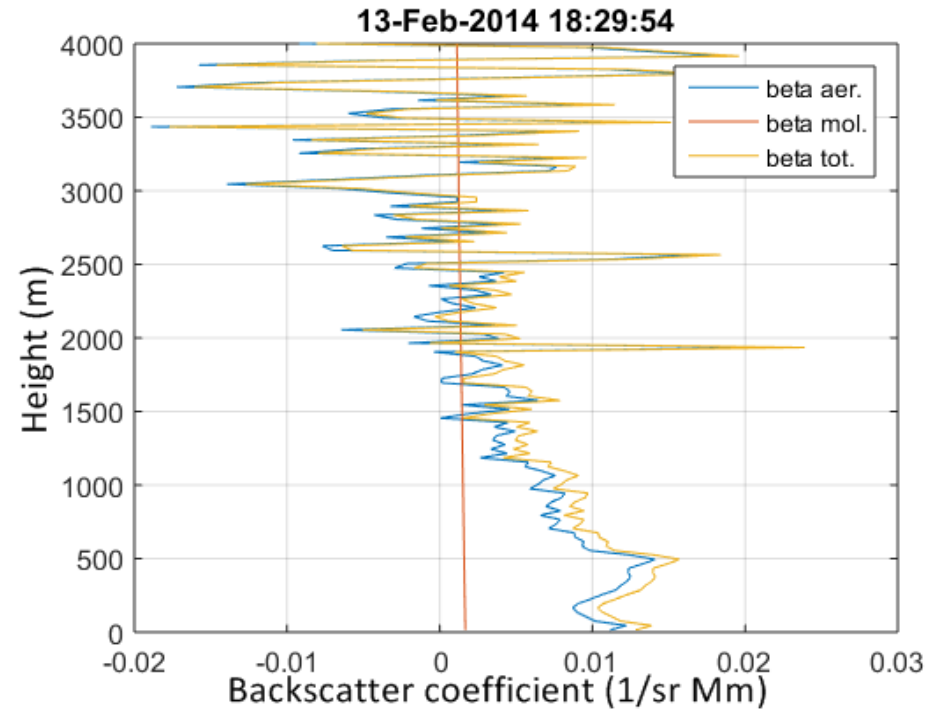
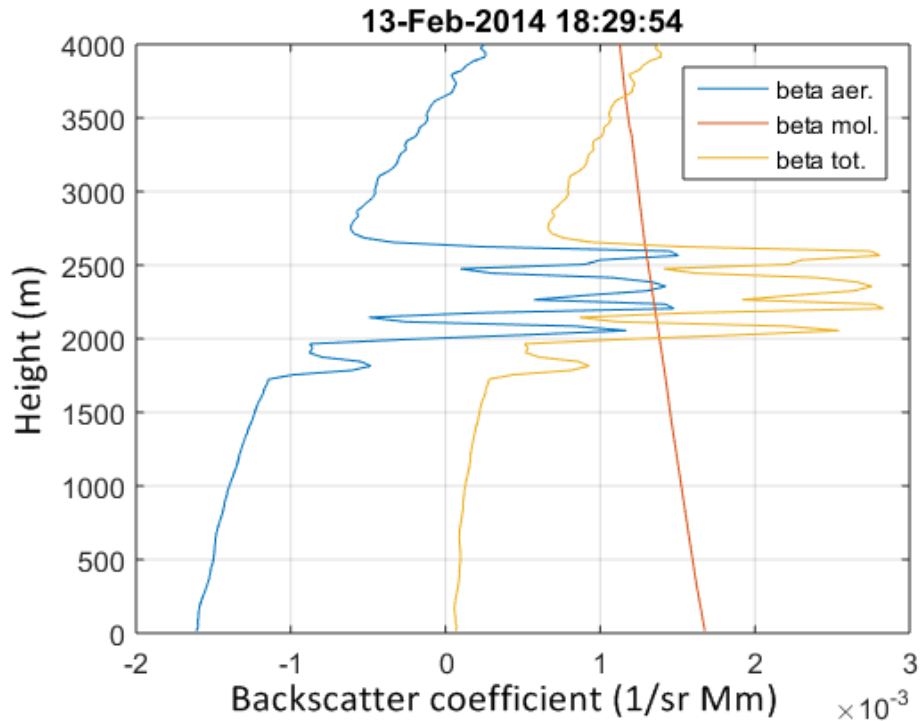


Resolução temporal: 16 segundos



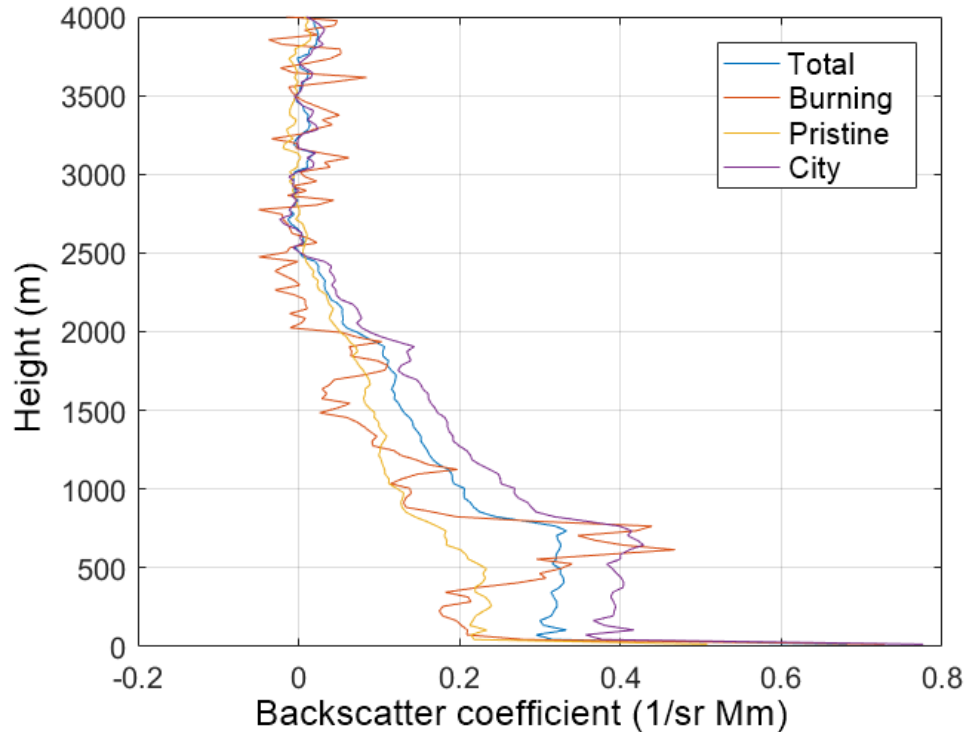
Resolução temporal: 30 minutos

Resultados



$$\beta_{\text{tot}} = \beta_{\text{mol}} + \beta_{\text{aer}}$$

Resultados



Distribuição vertical média do retro-espalhamento de aerossóis por origem da massa de ar, de acordo com a classificação de Thalman et al. (2017)

Conclusões

É possível obter o coeficiente de retroespalhamento dos aerossóis usando um lidar simples (tetômetro) se:

- 1) As correções necessárias forem aplicadas
- 2) Os perfis com nuvens sejam corretamente identificados e retirados da análise

Referências

- GOUVEIA et al. Optical and Geometrical Properties of cirrus Clouds in Amazonia Derived From 1-year of Ground-based Lidar Measurements, *Atmos. Chem. Phys.*, v. 17, p. 3619-3636, 2017.
- Klett: J.D., Stable analytical inversion solution for processing lidar returns, *Appl. Opt.* 20, 211–220, 1981.
- Thalman et al.: CCN activity and organic hygroscopicity of aerosols downwind of an urban region in central Amazonia: Seasonal and diel variations and impact of anthropogenic emissions. *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 11779-11801, doi:10.5194/acp-17-11779-2017, 2017.



OBRIGADA!

Amanda Vieira dos Santos¹

Diego Alves Gouveia¹, Theotônio Pauliquevis² e Henrique de Melo Jorge Barbosa¹

¹Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

²Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil