



Congresso Brasileiro de Química
Belém, 7 - 11 de novembro de 2016

A Química da Atmosfera no Brasil e no mundo: Dos Centros Urbanos a Amazônia

Judith Johanna Hoelzemann

DCAC - Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Contato: judith.hoelzemann@ccet.ufrn.br



Conteúdo

1. Introdução à Química da Atmosfera
2. Poluentes, GEE e suas fontes
 - Gases traço e Aerossóis Atmosféricos
3. Principais Fenômenos
 - Smog
 - Chuva Ácida
 - Aquecimento Global
 - Buraco de Ozônio
4. Relevância no Brasil
 - Poluição Urbana nas (Mega-) cidades
 - Uso e mudança de uso da Terra
5. Pesquisas na Amazônia:
A torre ATTOS e o projeto GOAMAZON
6. Pesquisas no DCAC / UFRN
7. IGAC - o *International Global Atmospheric Chemistry Project / Future Earth*
8. Futuro da Química da Atmosfera no Brasil
9. Síntese e Perspectivas



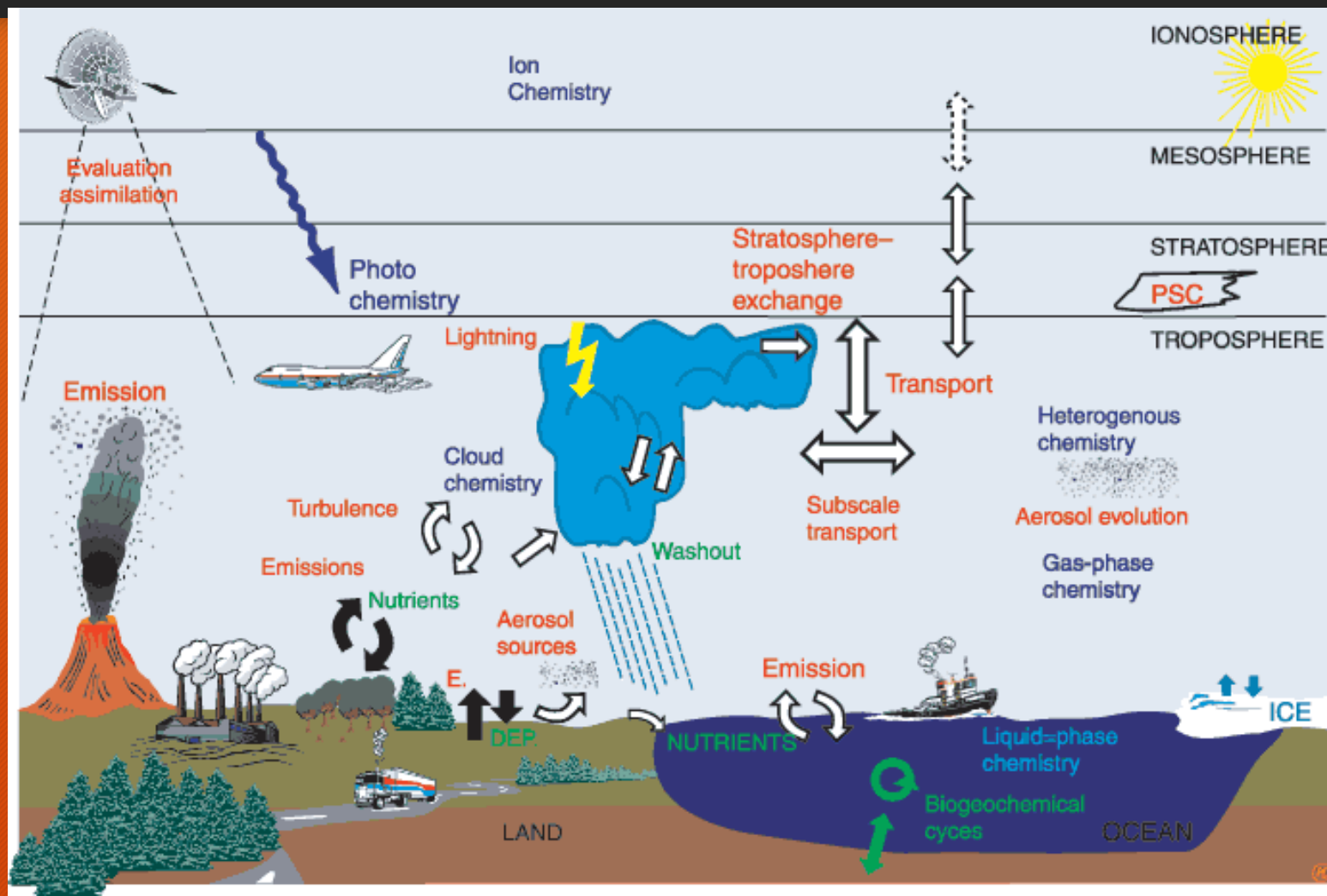
Introdução à Química da Atmosfera

CBQ 2016, Belém

A Ciência de Química da Atmosfera (QA)

- Entender os processos que controlam a composição química da atmosfera
→ desenvolver conhecimento fundamental
- Aplicar este conhecimento para melhorar a vida das pessoas e dos ecossistemas
- “Processos de **Emissão, Transporte, Reação e Remoção** de compostos químicos da atmosfera são estudados através de estudos laboratoriais e teóricos para elucidar processos em escala molecular e observações em campo que fornecem a composição química, assim como modelos que integrem o atual entendimento e que forneçam um mecanismo de prever cenários futuros alternativos.”

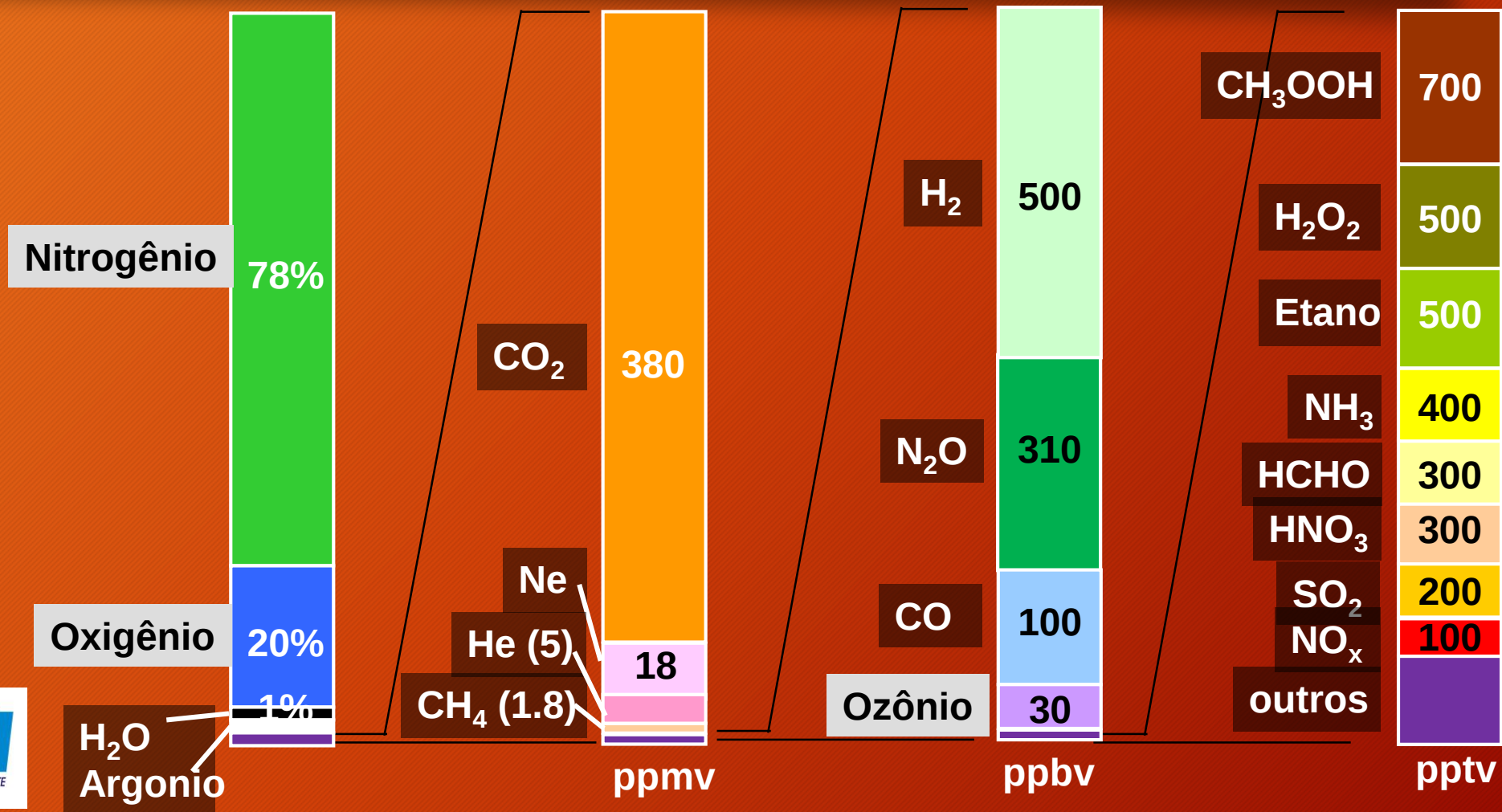
QA e o Sistema Terrestre



Poluentes, GEE e suas fontes

CBQ 2016, Belém

Composição química da atmosfera



Gase traço: Gases de Efeito Estufa (GEE)

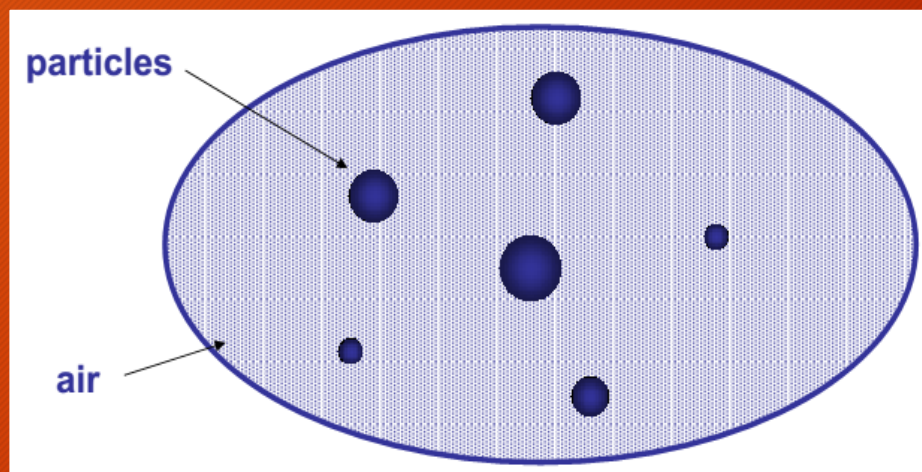
- Vapor d'água (H_2O): gás natural que faz o planeta ser habitável
- Dióxido de Carbono (CO_2) : produzido por atividade industrial, transporte, queima de combustível fóssil em geral, queimadas, etc.
- Metano (CH_4) : agricultura, decomposição biológica, queimadas, ...
- Outros : óxido nitroso (N_2O), CFCs, ozônio troposférico

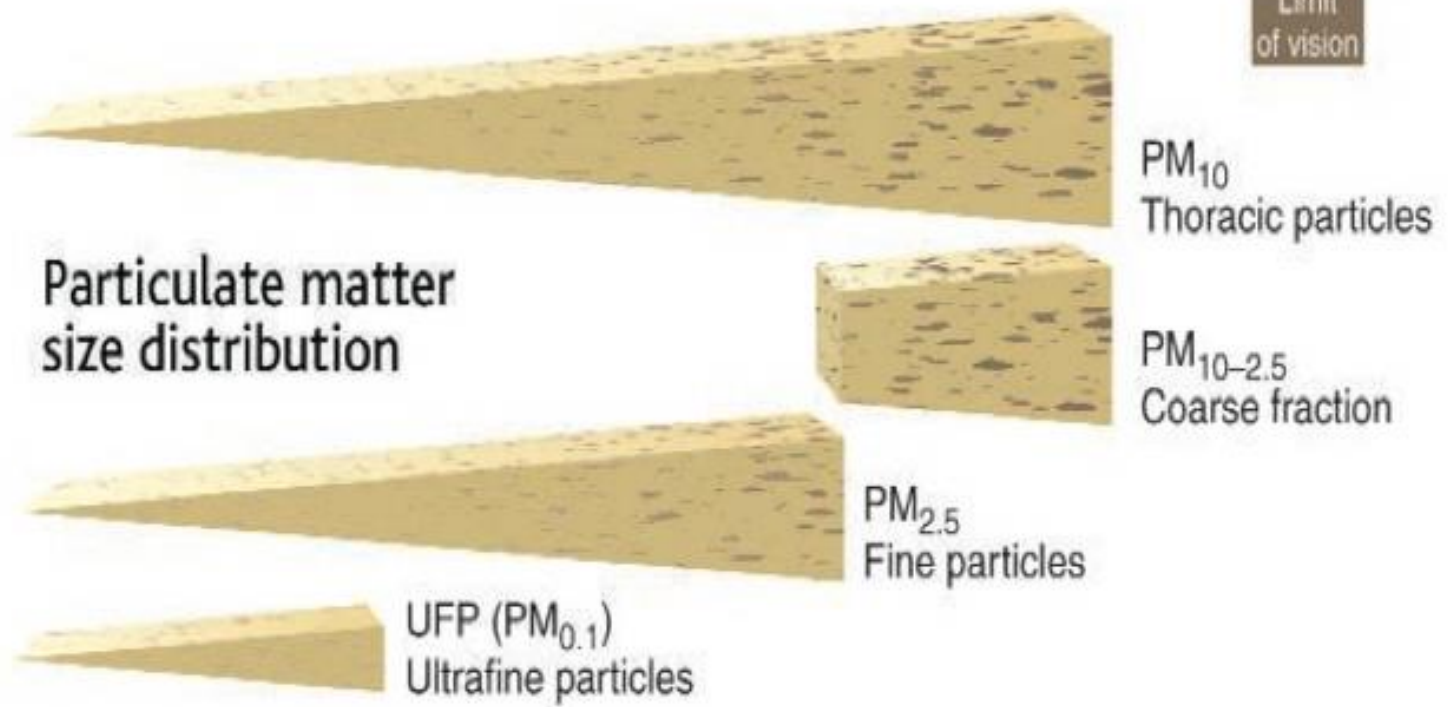
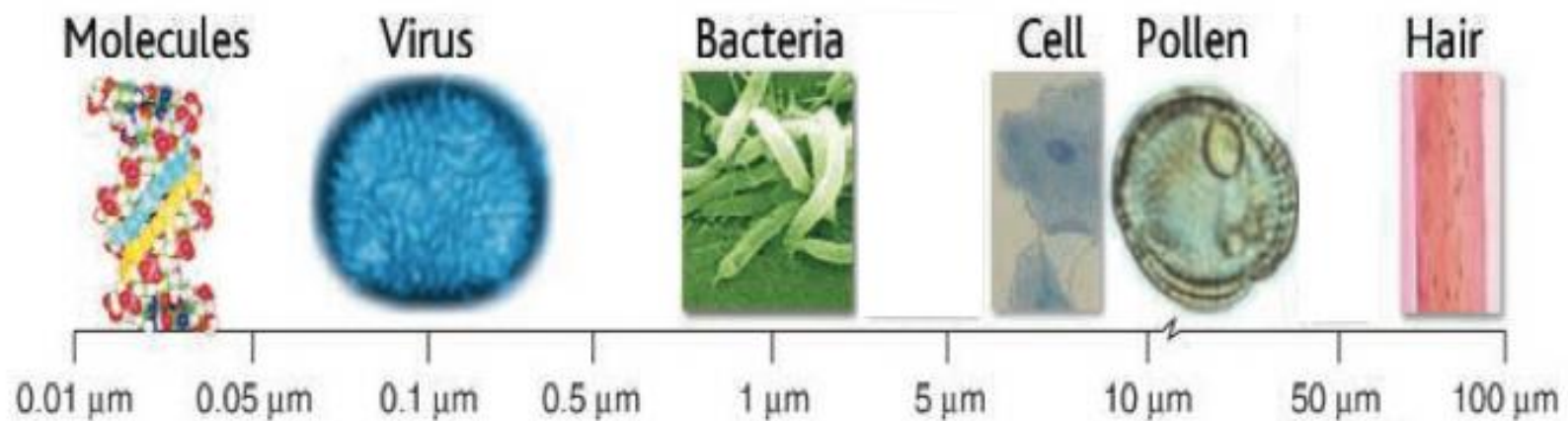
Gases traço: Poluentes Reativos

- Óxidos de nitrogênio (NO_x): processos de combustão
- Monóxido de Carbono (CO): processos de combustão incompleta
- Compostos Orgânicos Voláteis (COV) e Hidrocarbonetos (HC)
- Ozônio (O_3): secundário
- Dióxido de Enxofre (SO_2)

Material Particulado Atmosférico

- Partículas dispersas na atmosfera
- Tamanhos: entre 0,01 μm a 100 μm
- Abaixo do limite de visibilidade
- Mistura - particulado (soluto) é disperso no ar (solvente)
- Solução coloidal - aerossóis
 - Líquidos
 - Sólidos





Principais fontes de emissões de gases traço e aerossóis atmosféricos



Fogos de vegetação



Agricultura, Pecuária



Geração de Energia



Indústrias



Transporte



Vulcões



Vegetação

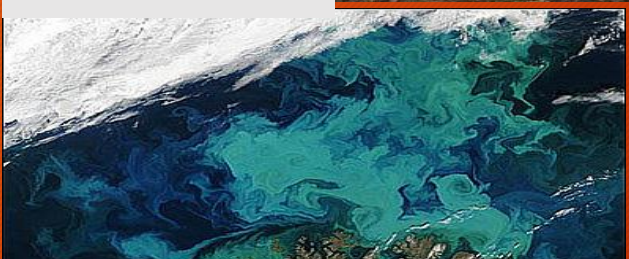
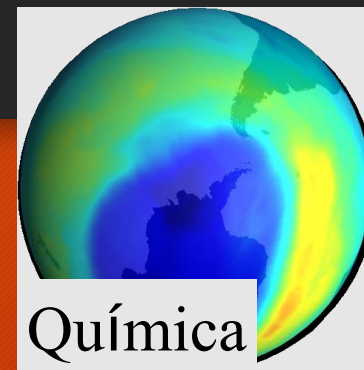


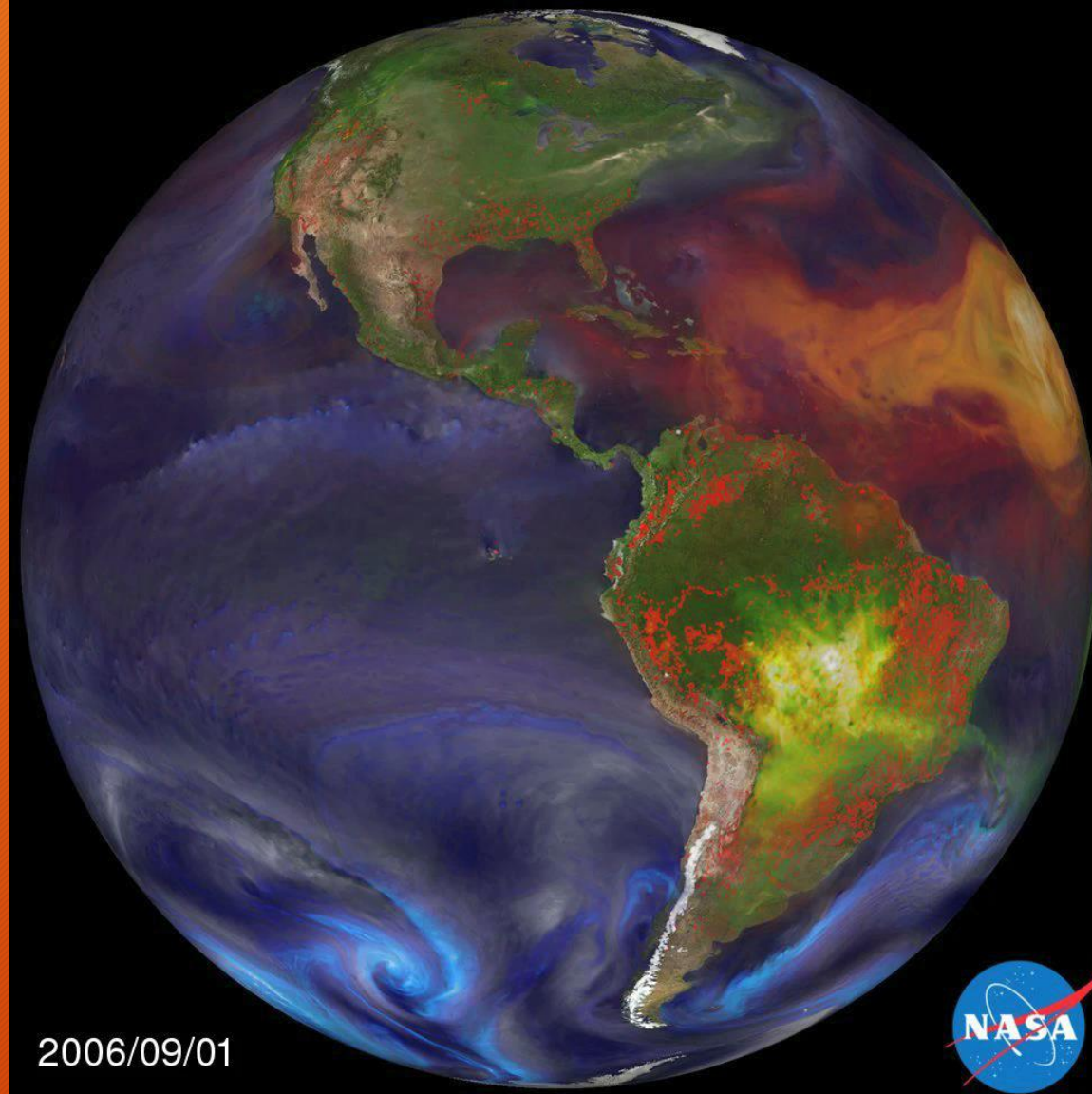
Solos/Poeira



Oceanos

Por que estudar os aerossóis?





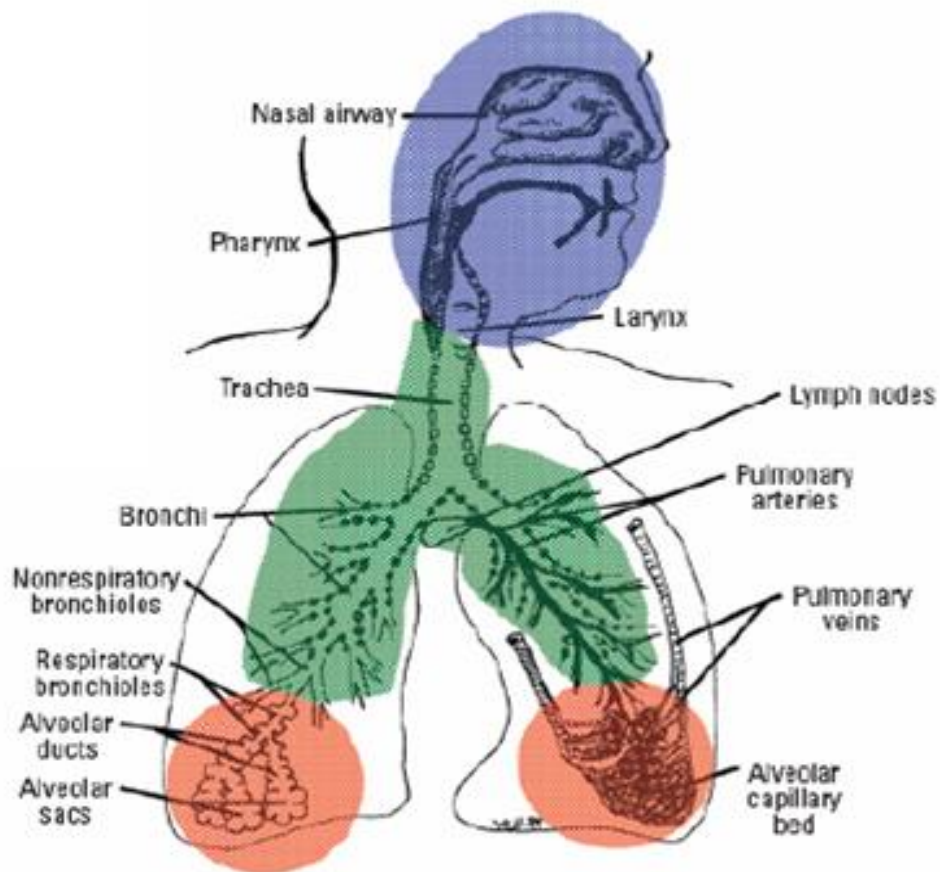
Aerosol optical thickness of **black and organic carbon (green)**, **dust (red-orange)**, sulfates (white), and **sea salt (blue)** from a 10 km resolution GEOS-5 "nature run" using the GOCART model. The animation shows the emission and transport of key tropospheric aerosols from August 17, 2006 to April 10, 2007.

Efeitos na saúde do material particulado

Dependem de:

- Tamanho das partículas
- Composição química das partículas

Efeitos na saúde do material particulado



- Tosse e respiração difícil
- Agravamento de asma, bronquite e efizema
- Redução da função pulmonar
- Infartos
- Morte prematura
- Indícios de associação com alguns tipos de câncer

Source: Randy E. Mosier, MDE Air Pollution 101

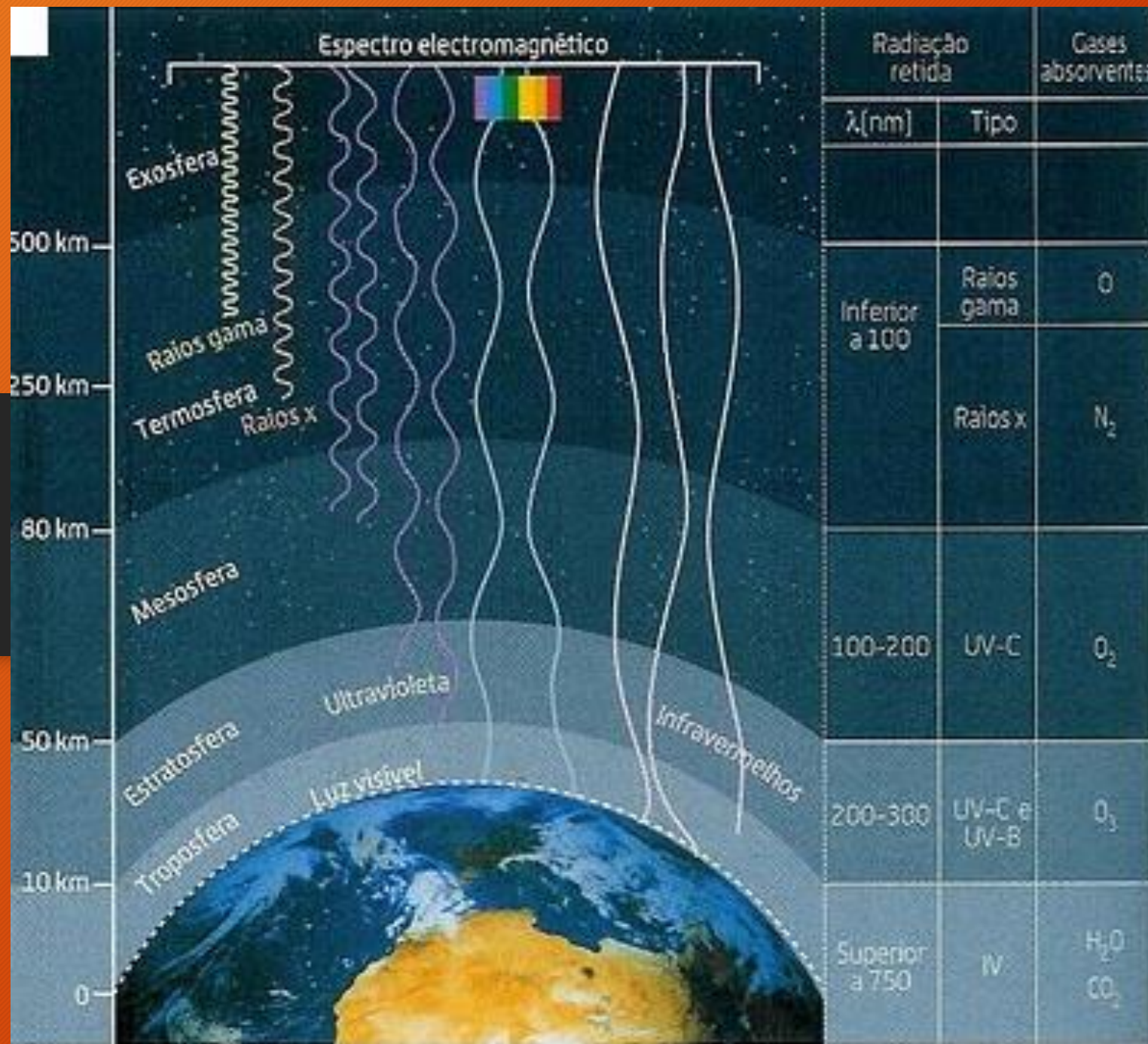
Composição dos Aerossóis Atmosféricos

Aerossóis primários

- Material carbonáceo
 - Fuligem de processos de combustão
- Magnésio e compostos de sódio
 - Spray marinho
- Potássio e compostos de cálcio
 - rochas e solos , re-suspensão e erosão
- Cloro
 - sódio (Na) e o sal-marinho
 - queima de carvão e processos de incineração
- Material biogênico
 - polens, bactérias, esporos, fungos, algas

Aerossóis secundários

- Material carbonáceo
 - material orgânico formado na atmosfera
- Sulfato
 - conversão do vapor do ácido sulfúrico (H_2SO_4), devido a oxid. SO_2 e precursores
- Nitrato
 - conversão do vapor de ácido nítrico (HNO_3), devido à oxid. N_2
- Amônia
 - das emissões de amônia (NH_3), principalmente na agricultura, que reage na atmosfera com ácidos sulfúricos e nitratos



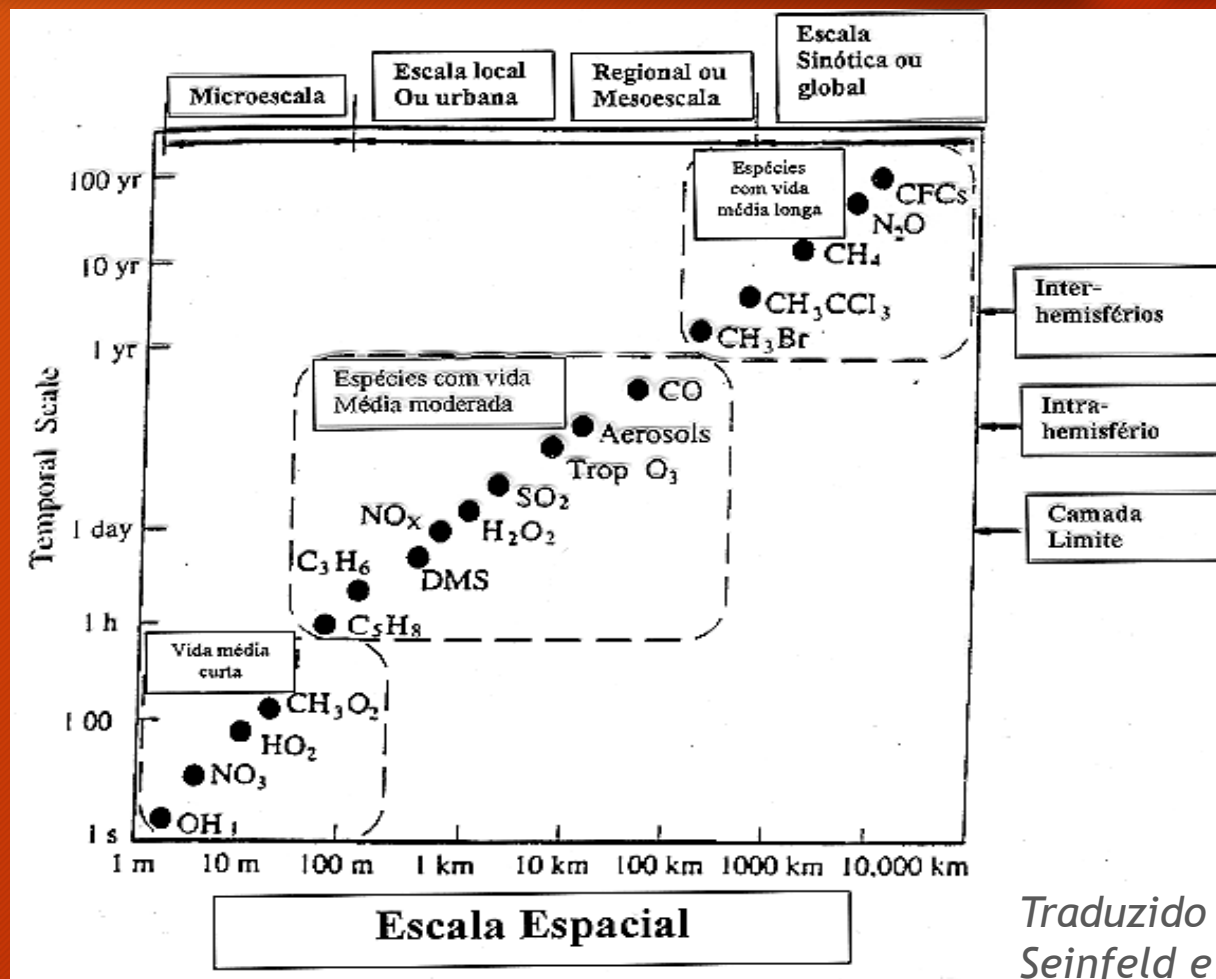
Escalas relevantes da QA

Escala temporal

- Tempo: Qualidade do Ar /Previsão de Tempo
- Clima, variabilidade média a médio e longo prazo

Escala espacial

- Local
- Regional
- Global



Traduzido de:
Seinfeld e Pandis (2016)

Principais fenômenos na Química da Atmosfera

CBQ 2016, Belém

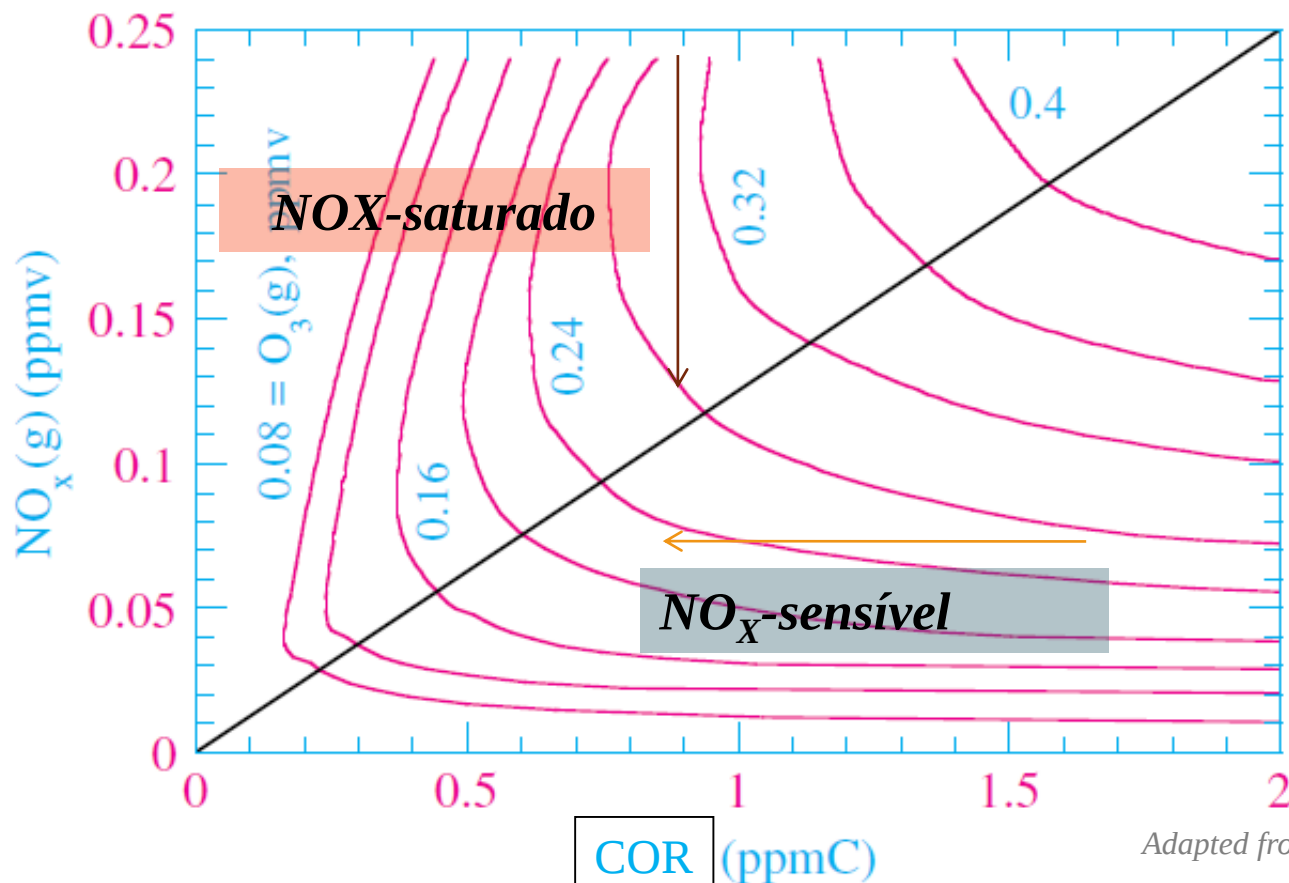
Principais Fenômenos de QA: SMOG

SMOG é a junção das palavras “*Smoke*” (fumaça) e “*Fog*” (neblina) em inglês. É um tipo de **poluição atmosférica** em que se forma uma nuvem escura e venenosa constituída por fumaça, neblina, ar, gases poluentes e material particulado.

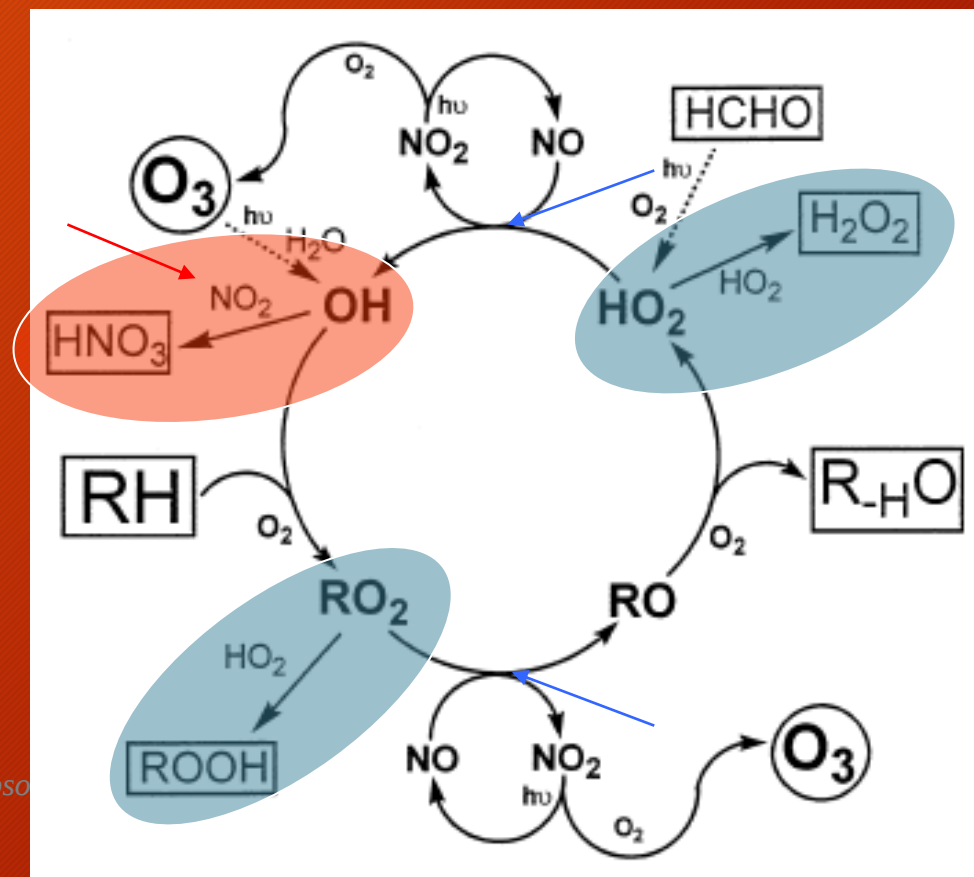
- SMOG industrial: inversão térmica em época fria que gera acúmulo de poluentes. Exemplo: Londres, 1952, 4.000 óbitos
- SMOG fotoquímico: precursores de ozônio (NOx e COVs) e radiação solar, formam altos níveis de ozônio



Formação de ozônio na troposfera urbana

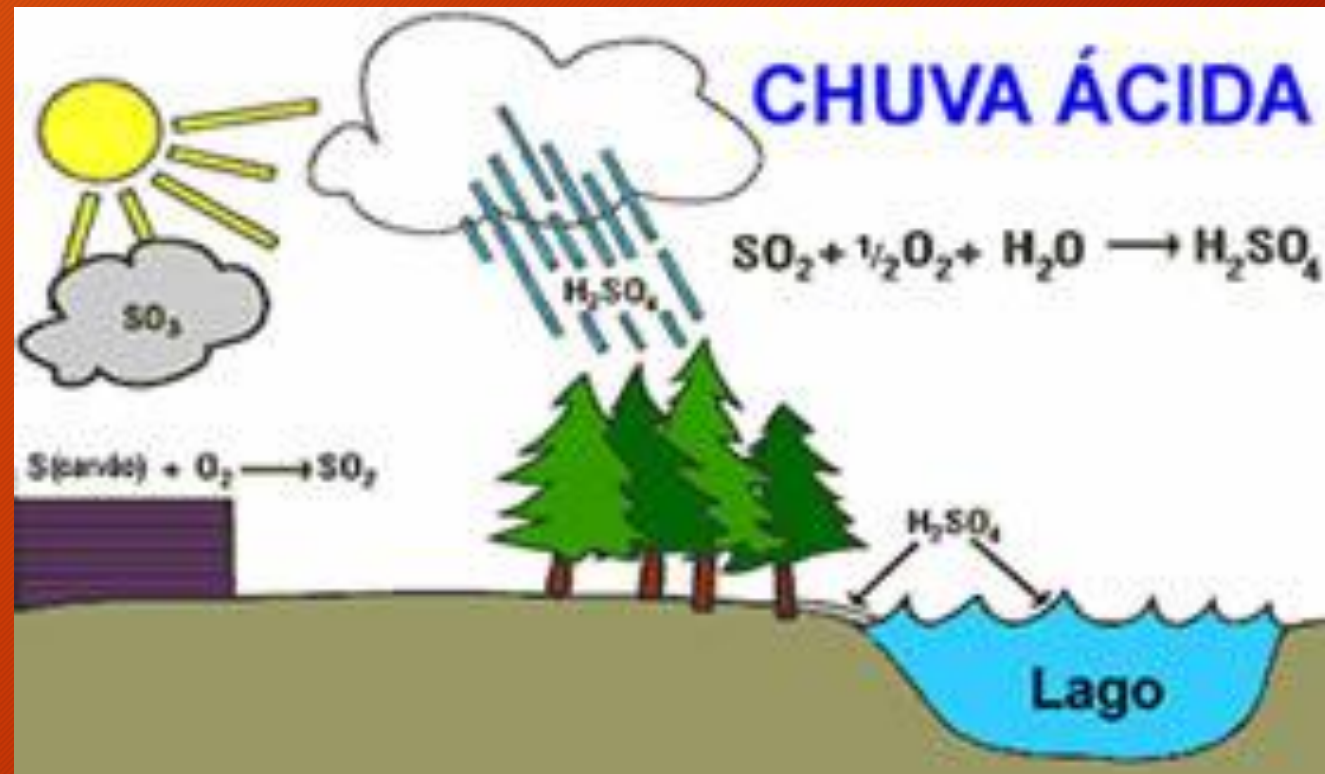


Adapted from Jacobson

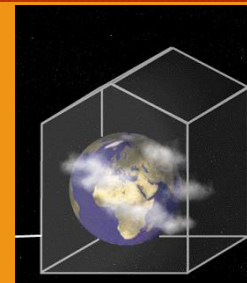


Principais Fenômenos de QA: Chuva Ácida

- Queima de carvão
- Produção de SO_2
- Formação de ácido sulfúrico
- Precipitação gera chuva contendo o H_2SO_4
- Árvores e corpos hídricos são prejudicados

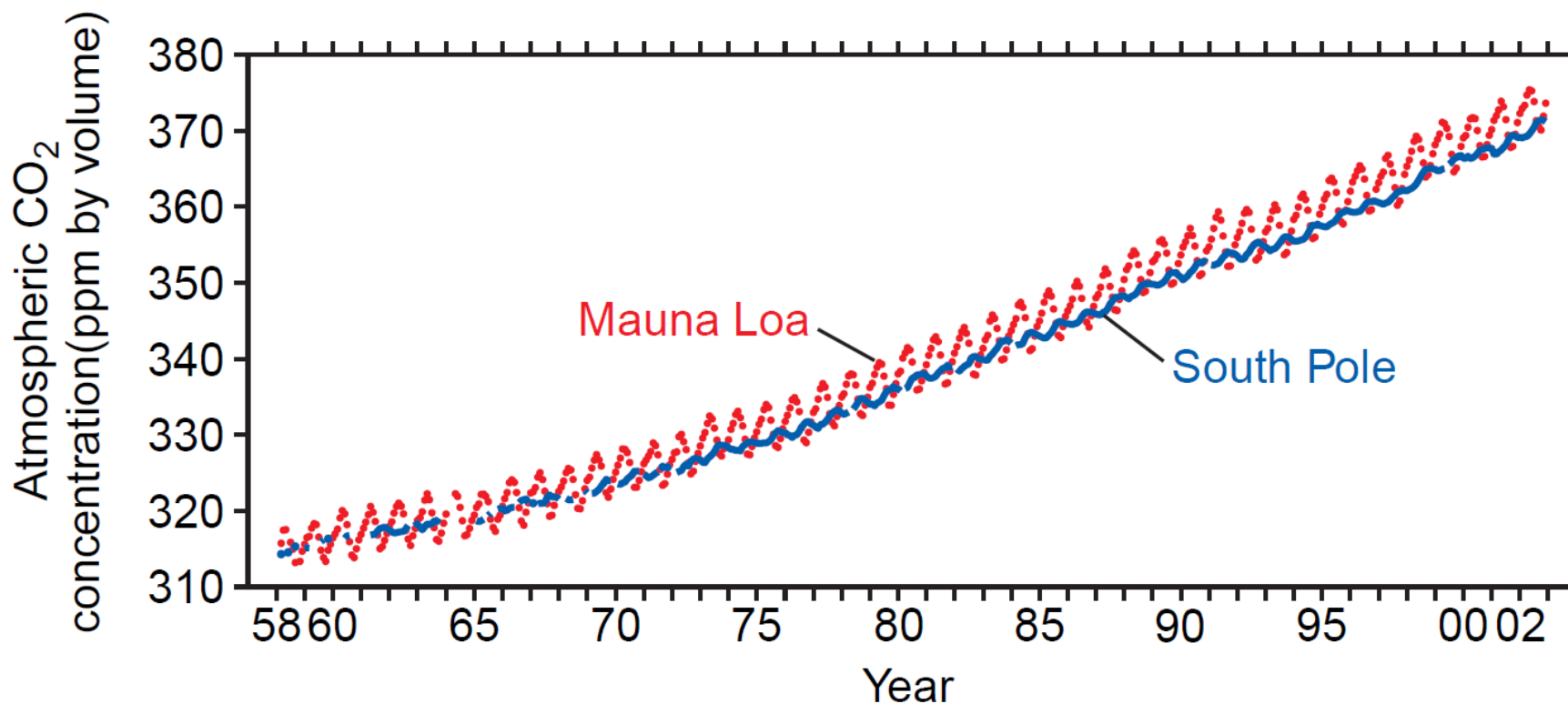


Principais Fenômenos de QA: Aquecimento Global



Concentrações atmosféricas de CO₂

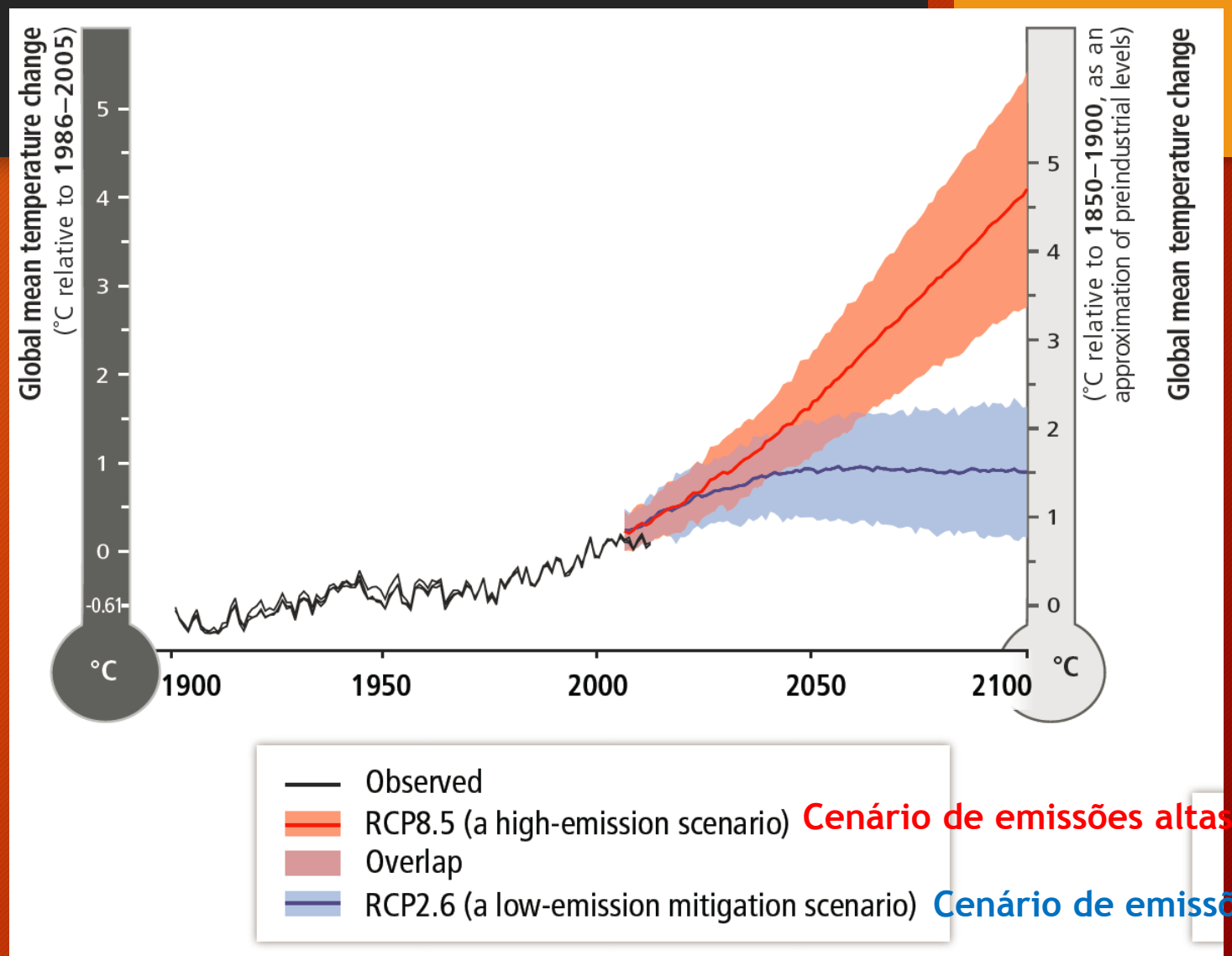
25



Mudanças da temperatura média global anual, observada e projetada

Consequências diversas:

- Derretimento das capas polares e geleiras
- Súbida níveis dos oceanos
- Mudança da circulação geral dos oceanos e do ar
- Mudanças nas chuvas regionais
- Nais eventos extremos



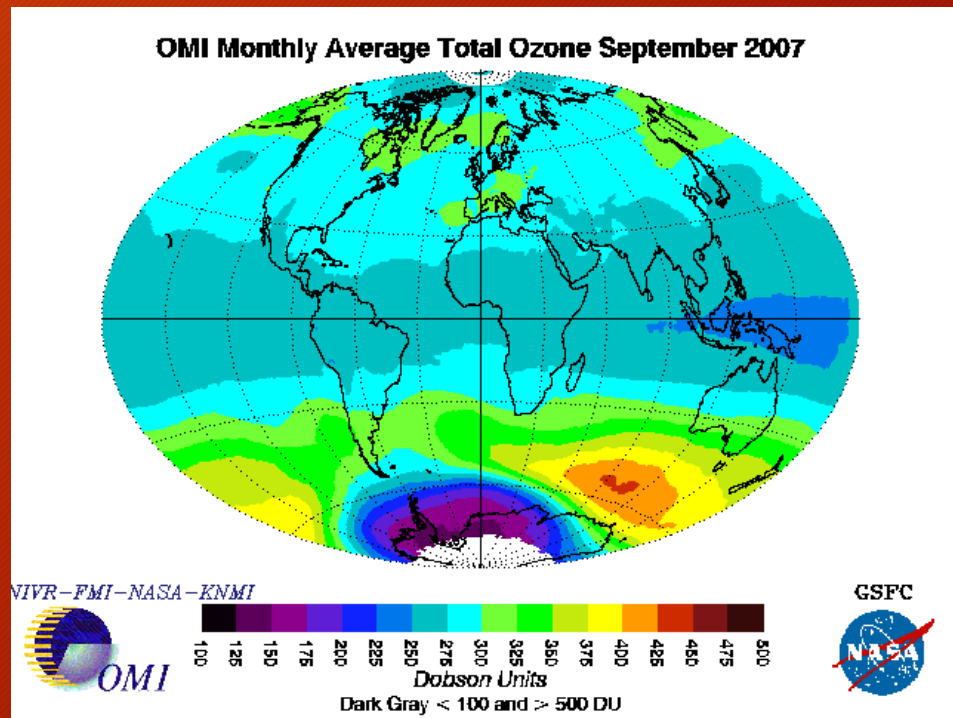
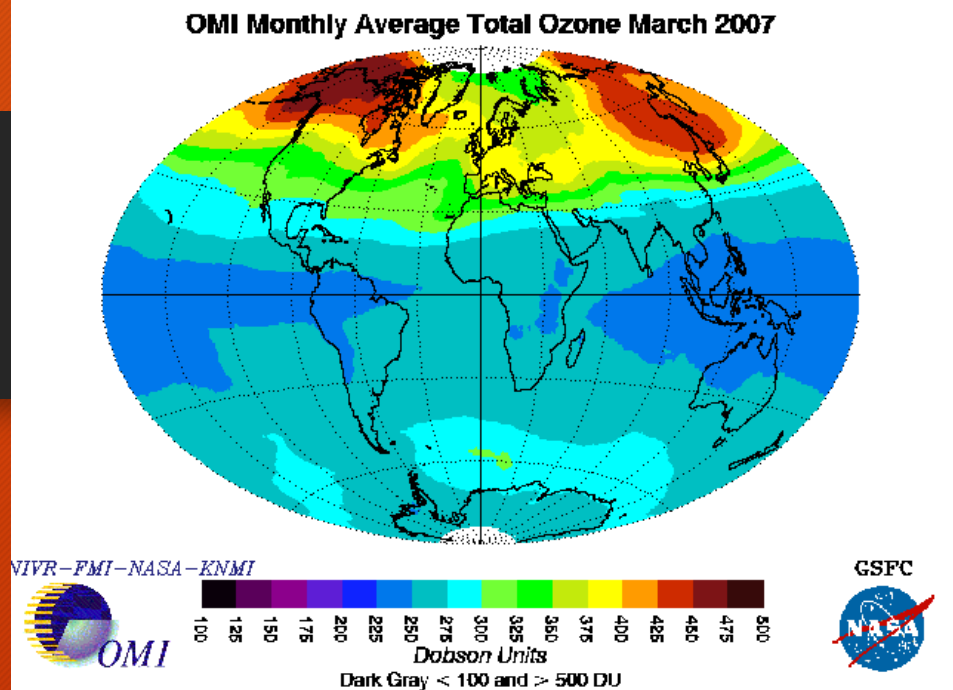
Principais Fenômenos de QA: Buraco de Ozônio

Ocorrência:

- Antártica: Setembro/Outubro
- Ártico: Março

Espécies químicas envolvidas:

- O, O₂ fotólise → **Ciclo de Chapman**
- Cl através dos CFCs, N₂O, Halogênios e Brometo de Metila → **Ciclos catalíticos**



Relevância da QA no Brasil

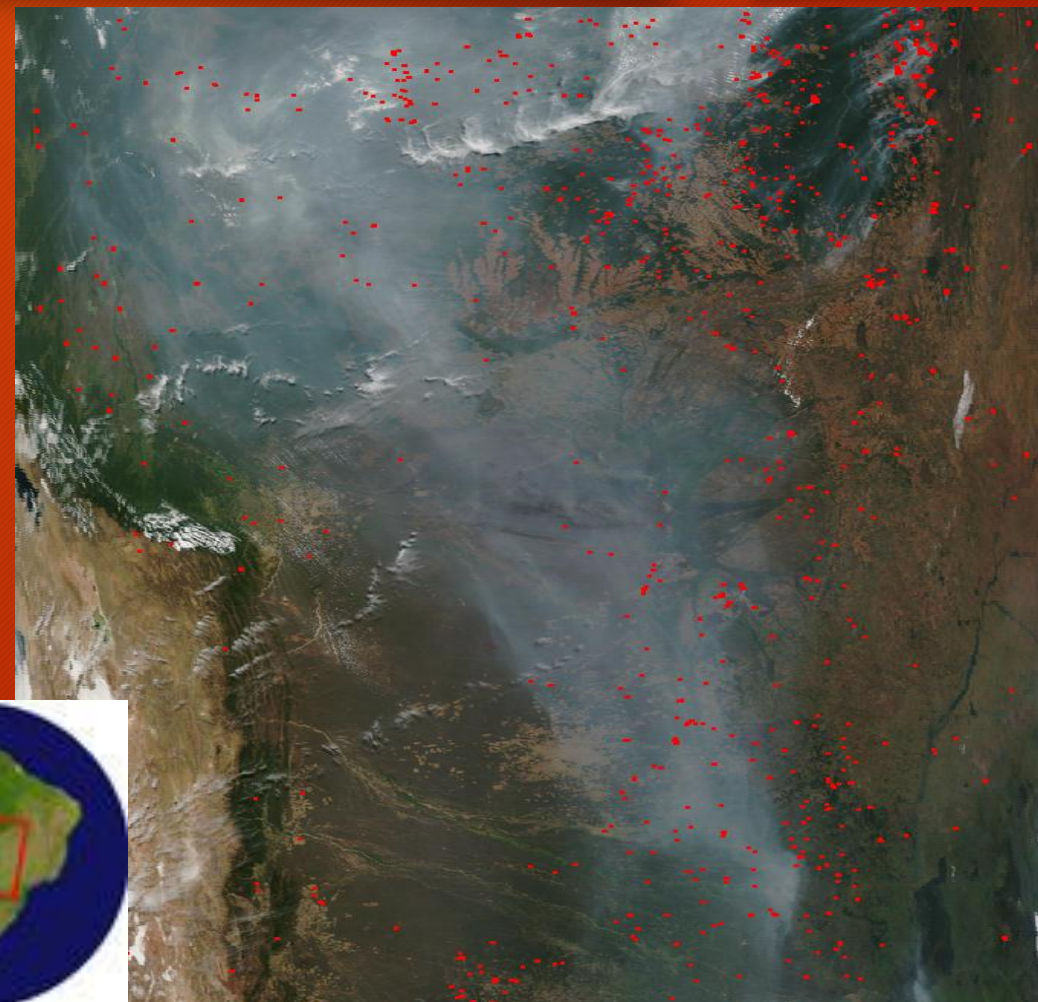
CBQ 2016, Belém

Relevância no Brasil: Poluição Urbana

- Poluição do ar mata cerca de 6,5 milhões de pessoas por ano (AIE, 2016)
- Mais do que 80% da população brasileira mora em centros urbanos
- Controle de emissões necessário, para proteger a população
- CETESB (Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo), exemplo São Paulo, monitoramento operacional

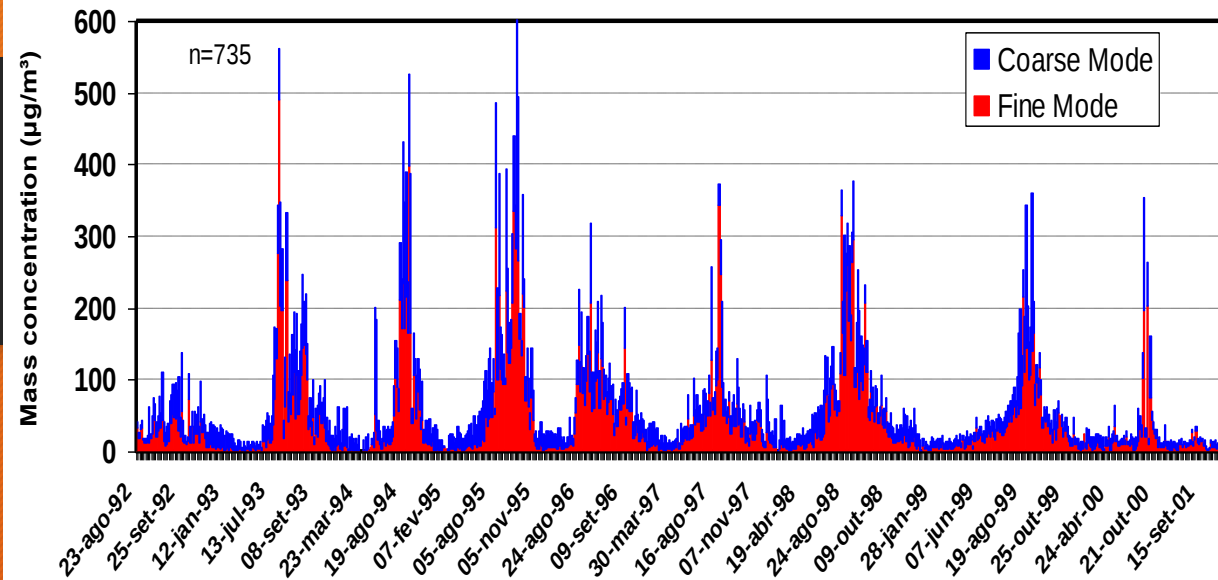
Relevância no Brasil: Uso e Mudança do uso da Terra

As queimadas no Brasil Central



MODIS Rapid Response System
08/25/2002 – 14:15UTC

Alta Floresta Aerosol Mass Concentration 1992-2001

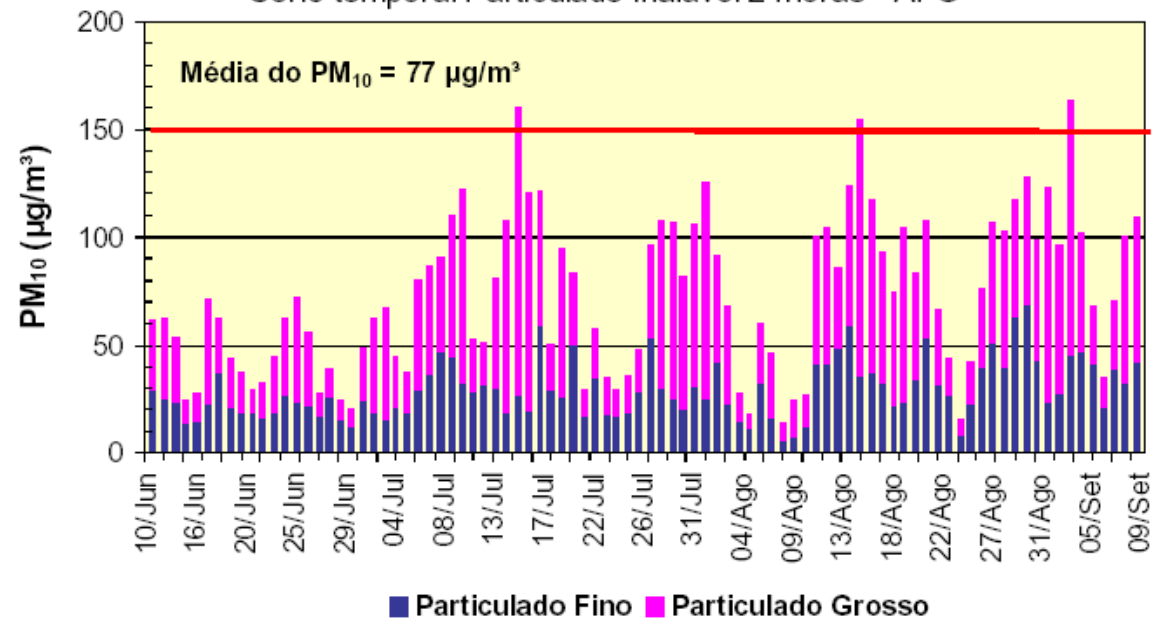


Camada limite Amazônica na estação seca



Campanha de Amostragem São Paulo - Inverno 97

Série temporal Particulado Inalável 24horas - AFG



São Paulo



de: P. Artaxo



Pesquisas na Amazônia

CBQ 2016, Belém



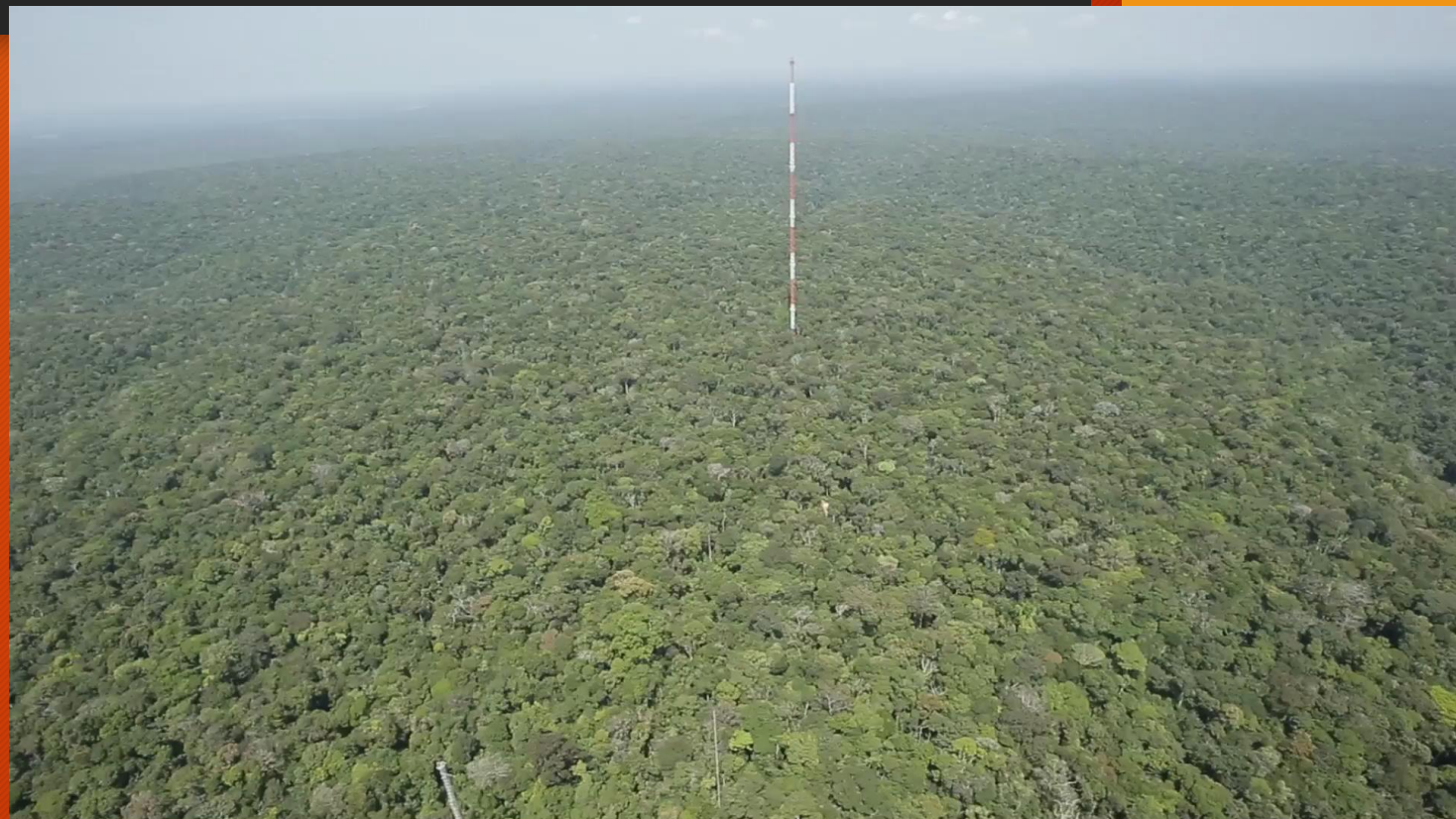
Pesquisas na Amazônia: *Amazonian Tall Tower Observatory (ATTO)*

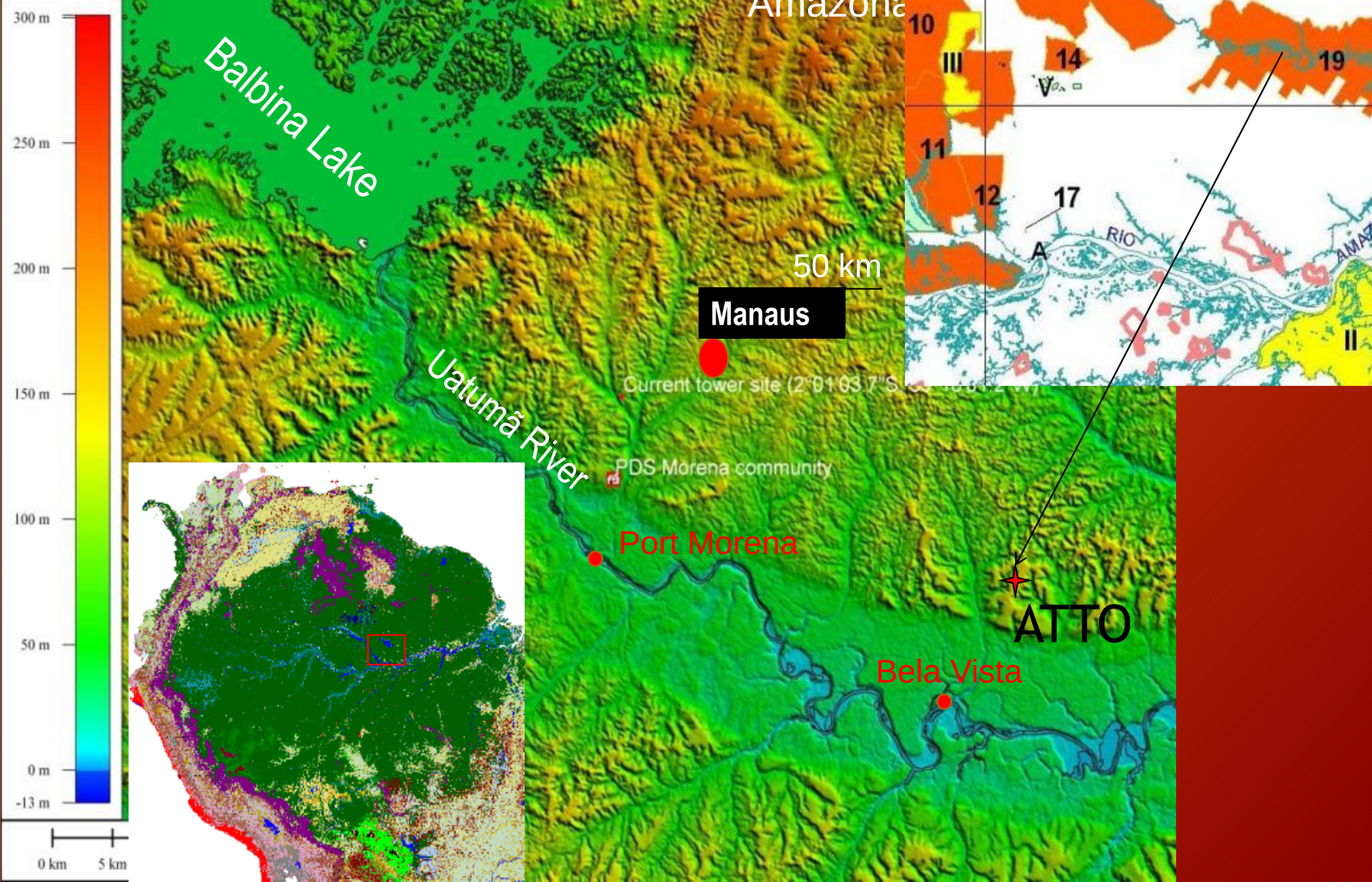
OBJETIVO

Observar e entender o papel do ecossistema tropical amazônico sob condições de mudanças do clima.

Obter estimativas confiáveis de fontes e sumidouros para:

- Gases de efeito estufa CO₂, CH₄ and N₂O
 - Gases traço reativos
 - Formação de aerossóis
- em uma área de floresta na Amazonia.





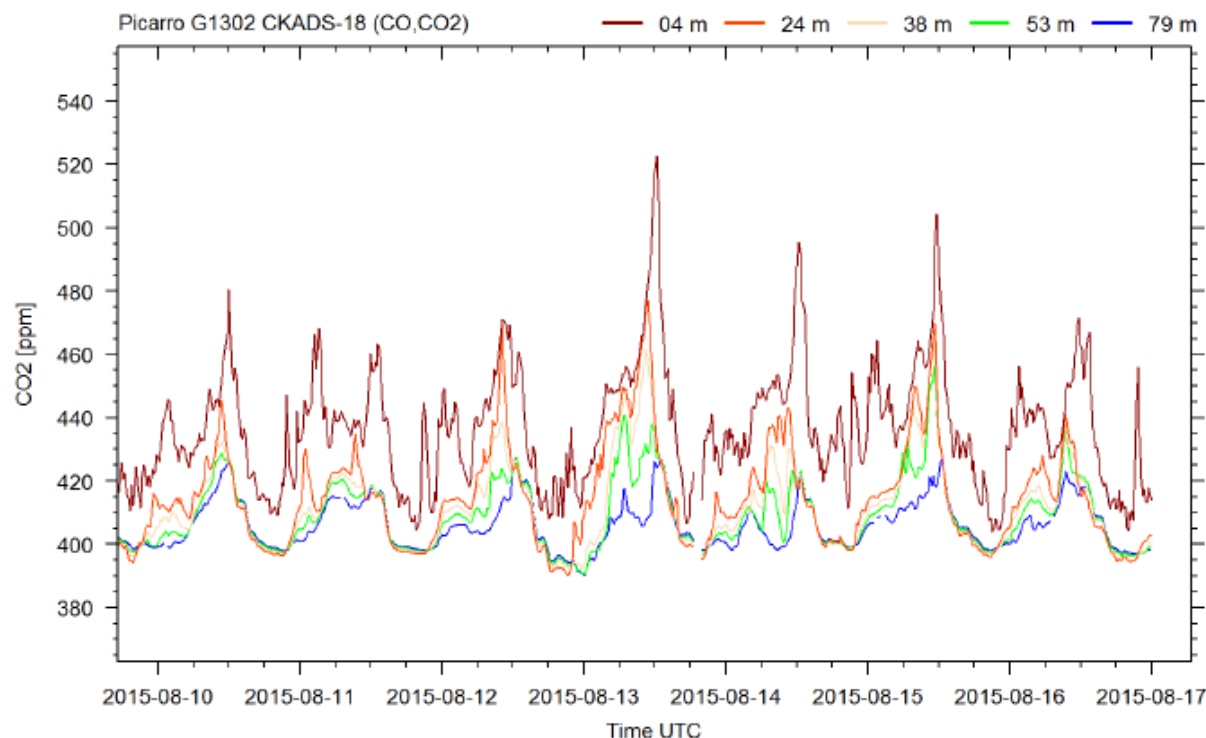
SCHEDULE

Activity	YEAR	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Agreement on instrumentation												
Call for tenders for final power supply												
Call for tenders for instrumentation												
Inauguration												
Installation of final power supply												
Installation of instrumentation												
Instrumentation first measurements												
ATTO FULLY OPERATIONAL												

**From construction to operational availability:
2 years**

ATTO Site Report 21-August-2015

Results CO₂ by Picarro CO/CO₂ (data 10-Aug to 16-Aug)



- Continuous measurements of aerosols and trace gases as well as micro-meteorological data.
- Since May 2012 technicians from INPA and MPIC bring weekly data from the ATTO site to INPA to disseminate the data to involved scientists.
- These data are presented in a weekly report indicating the status of the instruments as well as the monitoring of the site conditions. The ATTO site is operational and functioning and delivers valuable data sets given new insights on the functioning of the Amazon rainforest.



Interested ATTO Partners

INPA, Manaus, Brazil	transport processes, biomass, vegetation classification, biogeochemistry, plant physiology
MPIC, Mainz, Germany	CO, nitrogen oxides, VOCs, oxidative reactivity, nocturnal residual boundary layer; vegetation classification of footprint;
UEA, Manaus, Brazil	water vapor, meteorology, CCN, aerosols, cloud properties, UAV measurements
USP, São Paulo, Brazil	aerosols, CCN, aerosol mass
INPE, São Jose dos Campos, Brazil	turbulence processes, roughness layer, gravity waves, stable boundary layer
UFSM, Santa Maria-RS, Brazil	turbulence exchange processes, mesoscale processes
MPIBG, Jena, Germany	greenhouse gas measurements, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, isotopes, LIDAR, inverse modeling
MPIM, Hamburg, Germany	Climate modeling, hydrological cycle, land use change, cloud formation, large scale atmospheric flow ; boundary layer profiles of water, temperature and humidity
IFT, Leipzig, Germany	aerosol sampling at 300 m; size distribution, optical measurements
University, Helsinki, Finland	Boundary layer processes
Wageningen University, Netherlands	land atmosphere interaction, nocturnal processes, boundary layer - trace gas exchange; up-scaling, modeling
Harvard University, USA	CO ₂ cycling, modeling, aerosol properties, transformation



ATTO Representatives / Office

GERMANY

Institution: Max Planck Society represented by the Max Planck Institute for Chemistry; Representative: Dr. Meinrat O. Andreae

Project management: Dr. Jürgen Kesselmeier (MPIC)

Leading Scientist in Manaus: Dr. Jochen Schöngart (MPIC-INPA)

BRAZIL

Institution: INPA; Representative: Dr. Adalberto L. Val (INPA Head)

Project management: Dr. Antônio O. Manzi (INPA-LBA)

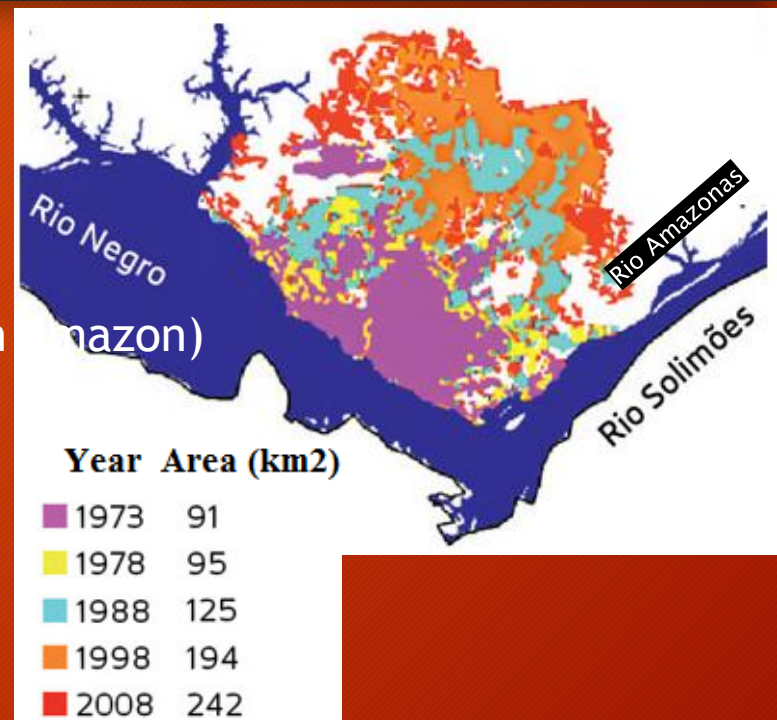
Leading Scientist in Manaus: Dr. Júlio Tota (CESTU-UEA)

<http://www.mpic.de/en/research/collaborative-projects/atto.html>

Pesquisas na Amazônia: projeto GOAMAZON (Green Ocean Amazon)



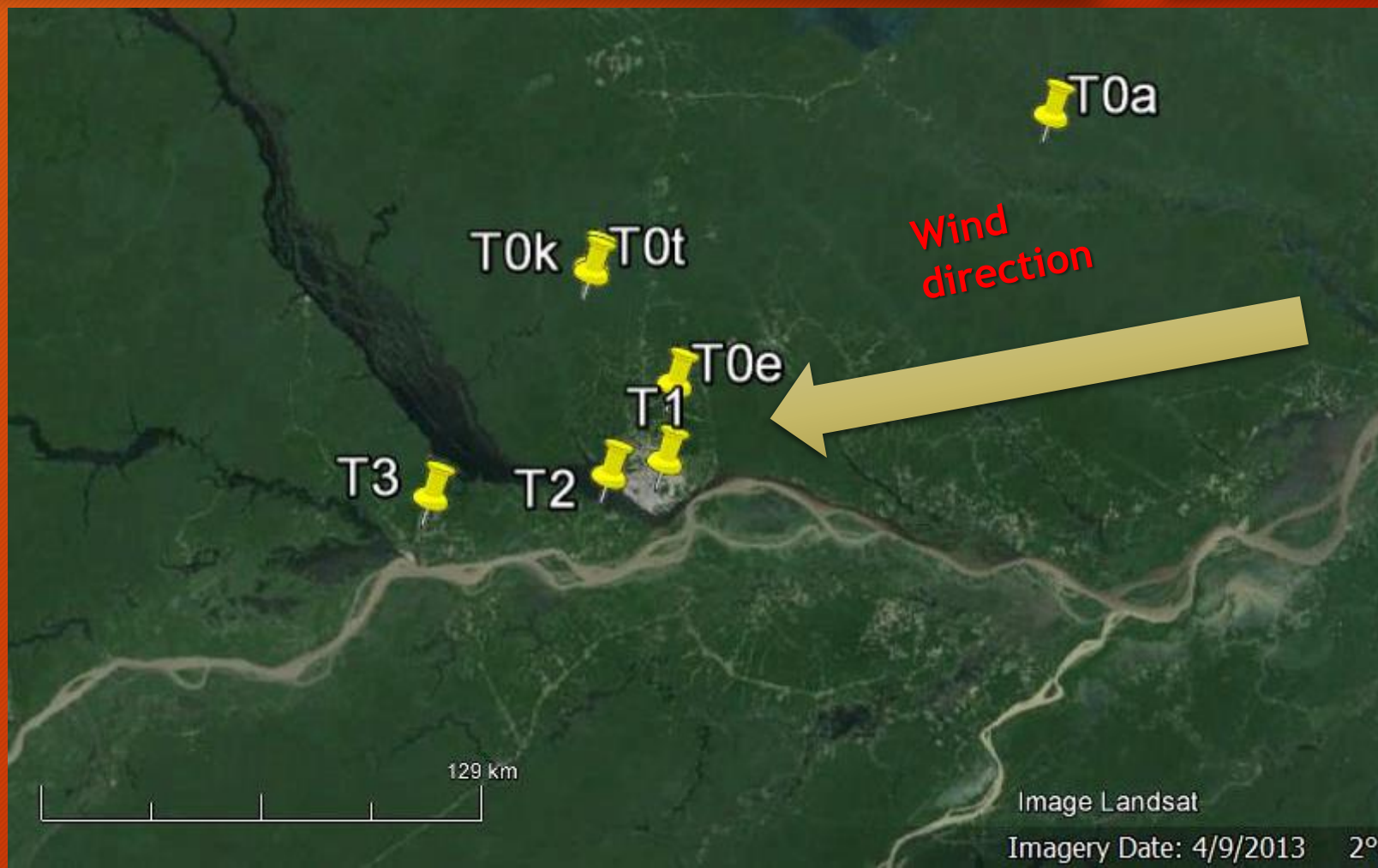
Pesquisas na Amazônia:
projeto GOAMAZON (Green Ocean Amazon)



de: S. Martin, 2016

Pesquisas na Amazônia: projeto GOAMAZON (Green Ocean Amazon)

Simple question:
How do atmospheric
composition looks
like at **T3** compared
to **T0a**, **T0z** and T2?





GoAmazon 2014/2015: 1 Jan 2014 to 31 Dec 2015
IOP1: wet season 2014 (1 Feb - 31 Mar),
IOP2: dry season 2014 (15 Aug - 15 Oct)



- Estudar como os aerossóis influenciam o ciclo das nuvens em uma atmosfera limpa, considerando também mudanças do calor e energia na superfície
- Estudar como os ciclos de nuvens e aerossóis são afetados pela poluição de uma megacidade tropical (Manaus)
- Estabelecer banco de dados observacionais que ajude a melhorar parâmetros de aerossóis orgânicos, esquemas de nuvens e de convecção, componentes da vegetação para a representação da floresta tropical em modelos e investigar como estes parâmetros são afetados pela poluição.



<http://campaign.arm.gov/goamazon2014/>



Pesquisas no DCAC / UFRN

CBQ 2016, Belém

Pesquisas DCAC/UFRN



Pesquisas DCAC/UFRN

- Estudos do transporte de poeira do Saara com LIDAR atmosférico
- Qualidade do Ar no Rio Grande do Norte
- Modelagem químico-atmosférica e assimilação de dados

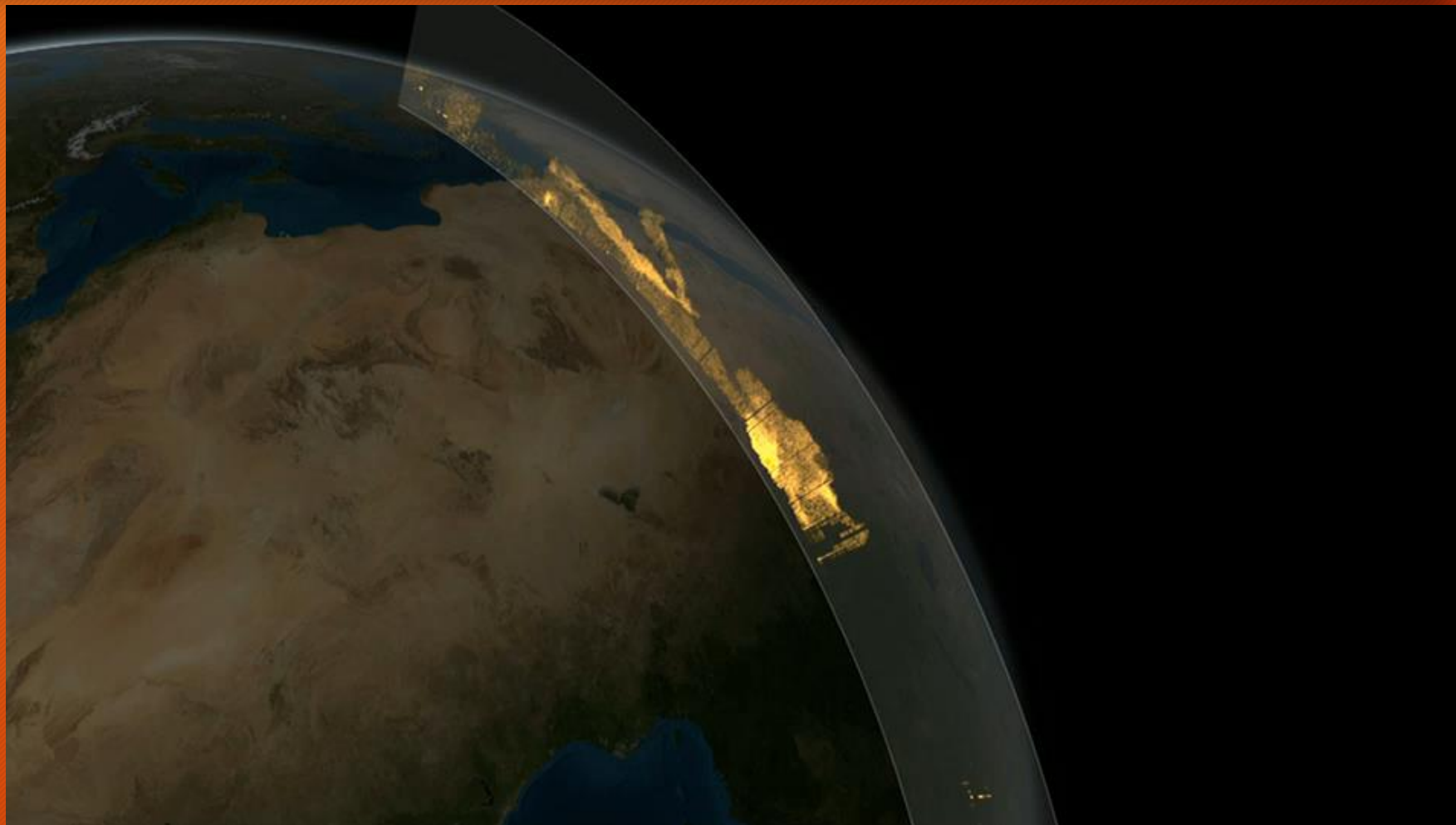
Pesquisas DCAC/UFRN: Instrumento LIDAR



- LIDAR (*Light Detection And Ranging*), técnica óptica de detecção remota
- dados a ca. 800 - 15.000 km
- Estudos de nuvens e aerossóis atmosféricos

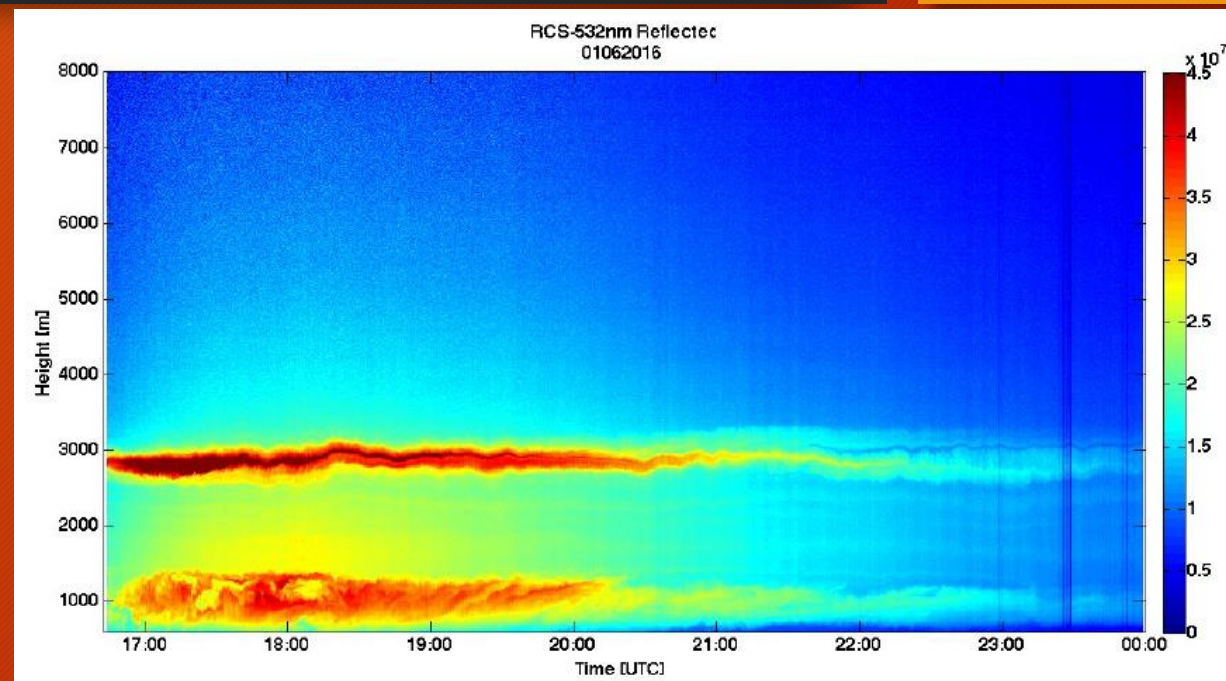
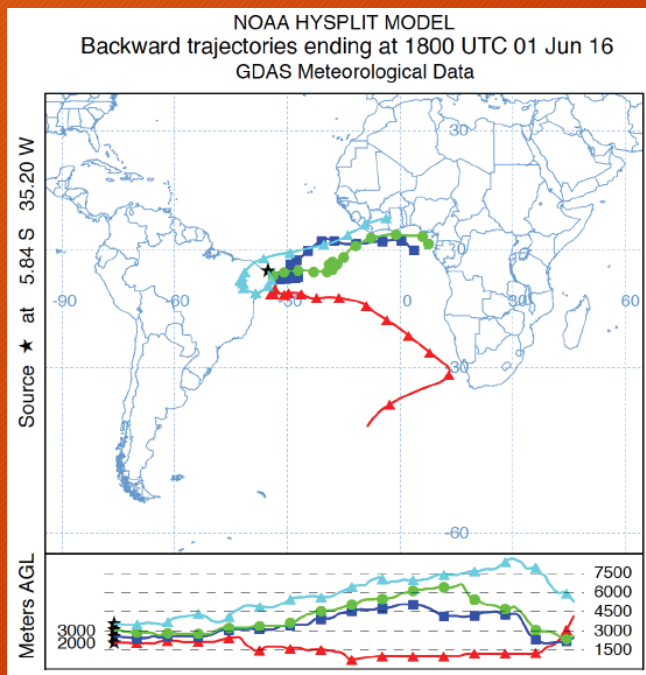
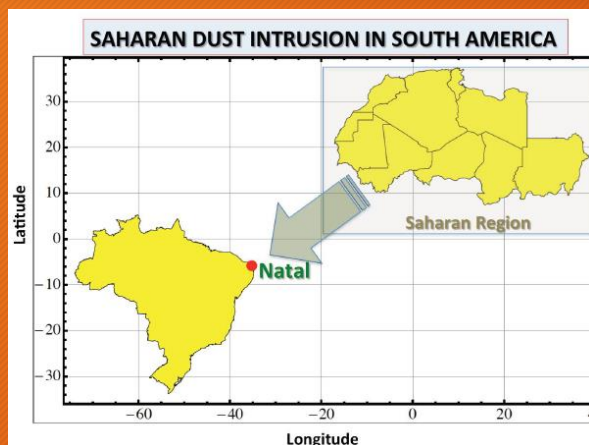


Transporte da poeira do Saara para a Amazônia





Transporte de poeira Saariana sobre a América do Sul



- Estudos do transporte de poeira do Saara com LIDAR atmosférico
- Qualidade do Ar no Rio Grande do Norte
 - Amostragem de material particulado e análises (Duarte, E., 2016)
 - Efeitos da poluição da Castanha de Cajú no RN (Galvão, M. F. et al. 2016)
 - Material particulado na atmosfera do Vale do Açu (Soares, C., em preparação)
- Modelagem químico-atmosférica e assimilação de dados
 - Modelo regional EURAD-IM para a AM-S e NEB



IGAC: International Global Atmospheric Chemistry project

CBQ 2016, Belém

IGAC - International Global Atmospheric Chemistry Project

- Fomento do *Future Earth*
- Missão: Facilitar pesquisa de química da atmosfera visando um mundo sustentável, através de três focos de atividade:
 - Fomento da comunidade científica (patrocinando eventos)
 - Construir capacidades (Early Career Scientist Program)
 - Promovendo liderança (Decidindo prioridade/necessidades da área)
- Conferências bianuais: próxima em 2018 em Takamatsu, Kagawa, Japão
- Site: <<http://www.igacproject.org/>>
- IGAC *Scientific Steering Committee*

O futuro da QA no Brasil

- Área própria?
- Comunidade crescente
- Cursos de pós-graduação próprios?
- Eventos científicos próprios latino-americanos / brasileiros?

Síntese e Perspectivas

- Noções sobre a área de QA
- Principais fenômenos apresentados
- Principais temas de poluição no Brasil
- Atividades de pesquisa na Amazônia e no NEB
- Colaborações internacionais e contribuições globais através do IGAC



Obrigada

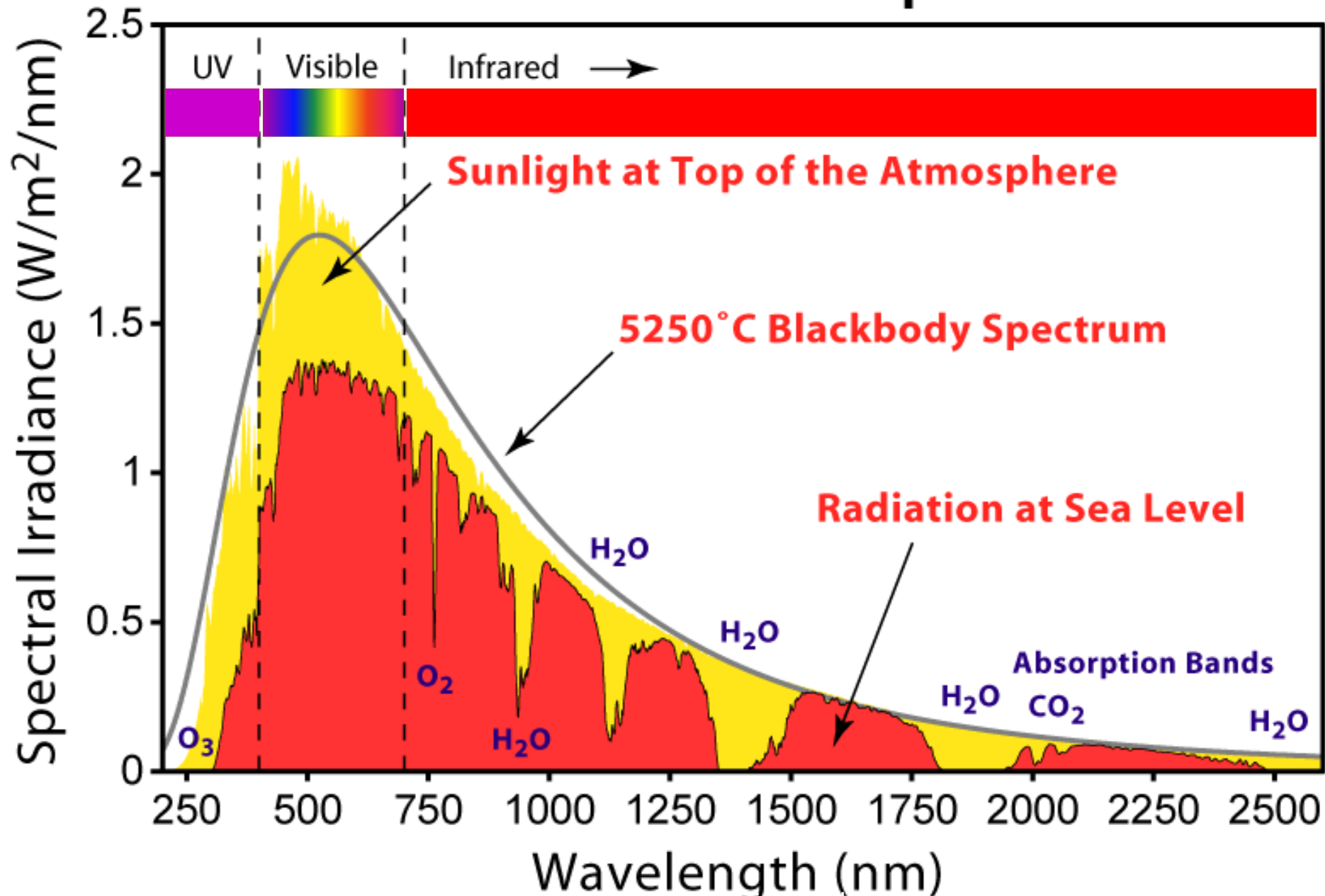
CBQ 2016



Material Suplementar

CBQ 2016

Solar Radiation Spectrum



BIOSPHERE

ATMOSPHERE

HYDROSPHERE

GEOSPHERE



Stratospheric Ozone

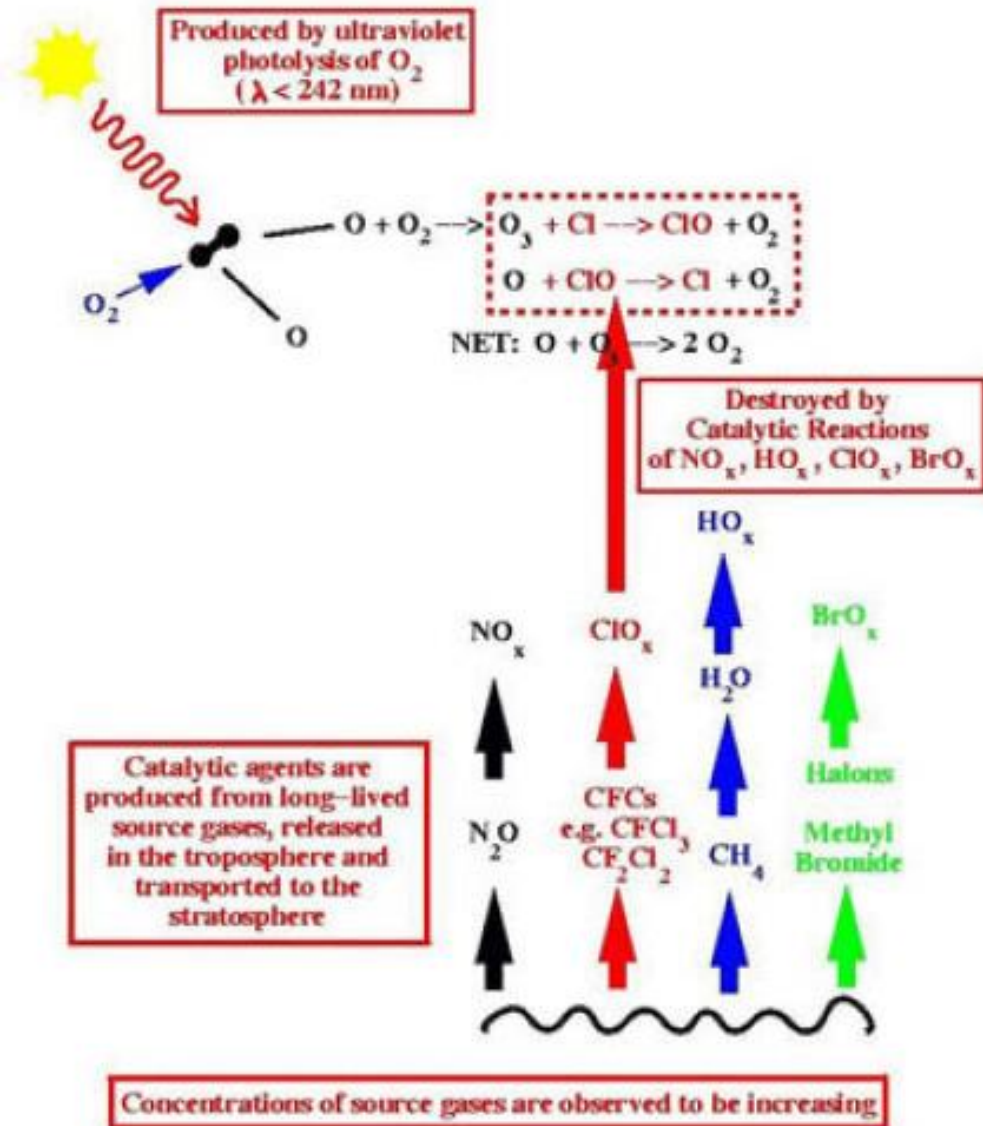


Figure 1. Simplified schematic of flows within the nitrogen biogeochemical cycle. Boxes indicate forms of nitrogen while arrows indicate processes converting nitrogen from one form to another.

Resumo

Emissão de **clorofluorcarbonos**, **óxido nitroso**, **metano**, **halogênios** e **brometo de metila** e seus produtos secundários são agentes catalisadores que aceleram a destruição do ozônio na atmosfera.

Clorofluorcarbono – Refrigeração e aerossóis;

Óxidos Nitrosos – Queima de combustíveis fósseis e uso de fertilizantes nitrogenados.

Halogênios – Compostos usados para extinção de incêndios;

Brometo de Metila – Usado na agricultura como fumigante e desinfetante de solos;