



**Associação entre a
qualidade do ar e
sintomas de asma em
crianças e adolescentes
na Região Metropolitana
da Grande Vitória**



**Universidade Federal
do Espírito Santo**



NQUALIAR
NÚCLEO DE ESTUDOS
DA QUALIDADE DO AR

**Clínica de Investigação
Cardiovascular**

Programa de Pós-Graduação
em Ciências Fisiológicas

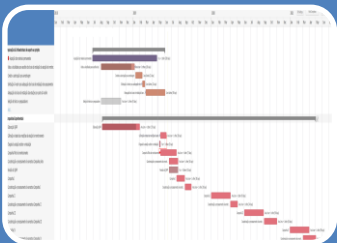
SUMÁRIO



Visão geral do projeto



Metodologia experimental (Poluição do Ar)



Cronograma

ASMAVIX

ASSOCIAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DOS SINTOMAS DA ASMA E POLUIÇÃO DO AR

- O projeto Asmavix tem o objetivo de investigar um problema de saúde específico, “função respiratória em portadores de asma leve a moderada”, a fim de determinar se, e em que extensão, a poluição do ar afeta os sintomas da asma em crianças e adolescentes moradores de Vitória.
- Esse projeto está sendo desenvolvido por uma equipe multidisciplinar composta por cerca de 20 pesquisadores médicos, engenheiros e estatísticos envolvidos nos programas de pós-graduação em Ciências Fisiológicas e Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Espírito Santo

ASMAVIX

ASSOCIAÇÃO ENTRE A OCORRÊNCIA DOS SINTOMAS DA ASMA E POLUIÇÃO DO AR

- A equipe de engenharia realiza o monitoramento da qualidade do ar, que consiste em mensurar a concentração de compostos orgânicos voláteis, SO₂, NO_x, O₃, material particulado (MP10 e MP2.5), e fungos nos ambientes externo e interno das residências durante dois anos em períodos de inverno e verão. O MP será também analisado quanto à sua característica química a fim de investigar a presença de metais que possam ser diretamente relacionados ao impacto à saúde.
- A equipe de saúde realizará o acompanhamento de 200 crianças e adolescentes portadores de asma atendidos em clínicas ou unidades de saúde em Vitória. Cada participante será monitorado, em domicílio, por meio do preenchimento de um diário e de medidas de espirometria (exame de pulmão) nos períodos tanto de inverno quanto de verão.

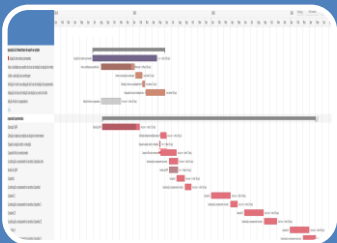
SUMÁRIO



Visão geral do projeto



Metodologia experimental (Poluição do Ar)



Cronograma



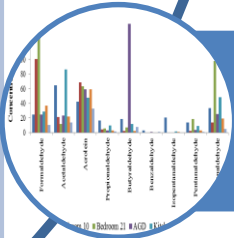
Monitoramento da qualidade do ar exterior



Monitoramento da qualidade do ar interno



Estudo de exposição



Correlação entre poluição do ar e efeito à saúde

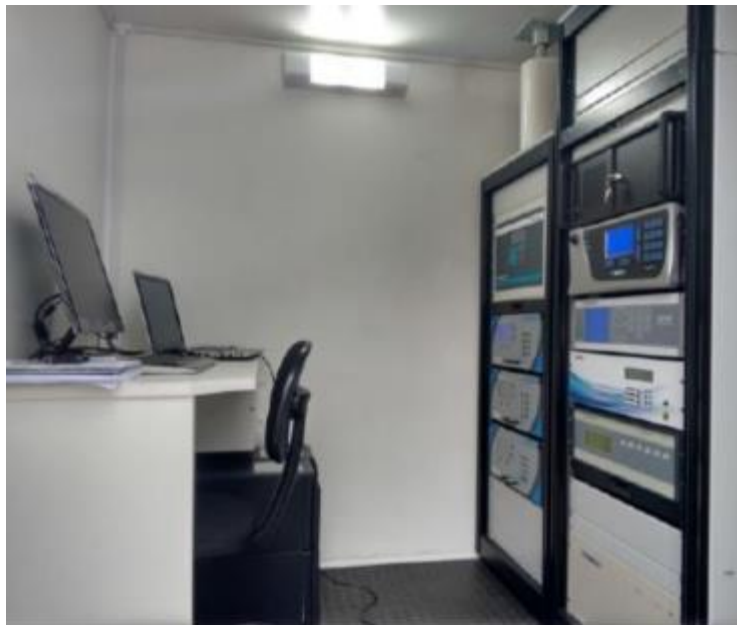
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EXTERNO

○ Parâmetros monitorados:

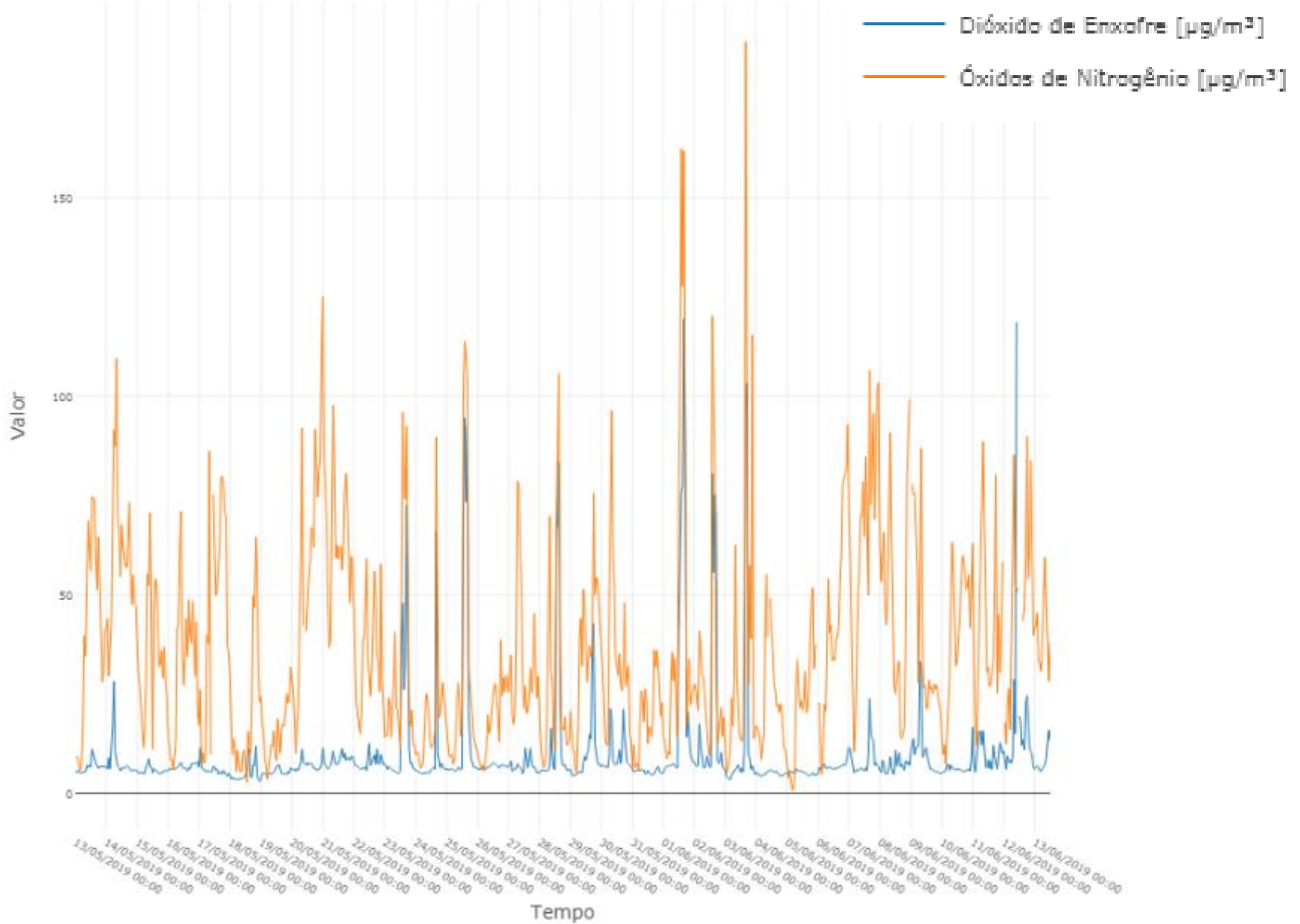
- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃
- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração
 - Composição química
- Compostos orgânicos voláteis
 - Aldeídos
 - COV em geral

Estação automática de monitoramento da qualidade do ar

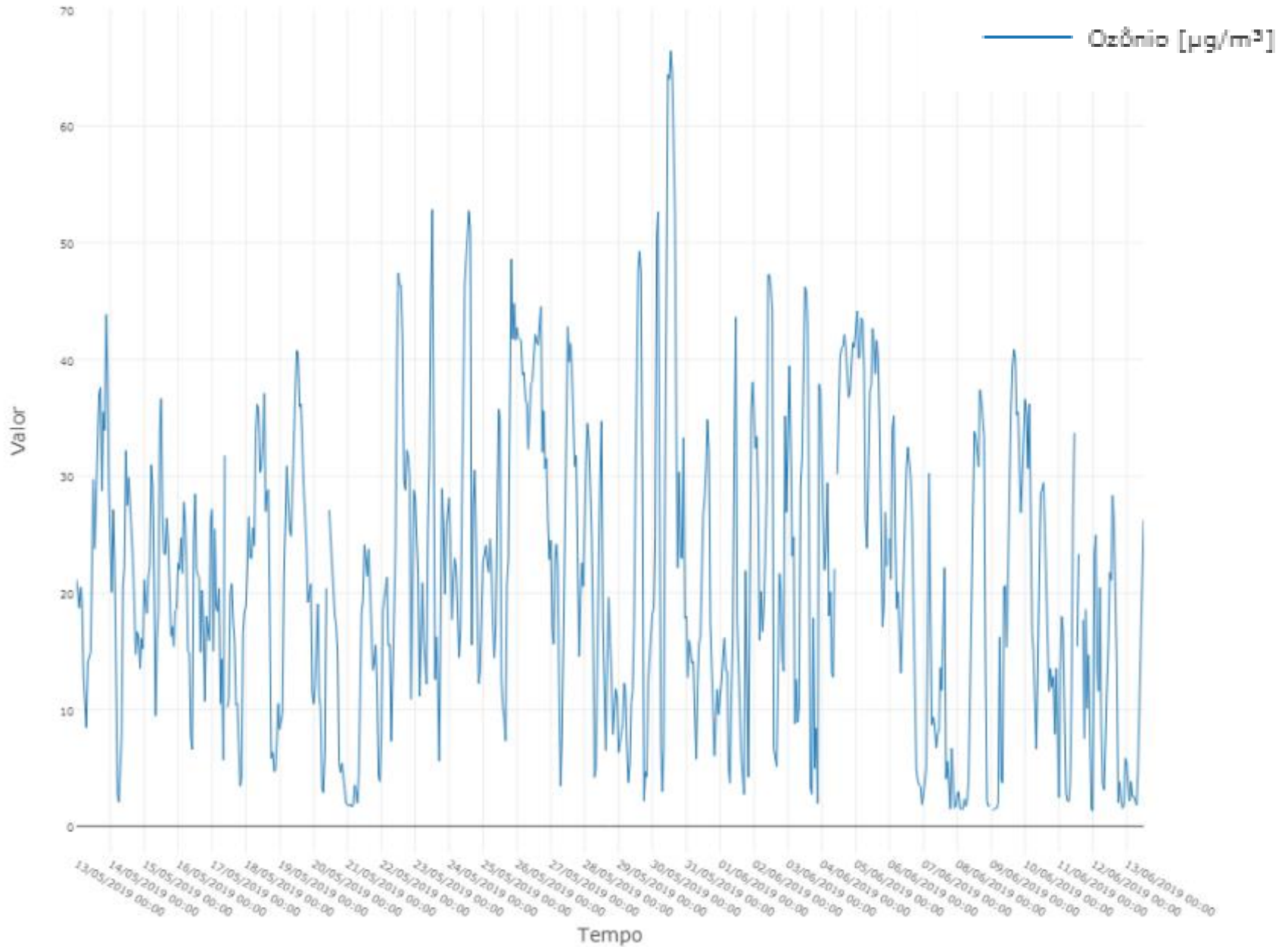
ESTAÇÃO AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR



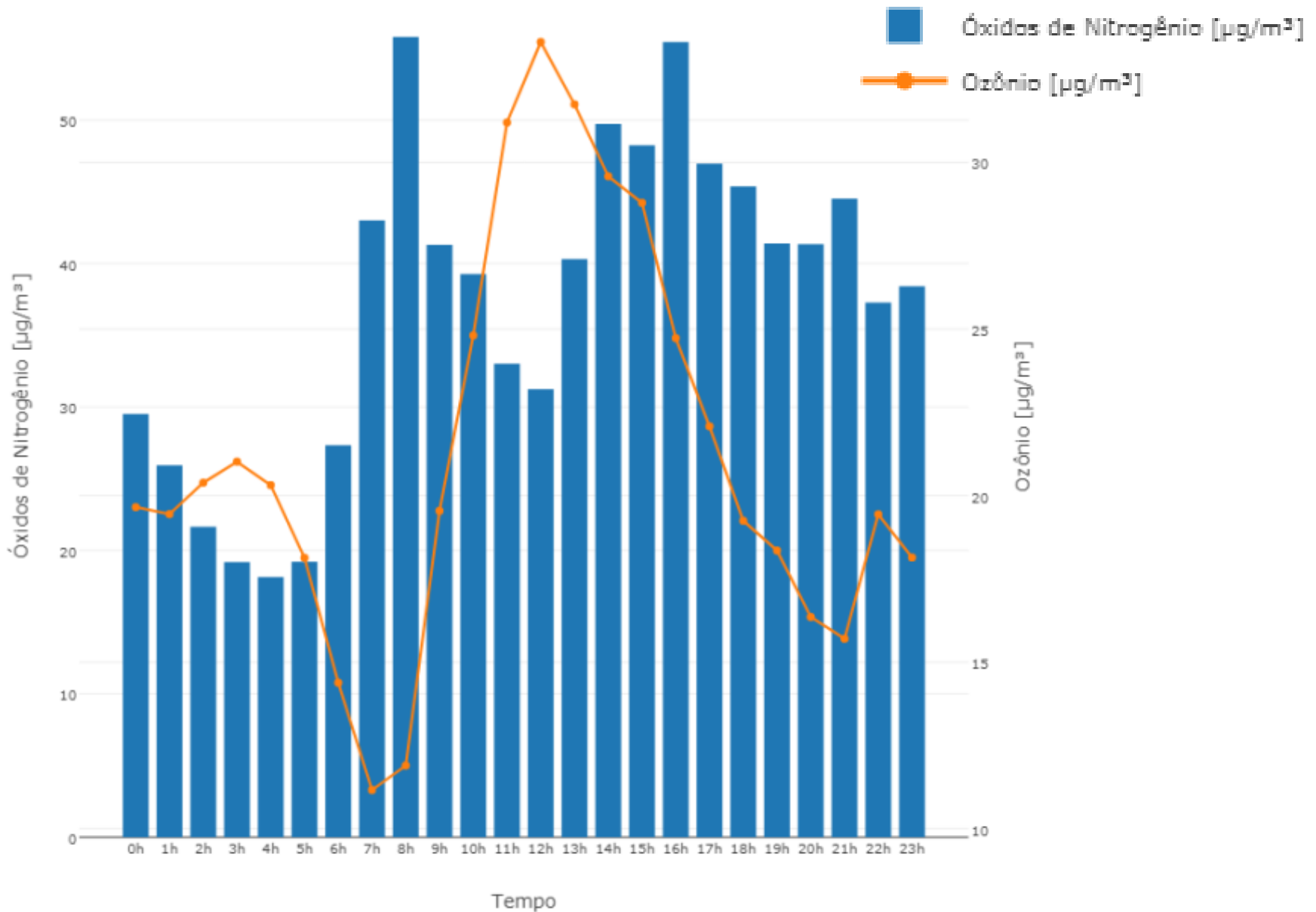
Evolução temporal da concentração de SO₂ e NOx



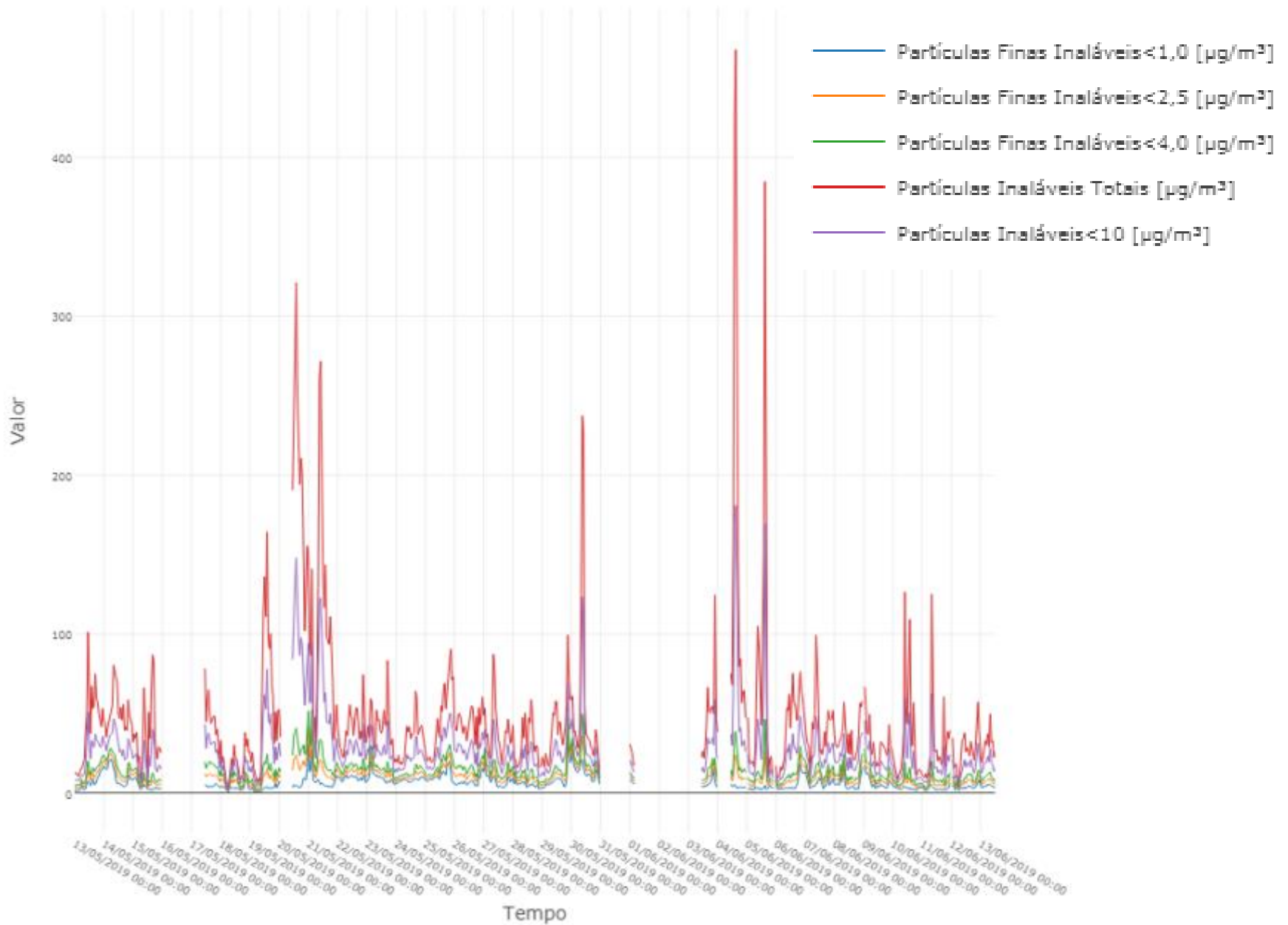
Evolução temporal da concentração de Ozônio



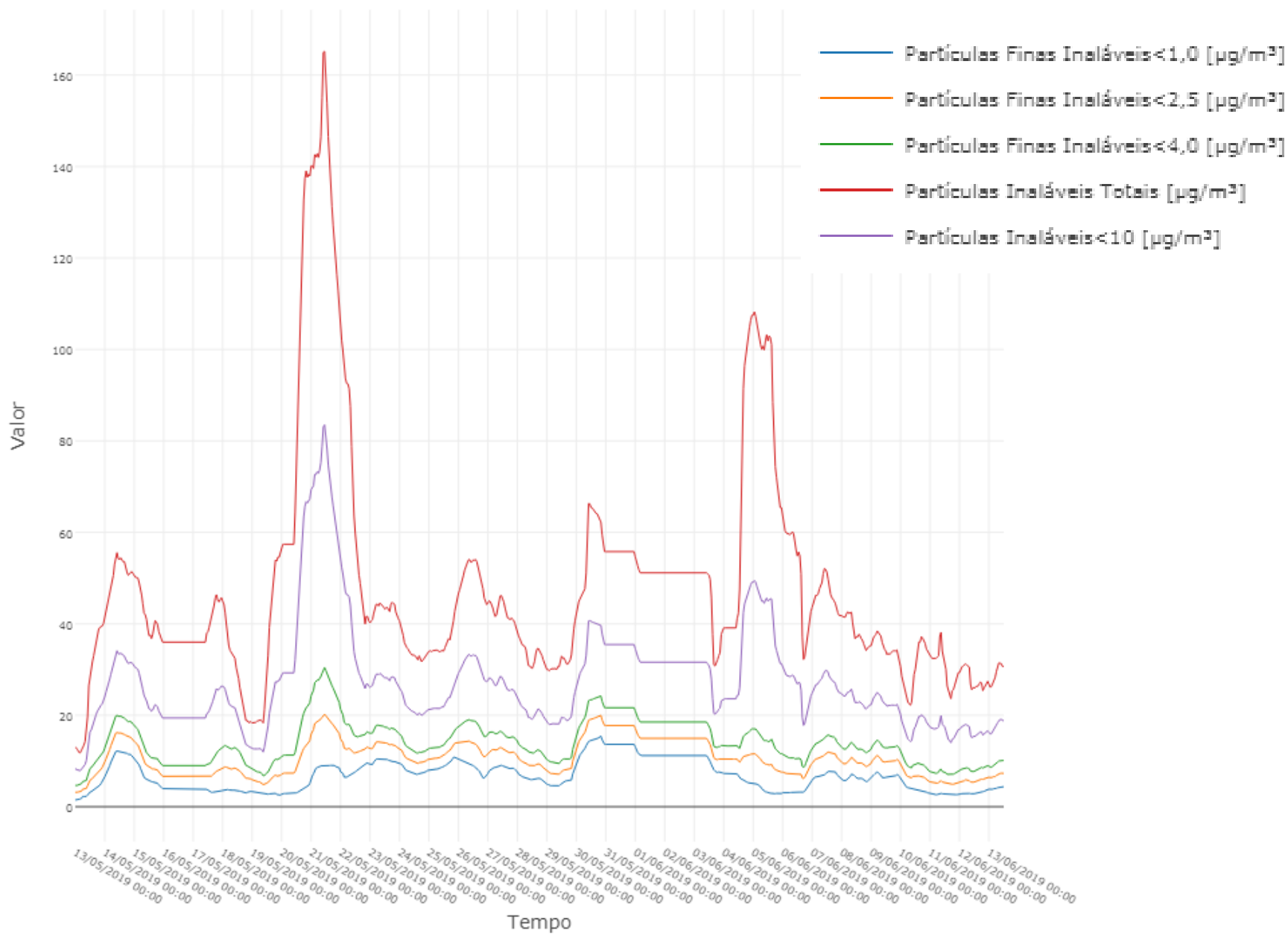
Ciclo diário das concentrações médias de Ozônio e Óxidos de Nitrogênio



Evolução temporal da concentração de Material Particulado



Evolução diária da concentração de Material Particulado

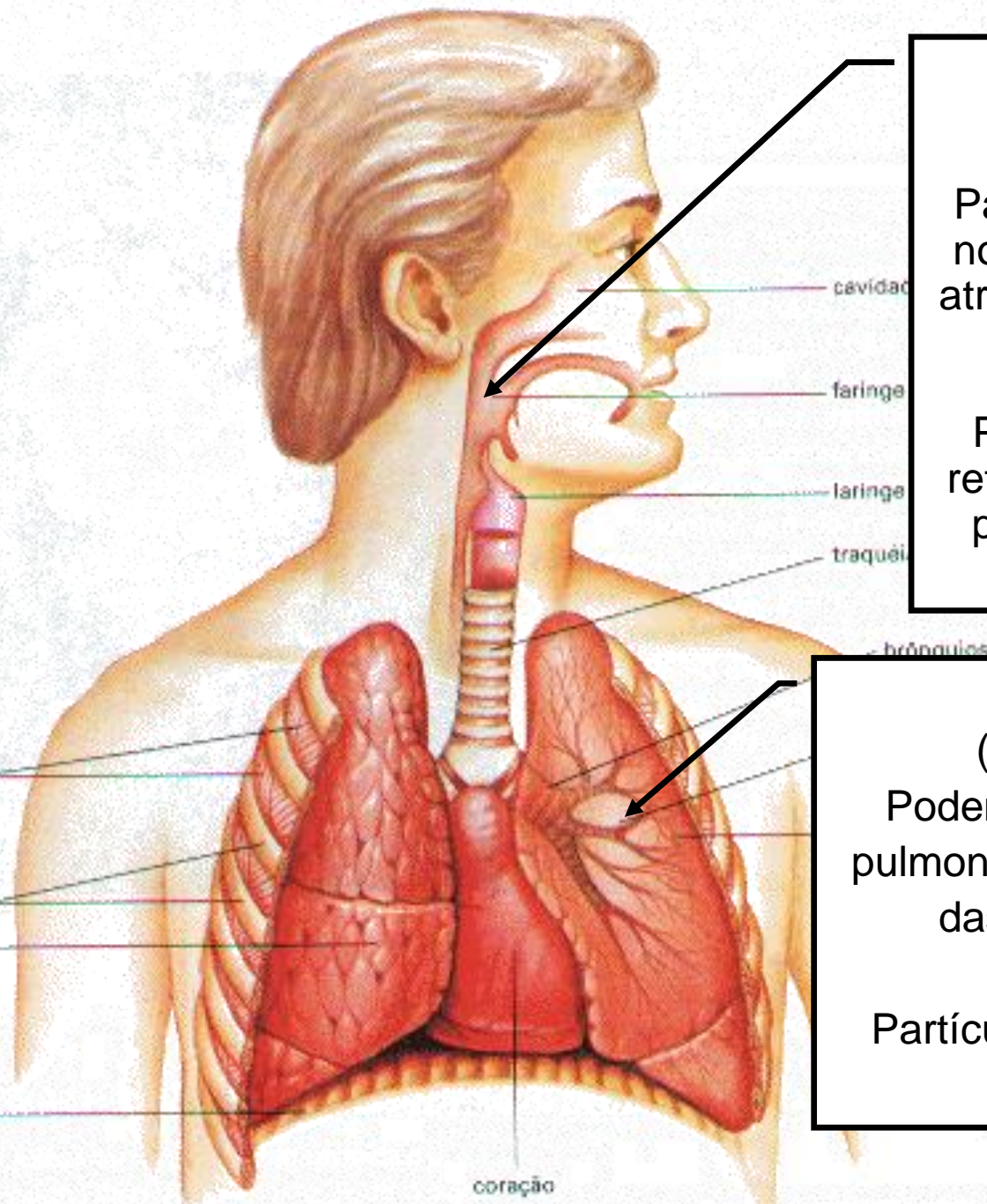


A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A legislação ambiental prevê 3 parâmetros para caracterizar a presença de particulados na atmosfera:

- PTS (partículas totais em suspensão) $\rightarrow d < 100 \mu\text{m}$
- MP10 (partículas inaláveis) $\rightarrow d < 10 \mu\text{m}$
- MP2.5 $\rightarrow d < 2.5 \mu\text{m}$





Partículas da moda grossa
($2,0 < \mu\text{m } dap < 100 \mu\text{m}$):

Partículas com $dap > 10\mu\text{m}$: retidas no nariz e nasofaringe e eliminadas através da tosse, espirros e aparelho mucociliar.

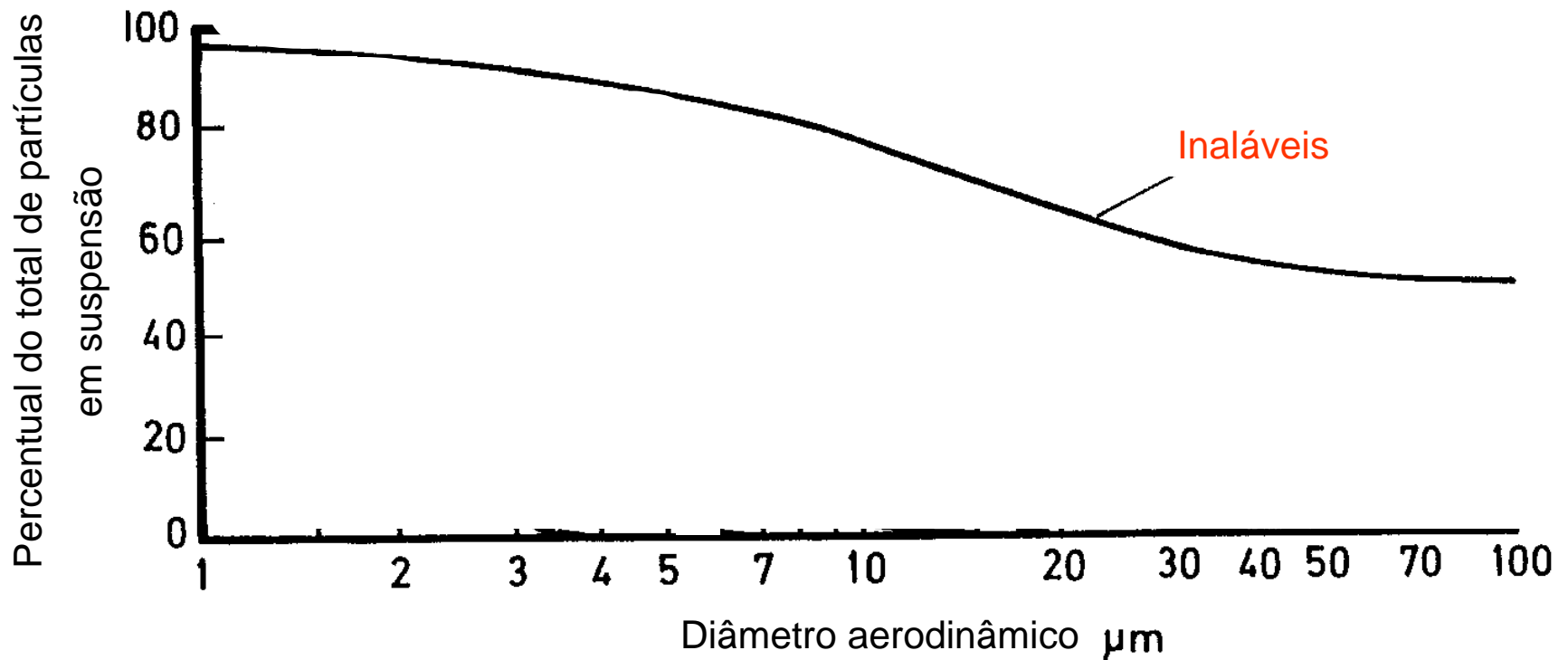
Partículas com $dap < 10 \mu\text{m}$ ficam retidas nas vias aéreas superiores e podem ser depositadas na árvore traqueobrônquica.

Partículas da moda fina
($0,001 \mu\text{m} < dap < 2,0 \mu\text{m}$):

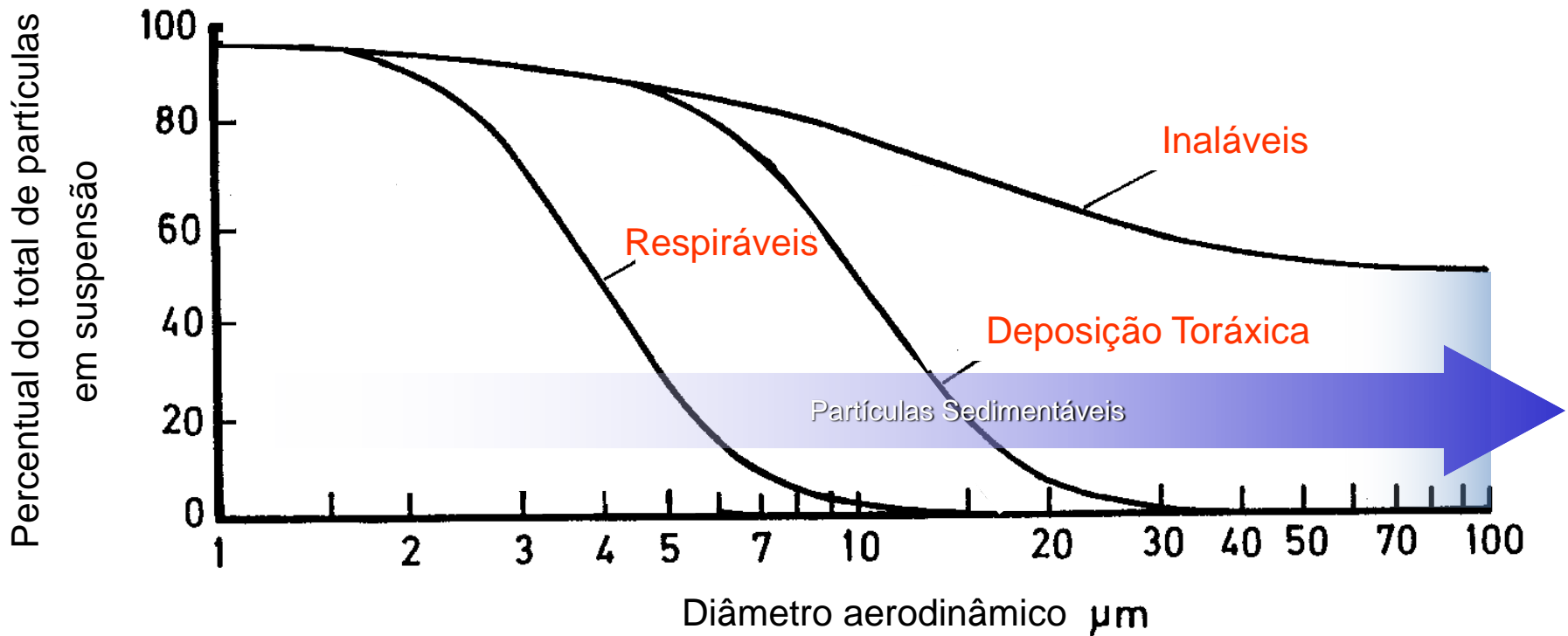
Podem causar alterações nos tecidos pulmonares, aumentando o agravamento das doenças cardiopulmonares.

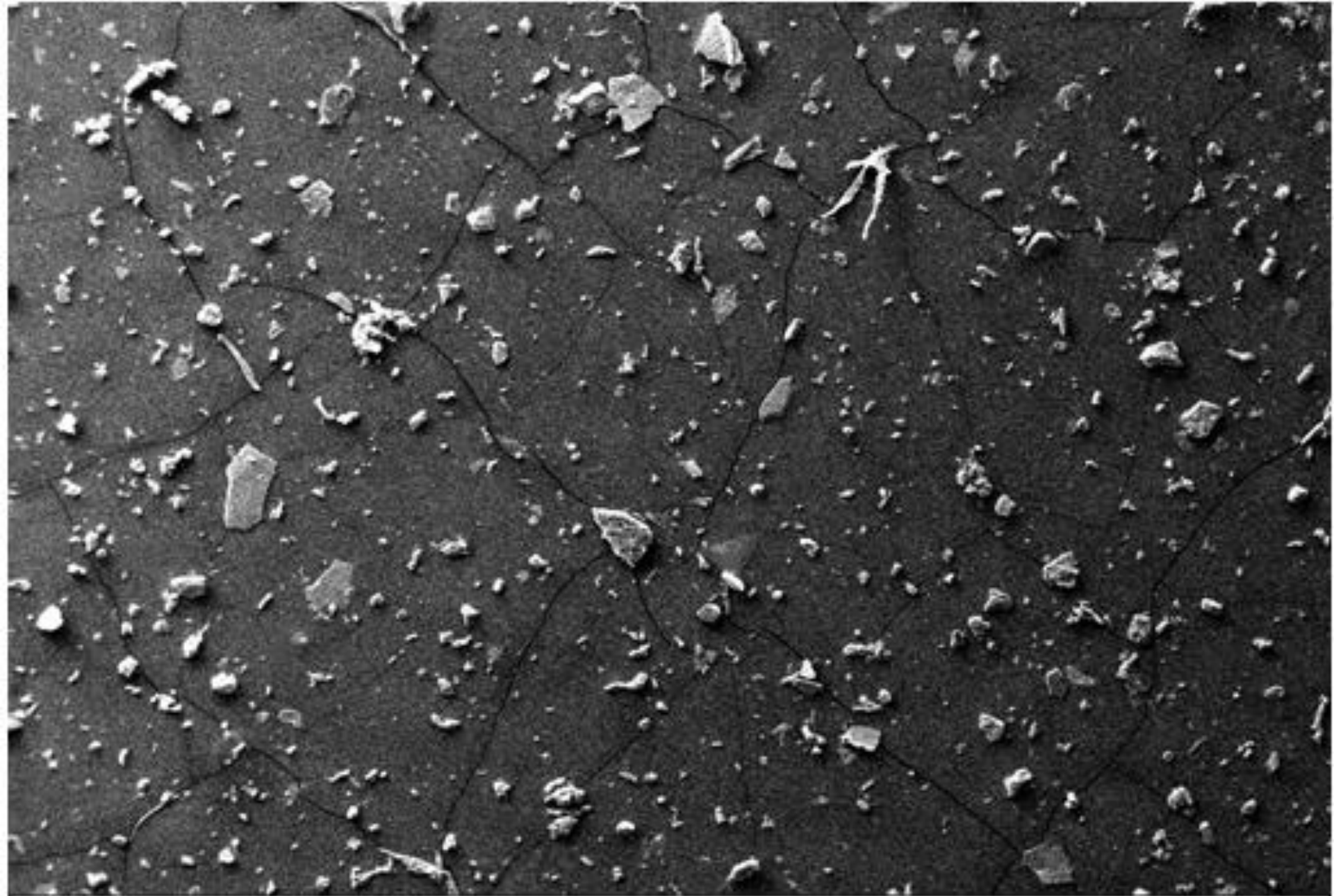
Partículas ultrafinas: Depositam se nos alvéolos pulmonares.

Deposição de partículas no sistema respiratório humano



Deposição de partículas no sistema respiratório humano





100 μm



EHT = 20.00 kV

WD = 8.0 mm

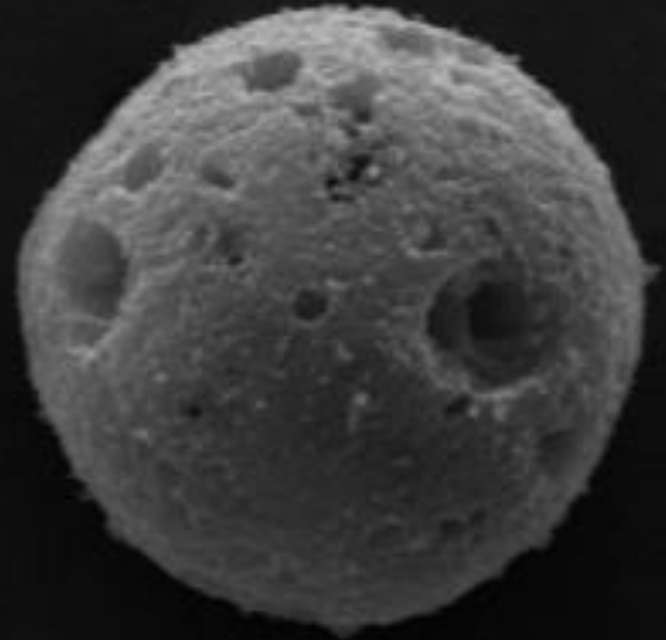
Signal A = SE1

Mag = 100 X

UFES



Partícula com alto teor de C
(provavelmente biogênicas)



100 μm

EHT = 20.00 kV
WD = 9.0 mm

Signal A = SE1
Mag = 389 X

UFES



Partícula com alto teor de Si
(provavelmente solo)

Partícula com alto teor de C
(provavelmente biogênicas)

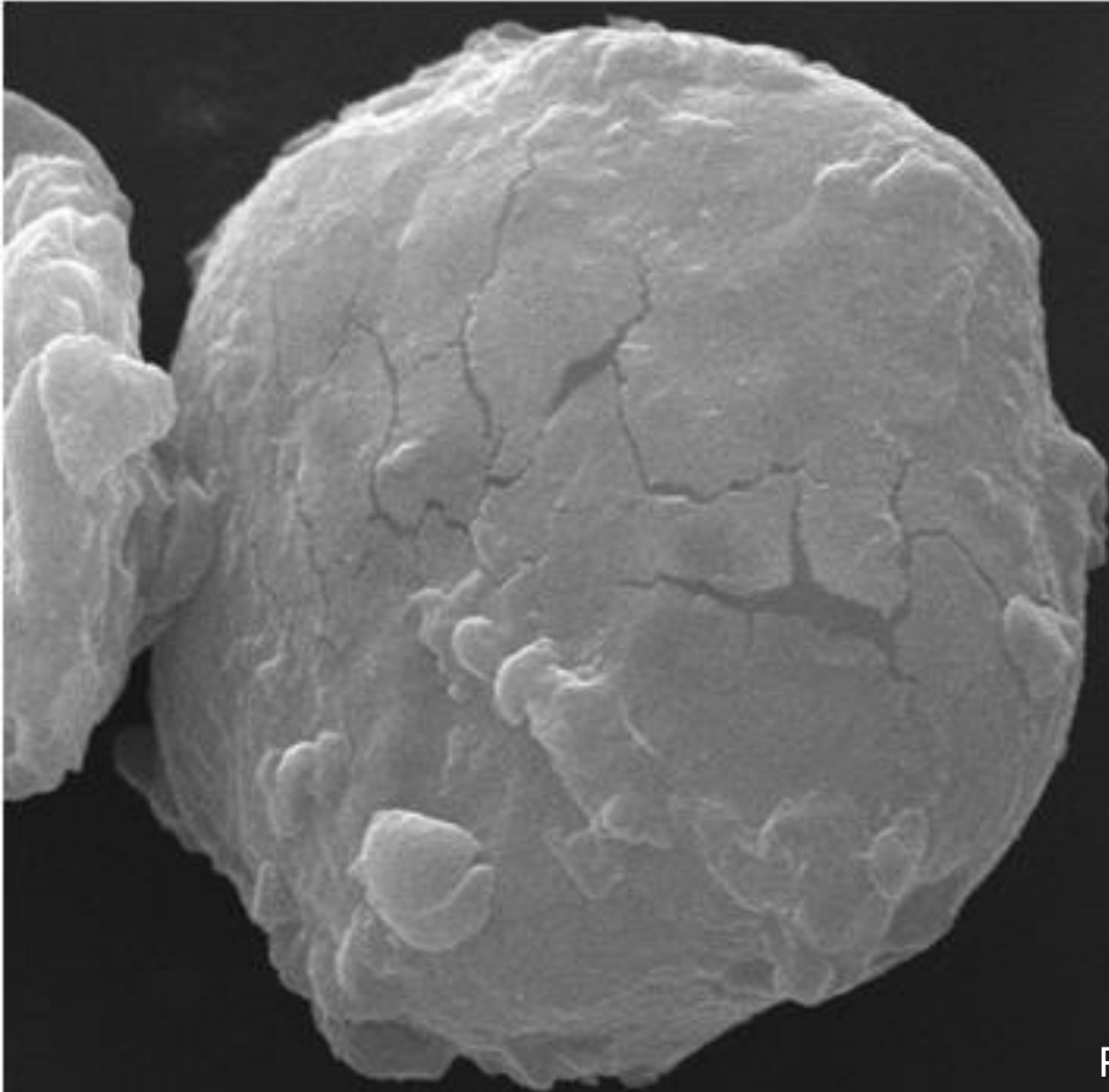
20 μ m

EHT = 20.00 kV
WD = 12.0 mm

Signal A = CZ BSD
Mag = 694 X

UFES





Partícula com alto teor de C

2 μm



EHT = 20.00 kV

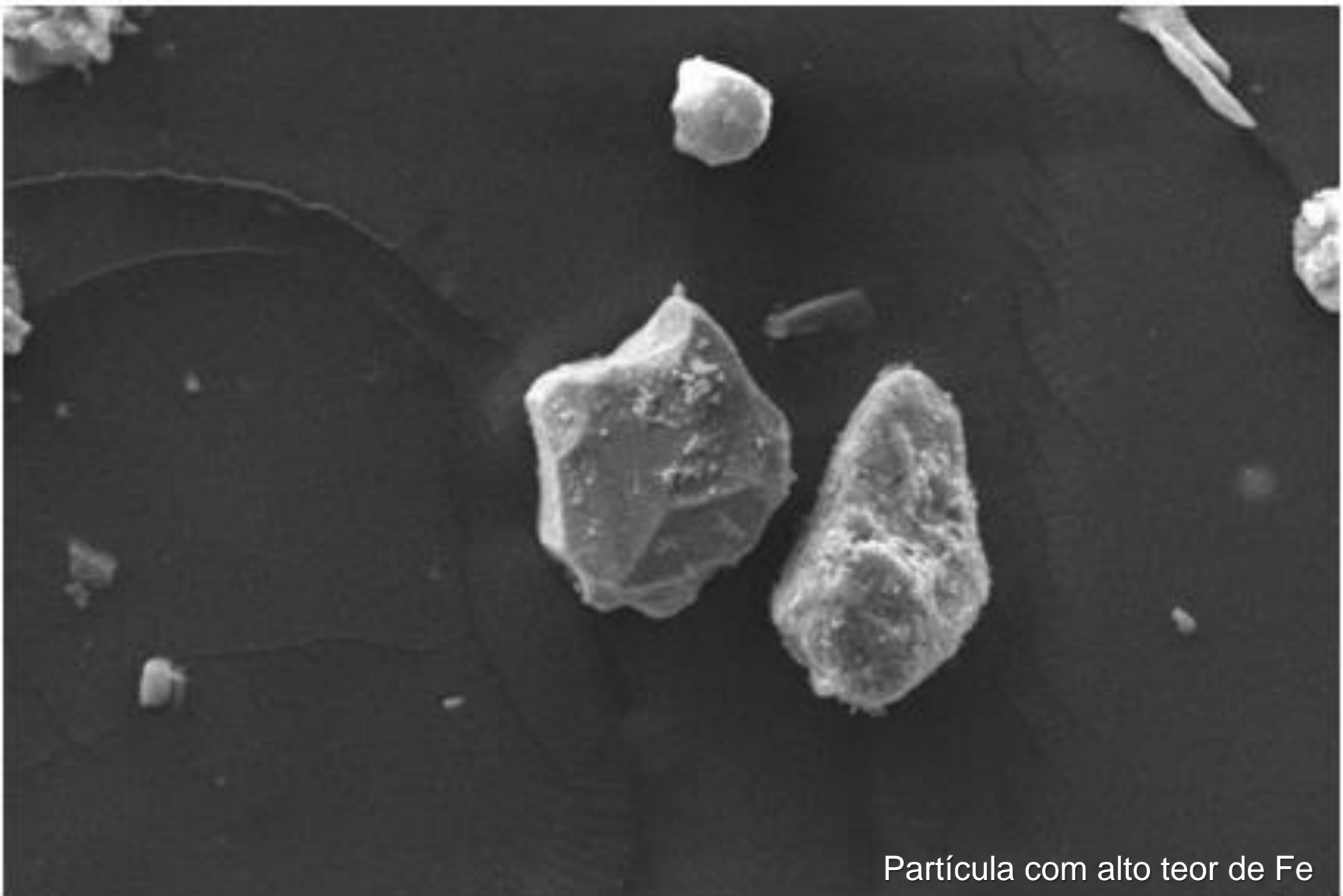
WD = 9.0 mm

Signal A = SE1

Mag = 16.00 K X

UFES





Partícula com alto teor de Fe

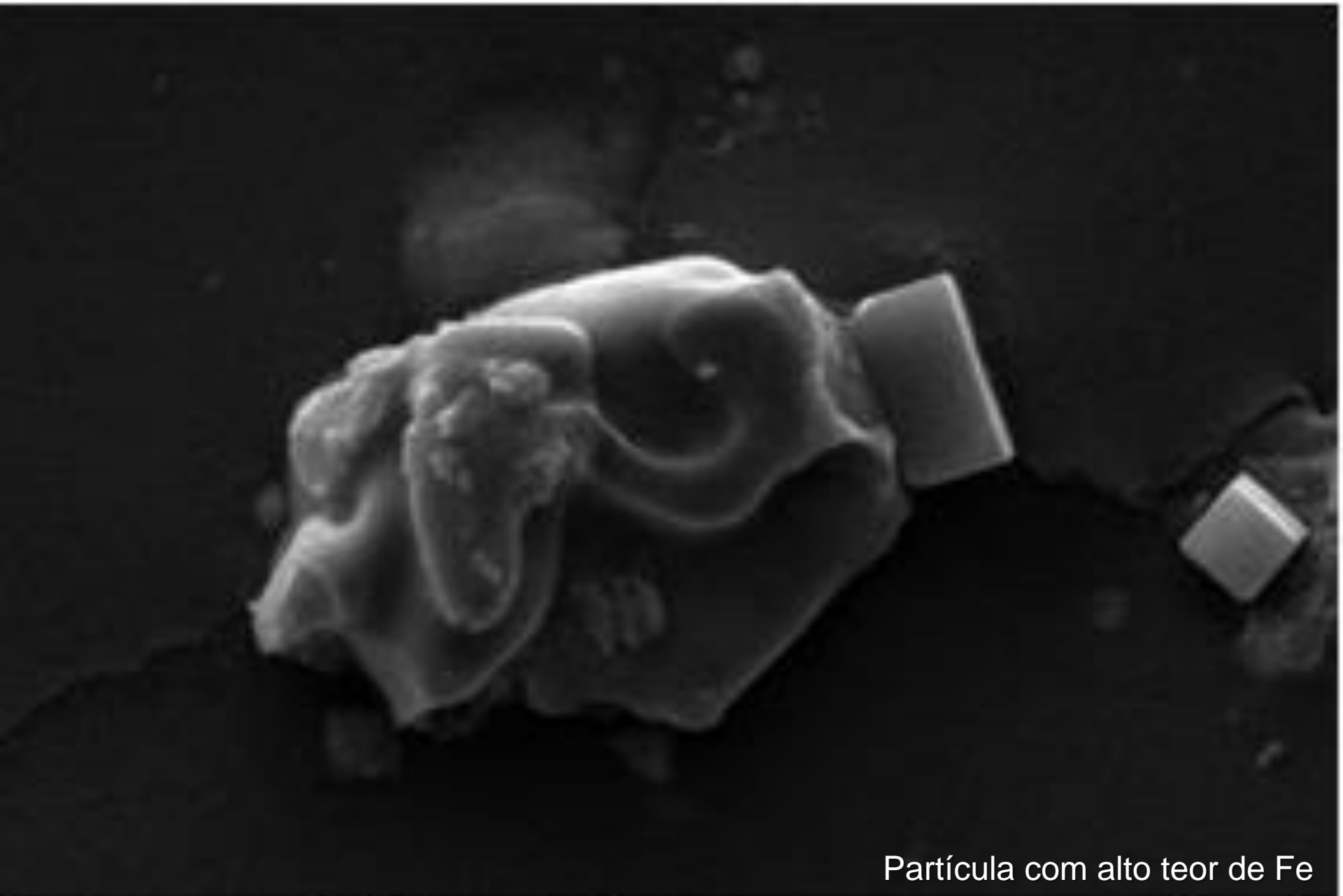
20 μ m
|-----|

EHT = 20.00 kV
WD = 8.0 mm

Signal A = SE1
Mag = 1.34 K X

Spot Size = 308





Partícula com alto teor de Fe

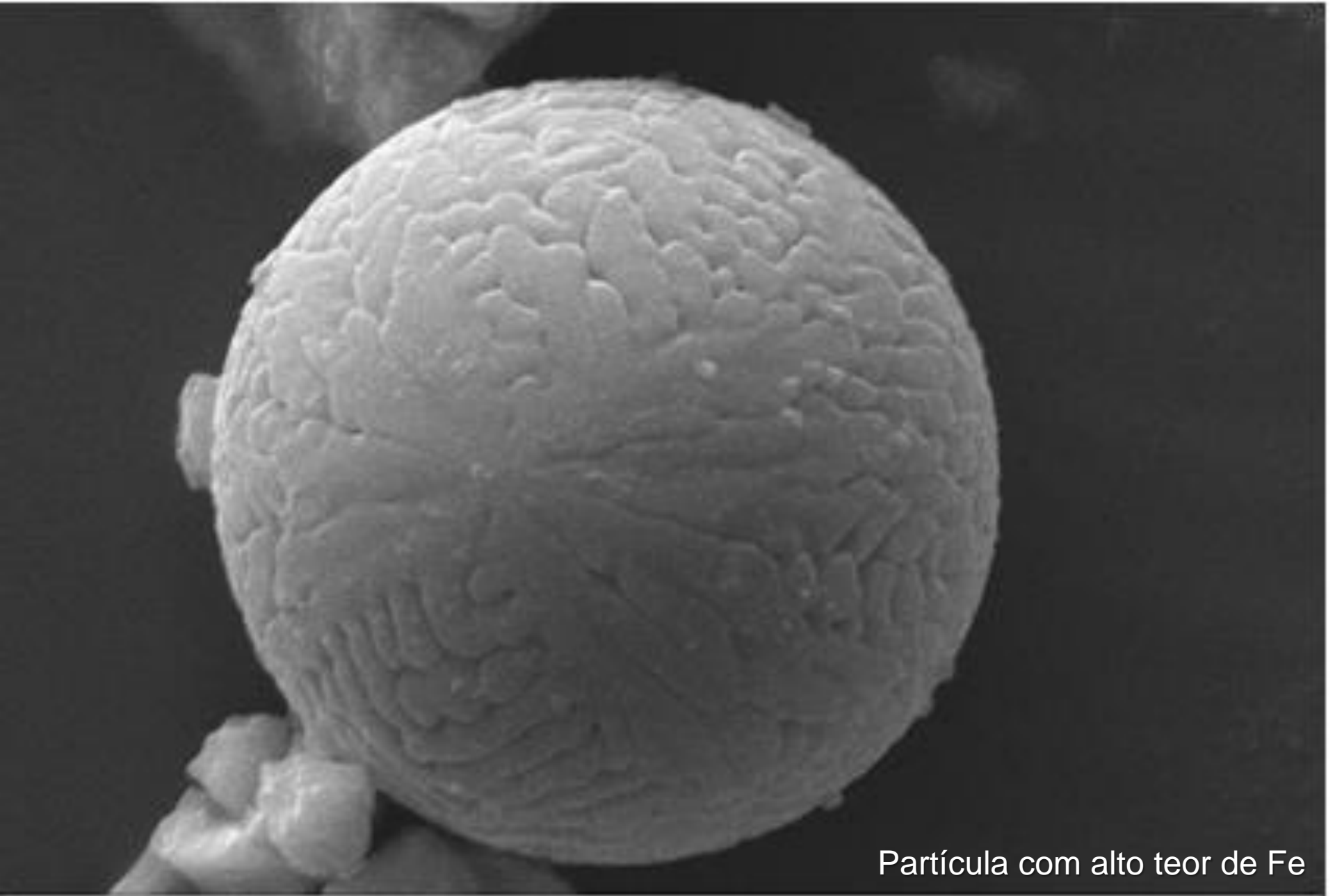
3 μm


EHT = 20.00 kV
WD = 8.5 mm

Signal A = SE1
Mag = 5.00 K X

Spot Size = 200





Partícula com alto teor de Fe

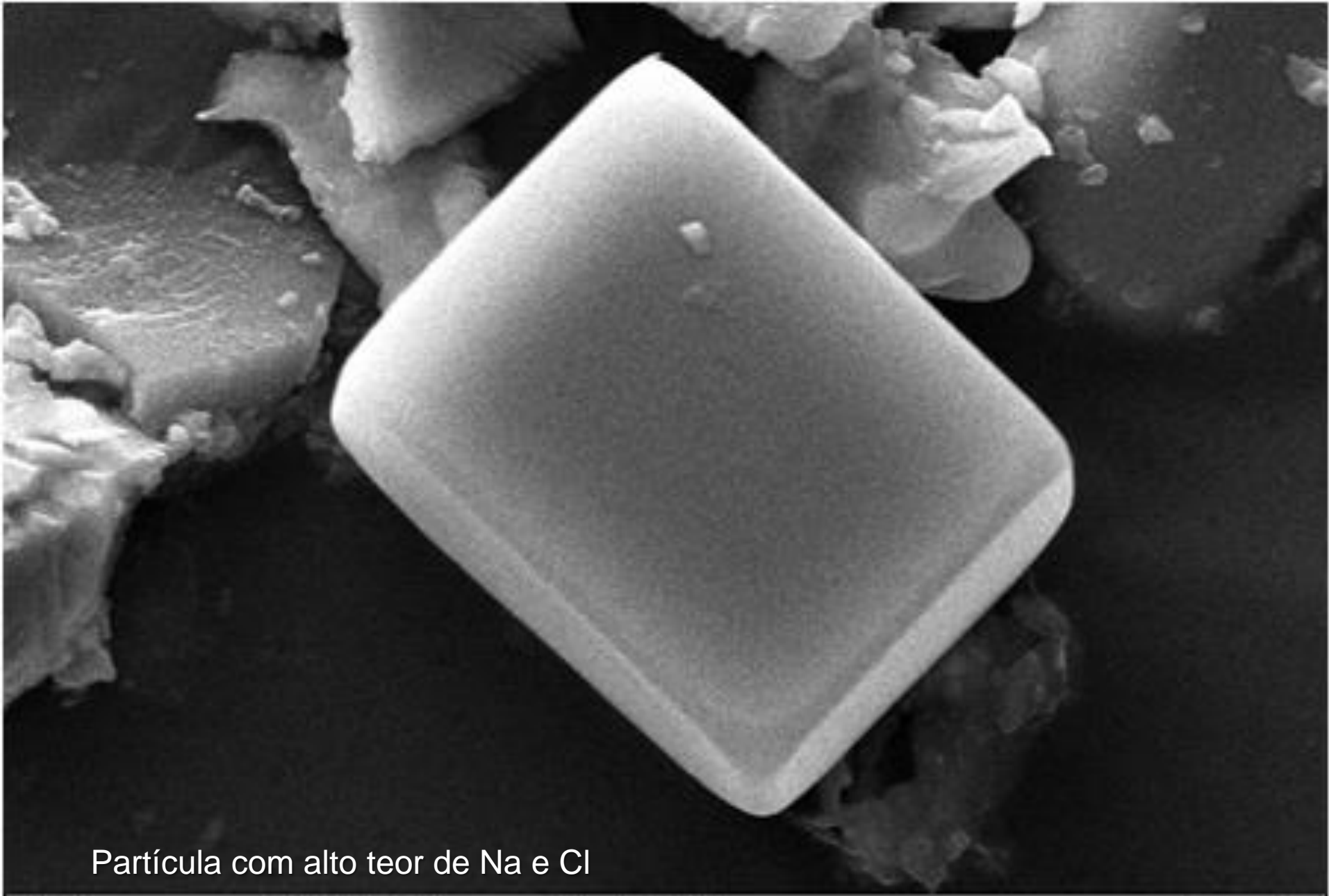
2 μ m
|-----|

EHT = 20.00 kV
WD = 9.0 mm

Signal A = SE1
Mag = 15.00 K X

UFES





Partícula com alto teor de Na e Cl

2 μm



EHT = 20.00 kV

WD = 9.0 mm

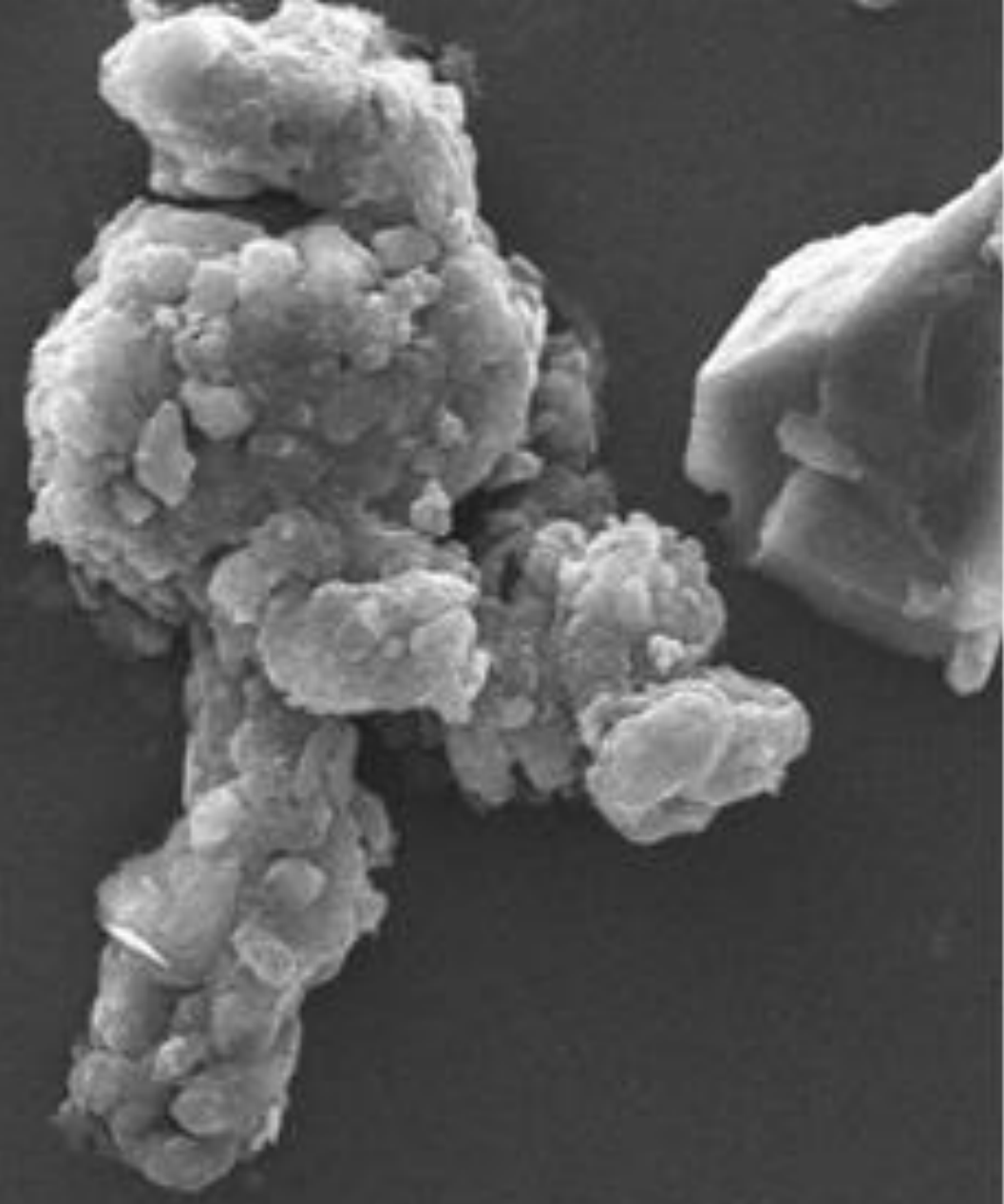
Signal A = SE1

Mag = 10.00 K X

UFES

ZEISS

Partícula com alto teor de Si e Al



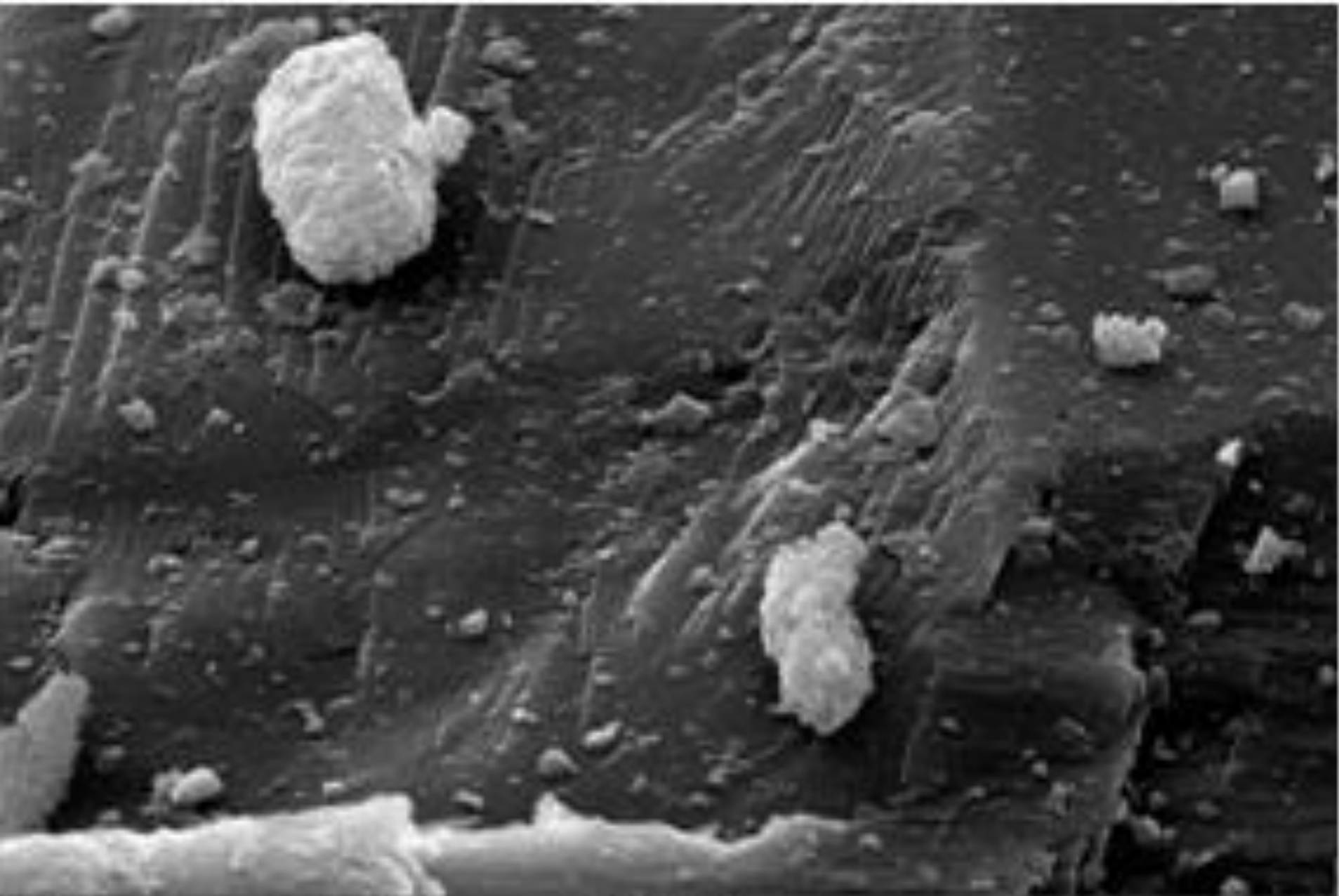
10 μ m

EHT = 20.00 kV
WD = 8.5 mm

Signal A = SE1
Mag = 3.00 K X

Spot Size = 280





1 μ m



EHT = 20.00 kV

WD = 7.0 mm

Signal A = SE1

Mag = 10.00 K.X

UFES



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EXTERNO

○ Parâmetros monitorados:

- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃
- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração

Estação automática de monitoramento da qualidade do ar

- Composição química

- Compostos orgânicos voláteis
 - Aldeídos
 - COV em geral

Amostradores MiniVol
+
Caracterização química
por fluorescência de
raios X

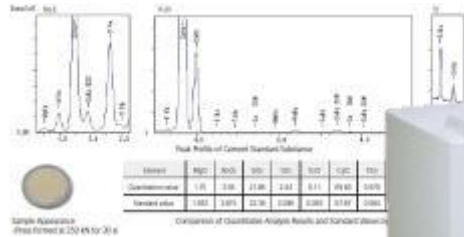
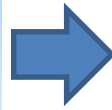
Separador de tamanhos: PTS, MP10, MP2.5



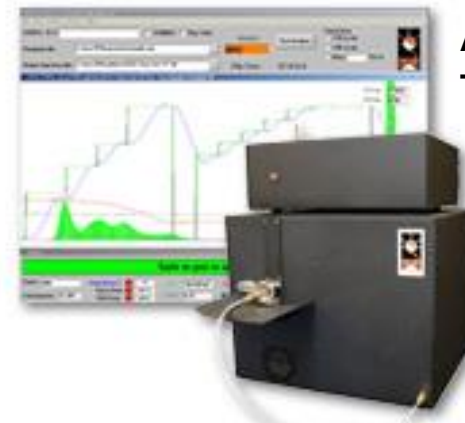
Amostrador MiniVol



Filtros de quartzo ou teflon



Análise química por Fluorescência de raios X (Elementos de Na até U)



Análise química
TOT → EC/OC



4 amostradores simultâneos:

- MP10
 - 01 filtro de quartzo (Carbono Orgânico e Carbono Elementar)
 - 01 filtro de teflon (elementos químicos de Na a U)
- MP2.5
 - 01 filtro de quartzo (Carbono Orgânico e Carbono Elementar)
 - 01 filtro de teflon (elementos químicos de Na a U)

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR EXTERNO

○ Parâmetros monitorados:

- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃
- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração
 - Composição química

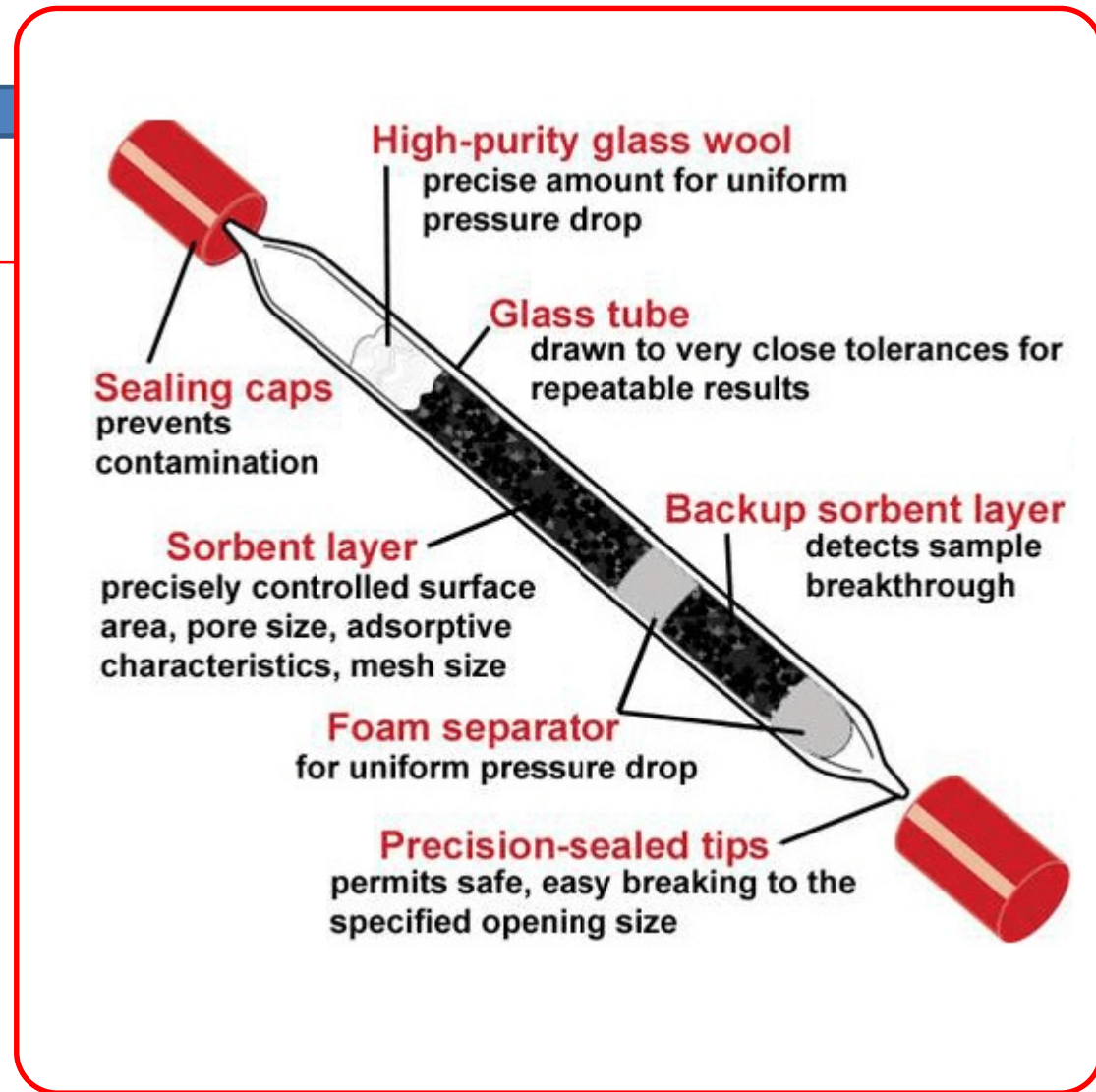
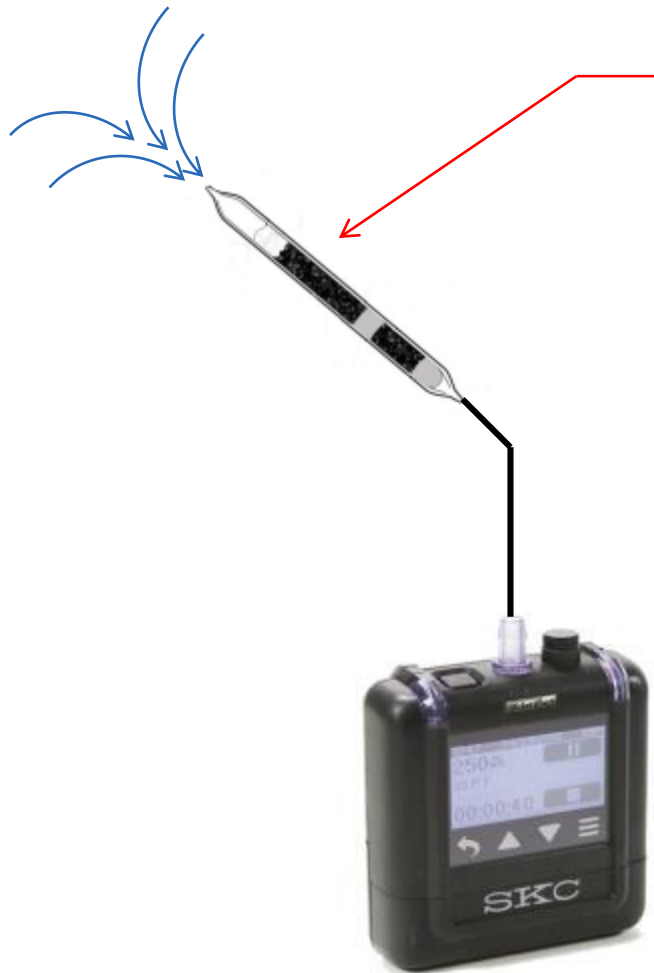
• Compostos orgânicos voláteis

- Aldeídos
- COV em geral

Cartuchos adsorventes
+ Cromatografia
Gasosa e HPLC

COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS

Amostragem em cartuchos adsorventes





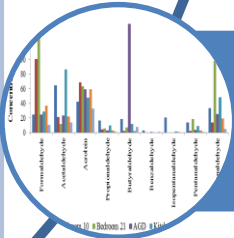
Monitoramento da qualidade do ar exterior



Monitoramento da qualidade do ar interno



Estudo de exposição



Correlação entre poluição do ar e efeito à saúde

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

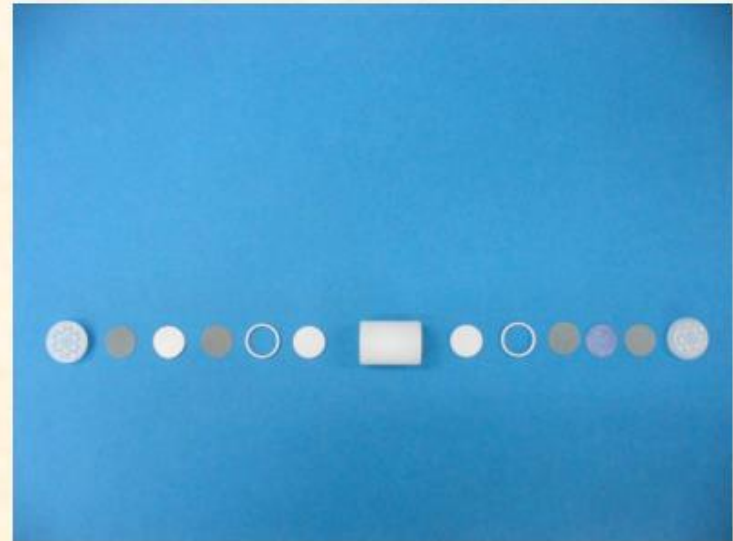
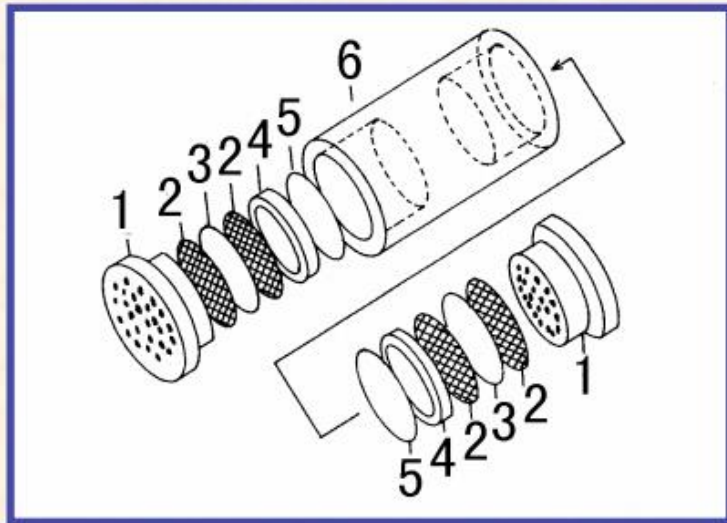
- Pelo menos 5 casas de participantes em cada bairro, 4 dias de monitoramento. Parâmetros monitorados:

- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃

Amostradores
Passivos Ogawa +
Cromatografia de
Íons

- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração
- Compostos orgânicos voláteis
 - Aldeídos
 - COV em geral
- Fungos

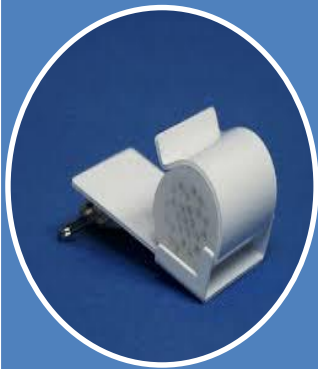
AMOSTRADORES PASSIVOS OGAWA + CROMATOGRAFIA DE IÔNS



1. Tampa perfurada
2. Tela de aço inox
3. Meio de coleta (14,5 mm)
4. Anel de teflon
5. Disco de teflon
6. Suporte



AMOSTRADORES PASSIVOS OGAWA + CROMATOGRAFIA DE IÔNS



Coleta



Exposição por
2 a 3 dias



Extração



Análise por
cromatografia
de íons ou
calorimetria

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right] &= \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[2\mu \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda \nabla \cdot \mathbf{v} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right] &= \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right] &= \\ \rho g_y \frac{\partial}{\partial y} \left[2\mu \frac{\partial v}{\partial y} + \lambda \nabla \cdot \mathbf{v} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right] &= \\ \frac{\partial w}{\partial t} + \mu \frac{\partial w}{\partial x} + \nu \frac{\partial w}{\partial y} + \omega \frac{\partial w}{\partial z} &= \\ \frac{\partial}{\partial t} \left[2\mu \frac{\partial w}{\partial z} + \lambda \nabla \cdot \mathbf{v} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right] &= \end{aligned}$$

Correlação
entre massa
medida e
concentração
média no
período



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

- Pelo menos 5 casas de participantes em cada bairro, 4 dias de monitoramento. Parâmetros monitorados:

- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃

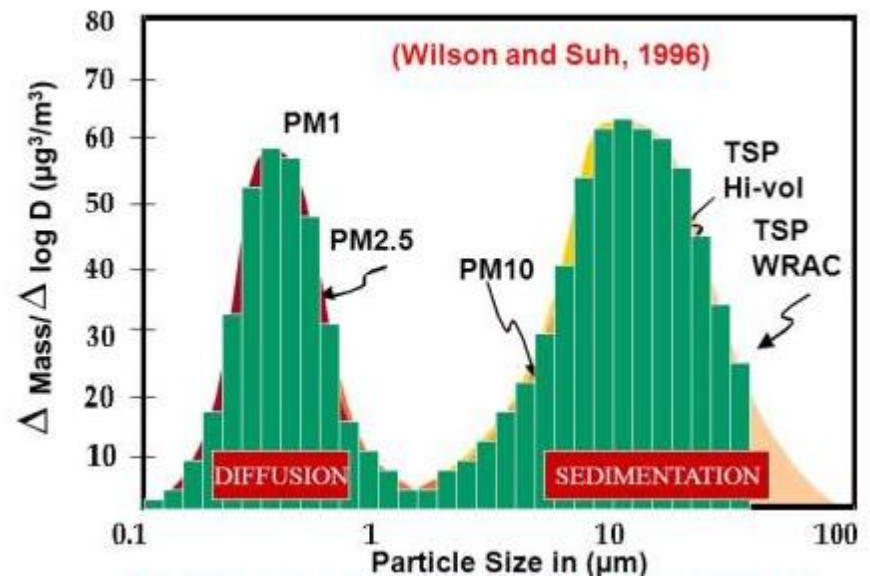
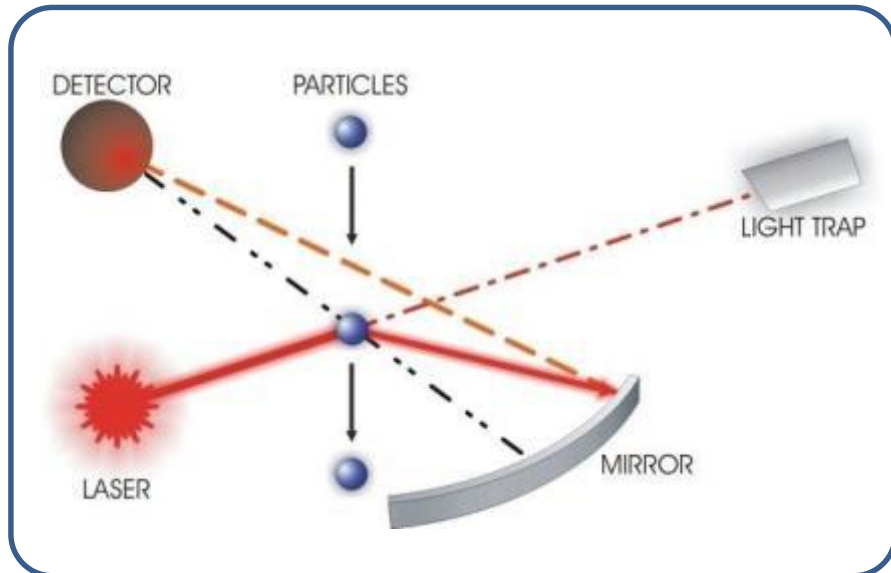
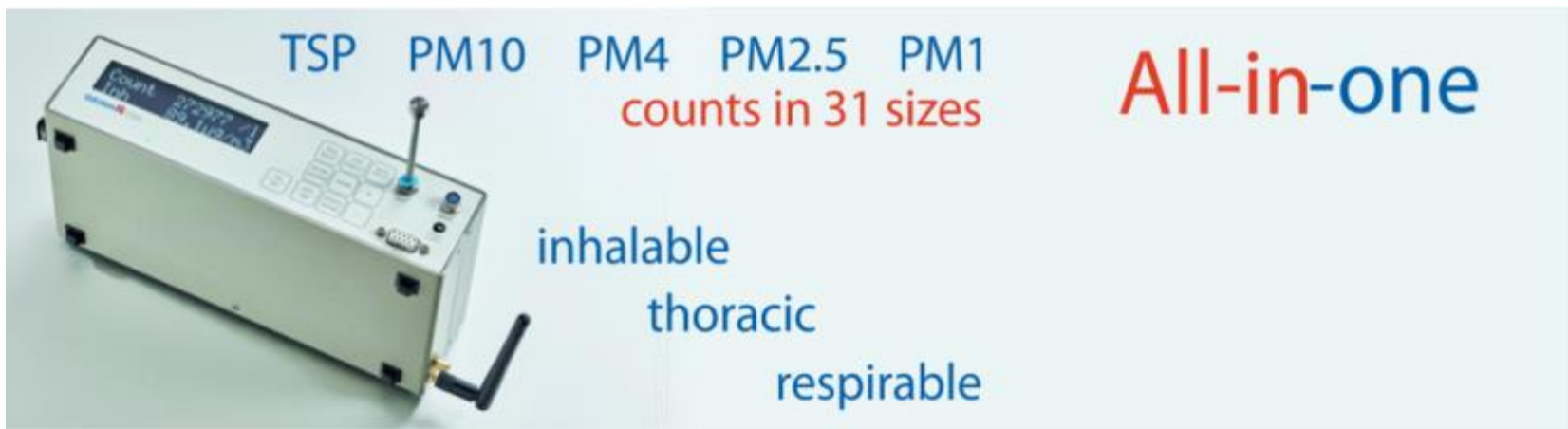
Amostradores
Passivos Ogawa +
Cromatografia de
Íons

- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração

LAS
Laser Aerosol
Spectroscopy

- Compostos orgânicos voláteis
 - Aldeídos
 - COV em geral
- Fungos

LAS – LASER AEROSOL SPECTROSCOPY



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

○ Pelo menos 5 casas de participantes em cada bairro, 4 dias de monitoramento. Parâmetros monitorados:

- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃
- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração

• Compostos orgânicos voláteis

- Aldeídos
- COV em geral

Cartuchos adsorventes
+ Cromatografia
Gasosa e HPLC

• Fungos

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR INTERIOR

○ Pelo menos 5 casas de participantes em cada bairro, 4 dias de monitoramento. Parâmetros monitorados:

- SO₂
- NO_x (NO₂ + NO)
- O₃
- Material particulado (MP10 e MP2.5)
 - Concentração
- Compostos orgânicos voláteis
 - Aldeídos
 - COV em geral

Amostradores de
bioaerosóis
Contagem +
Identificação de
Espécies

- Fungos

BIOAEROSOIS





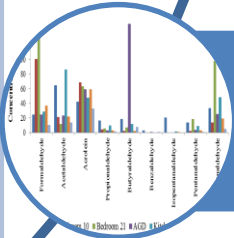
Monitoramento da qualidade do ar exterior



Monitoramento da qualidade do ar interno



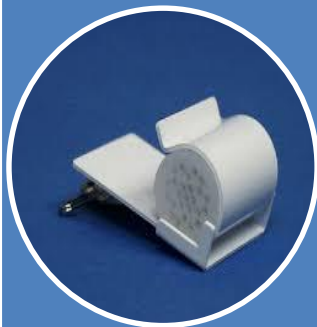
Estudo de exposição



Correlação entre poluição do ar e efeito à saúde

EXPOSIÇÃO PESSOAL

- Parâmetros monitorados: SO₂, NO_x (NO₂ + NO), O₃



Coleta



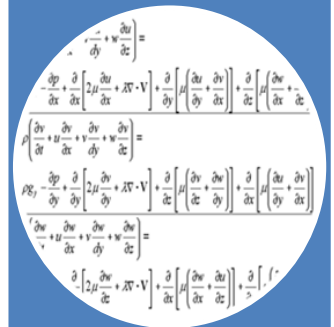
Exposição por
2 a 3 dias



Extração



Análise por
cromatografia
de íons ou
calorimetria



Correlação
entre massa
medida e
concentração
média no
período





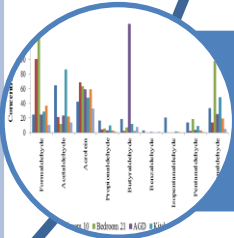
Monitoramento da qualidade do ar exterior



Monitoramento da qualidade do ar interno



Estudo de exposição



Correlação entre poluição do ar e efeito à saúde

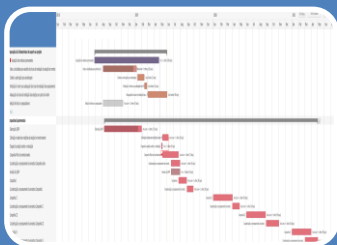
SUMÁRIO



Visão geral do projeto

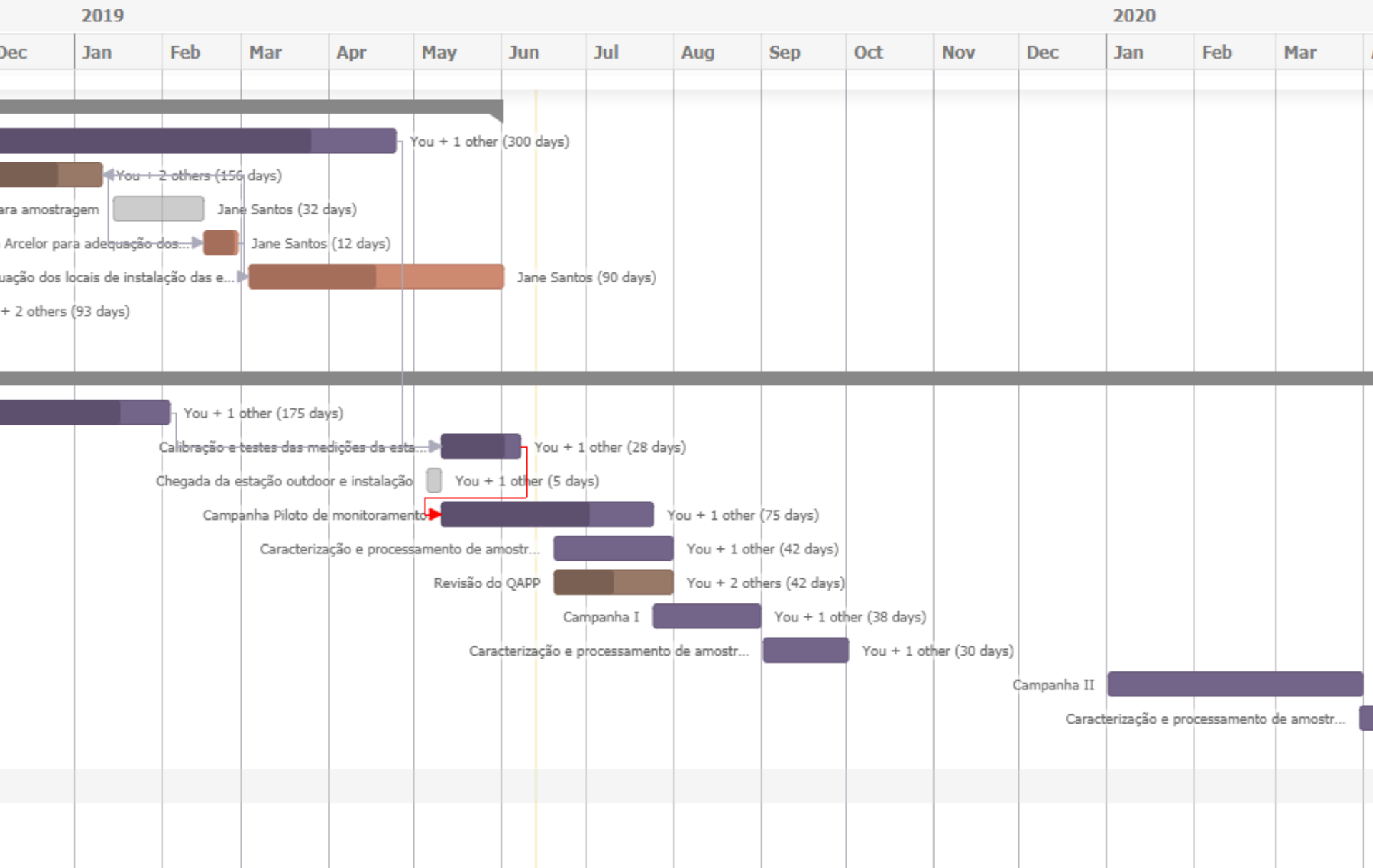


Metodologia experimental (Poluição do Ar)




Cronograma

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO



CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

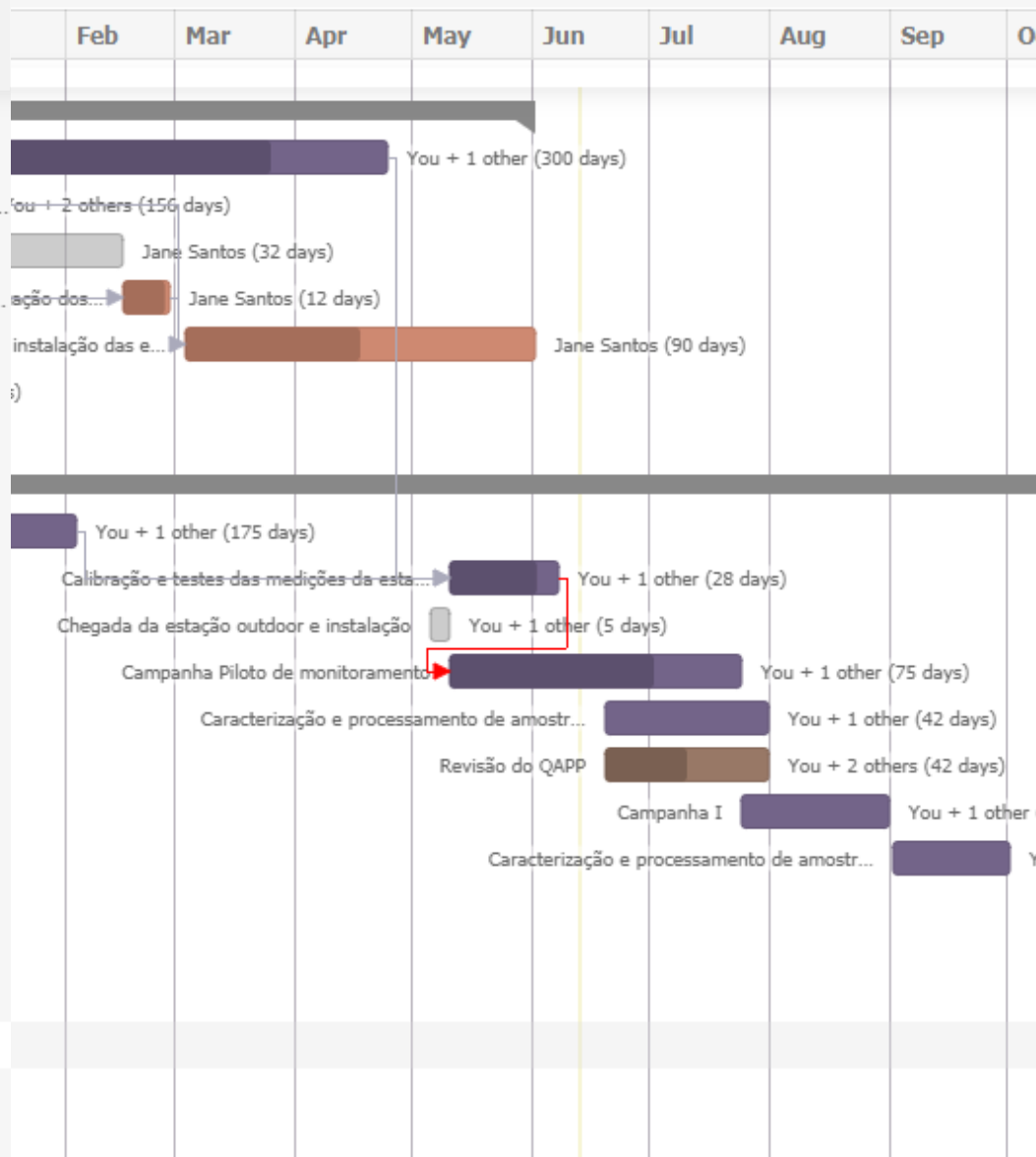
Preparação da Infraestrutura de suporte ao projeto

- >  Aquisição dos materiais permanentes
- > Visitas a localidades para escolha dos locais da instalação da estação de ...
- Contato e autorização para amostragem
- Solicitação à Arcelor para adequação dos locais de instalação dos equipa...
- Adequação dos locais de instalação das estações por parte da Arcellor
- > Seleção de técnico e pesquisadores

[Add...](#)

Campanhas Experimentais

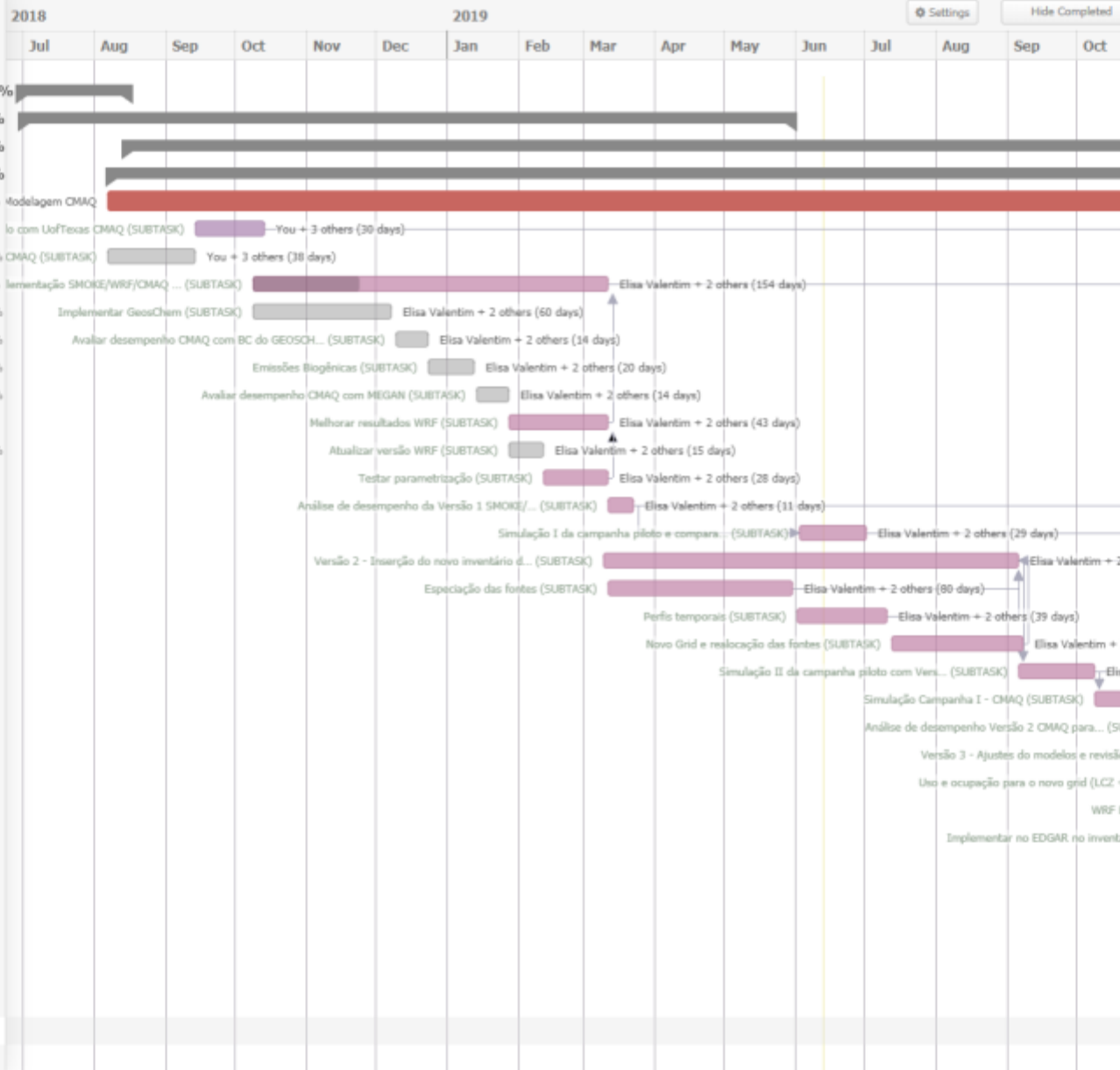
- > Elaboração QAPP
- Calibração e testes das medições da estação de monitoramento
- Chegada da estação outdoor e instalação
- > Campanha Piloto de monitoramento
- Caracterização e processamento de amostras Campanha piloto
- Revisão do QAPP
- > Campanha I
- Caracterização e processamento de amostras Campanha I
- > Campanha II
- Caracterização e processamento de amostras Campanha II
- > Campanha III
- Caracterização e processamento de amostras Campanha III
- > Campanha IV
- Caracterização e processamento de amostras Campanha IV



CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Modelagem e monitoramento dos poluentes atmosféricos na...
FEST

- > Planejamento 100%
- > Preparação da Infraestrutura de suporte ao projeto 85%
- > Campanhas Experimentais 41%
- > Modelagem 14%
 - Modelagem CMAQ 70%
 - Discussão do protocolo com UofTexas CMAQ 0%
 - Elaboração de protocolo SMOKE/WRF/CMAQ 100%
 - Versão 1 - Implementação SMOKE/WRF/CMAQ (Inventário 2010) 30%
 - Implementar GeosChem 100%
 - Avaliar desempenho CMAQ com BC do GEOSCHEM 100%
 - Emissões Biogênicas 100%
 - Avaliar desempenho CMAQ com MEGAN 100%
 - Melhorar resultados WRF 0%
 - Atualizar versão WRF 100%
 - Testar parametrização 0%
 - Análise de desempenho da Versão 1 SMOKE/WRF/CMAQ 0%
 - Simulação I da campanha piloto e comparação com dados experiment... 0%
 - Versão 2 - Inserção do novo inventário de emissões da RMGV - CMAQ 0%
 - Especiação das fontes 0%
 - Perfis temporais 0%
 - Novo Grid e realocação das fontes 0%
 - Simulação II da campanha piloto com Versão 2 CMAQ e comparação c... 0%
 - Simulação Campanha I - CMAQ 0%
 - Análise de desempenho Versão 2 CMAQ para a Campanha I 0%
 - Versão 3 - Ajustes do modelos e revisão das rodadas anteriores 0%
 - Uso e ocupação para o novo grid (LCZ + MODIS) 0%
 - WRF BEP 0%
 - Implementar no EDGAR no inventário 0%
 - Simulação Campanha II - CMAQ 0%
 - Análise de desempenho Versão 3 CMAQ para a Campanha I e II 0%
 - Versão 4 - Ajustes do modelos e revisão das rodadas anteriores 0%
 - Simulação Campanha III - CMAQ 0%
 - Análise de desempenho Versão 4 CMAQ para a Campanha I, II e III 0%
 - Versão 5 - Ajustes do modelos e revisão das rodadas anteriores 0%
 - Simulação Campanha IV - CMAQ 0%
 - Análise de desempenho Versão 5 CMAQ para a Campanha I, II, III e IV 0%



Obrigado pela atenção.

Neyval Costa Reis Junior

Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental



NQUALIAR
NÚCLEO DE ESTUDOS
DA QUALIDADE DO AR



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO ESPÍRITO SANTO