

# LFA - Journal Club (IF-USP)

Faraday Discussions

RSC Publishing

Cite this: *Faraday Discuss.*, 2013, **165**, 203

PAPER

[View Article Online](#)  
[View Journal](#) | [View Issue](#)

## Atmospheric aerosols in Amazonia and land use change: from natural biogenic to biomass burning conditions

Paulo Artaxo,<sup>\*a</sup> Luciana V. Rizzo,<sup>b</sup> Joel F. Brito,<sup>a</sup> Henrique M. J. Barbosa,<sup>a</sup> Andrea Arana,<sup>a</sup> Elisa T. Sena,<sup>a</sup> Glauber G. Cirino,<sup>c</sup> Wanderlei Bastos,<sup>d</sup> Scot T. Martin<sup>e</sup> and Meinrat O. Andreae<sup>f</sup>

Received 9th April 2013, Accepted 21st May 2013

DOI: 10.1039/c3fd00052d

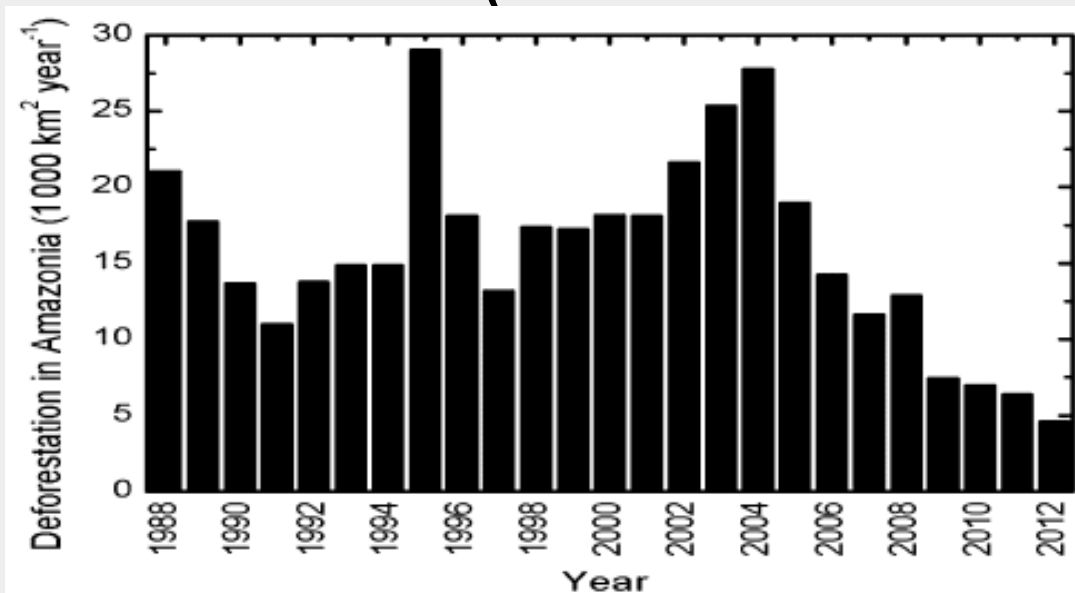
Apresentação: André A. Bürger  
13/03/2019

# Introdução: características gerais da Amazônia

- A Amazônia brasileira: mais de 5,5mi km<sup>2</sup>;
- A região sustenta um robusto ciclo hidrológico que é mantido por grandes quantidades de emissão de vapor de água juntamente com CCNs produzidos pelas emissões da floresta;
- A floresta e seu solo armazena uma grande quantidade de carbono orgânico (~200PgC);
- O sistema de rios é responsável por aproximadamente 20% da água potável do planeta e é altamente vulnerável à mudanças climáticas;

# Introdução: o impacto causado por ações antrópicas

- A expansão da agricultura, pecuária e crescimento de cidade e vilarejos cada vez mais interfere nos processos atmosféricos locais;
- Desmatamento mudou aproximadamente 18% da área de floresta original no Brasil, principalmente na parte sul e oeste (arco do desflorestamento);



# Dessa forma, a Amazônia:

- É um local único para entender os processos atmosféricos anterior ao impacto industrial;
- Torna possível estudar e quantificar a influência antrópica;

# O experimento

- 3 anos de medidas contínuas de gases traços e aerossóis em dois locais com perfis distintos:



# Características do sítio TT34

- 3 anos de medidas contínuas de gases traços e aerossóis em dois locais:



- TT34 – ZF2: sítio dentro da Reserva Florestal Cuieiras;
- Estação chuvosa: janeiro a junho;
- 60km vento acima de Manaus: condições quase-pristinas durante a estação chuvosa;
- Não foram identificadas queimadas dentro ou próxima à Reserva Florestal durante o período de coleta;
- Coleta de aerossol realizado a ~10m acima do dossel;

# Características do sítio PVH

- 3 anos de medidas contínuas de gases traços e aerossóis em dois locais:

- Sítio localizado ~5km vento acima de Porto Velho, capital de Rondônia, em uma reserva ecológica;
- Toda esta região de Rondônia está sob influência da mudança do uso de terra desde a década de 90;
- O sítio fica próximo ao arco do desflorestamento, região impactada pela maior densidade populacional e onde é possível verificar grandes plumas de fumaça;
- Estação chuvosa: Janeiro a Maio.



# Propriedades Medidas

1. Coleta do aerossol em filtros separados por moda fina ( $D_p < 2\mu\text{m}$ ) e grossa ( $10\mu\text{m} > D_p > 2\mu\text{m}$ ):
  1. Concentração mássica por gravimetria;
  2. Concentração elementar por fluorescência para 25 elementos;
  3. Concentração de Black Carbon (BC) por refletância óptica;
2. Distribuição de tamanho: de 10 a 500nm com o Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS);
3. Concentração de partículas com o CPC;
4. Concentração e composição química do material particulado não refratário e submicrométrico (orgânicos, sulfato, nitrato, amônia e cloreto) com o ACSM;
5. Propriedades ópticas do aerossol com nefelômetros e MAAP
6. Ozone Mixing Ratio e CO com o monitor 49i e o Picarro G2301, respectivamente.



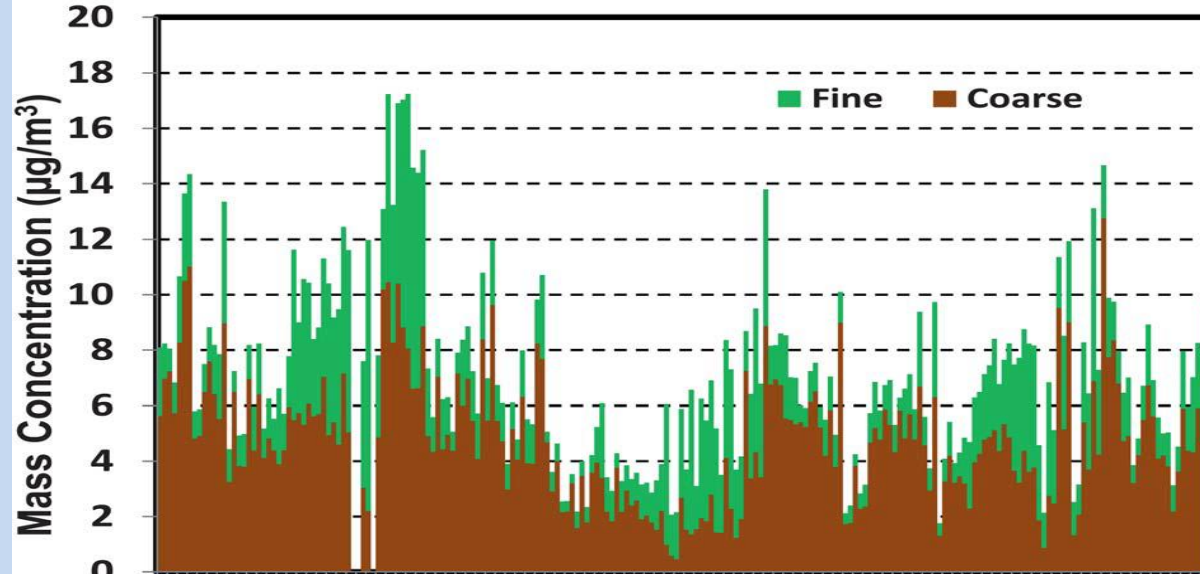
# Resultados

# Propriedades Medidas

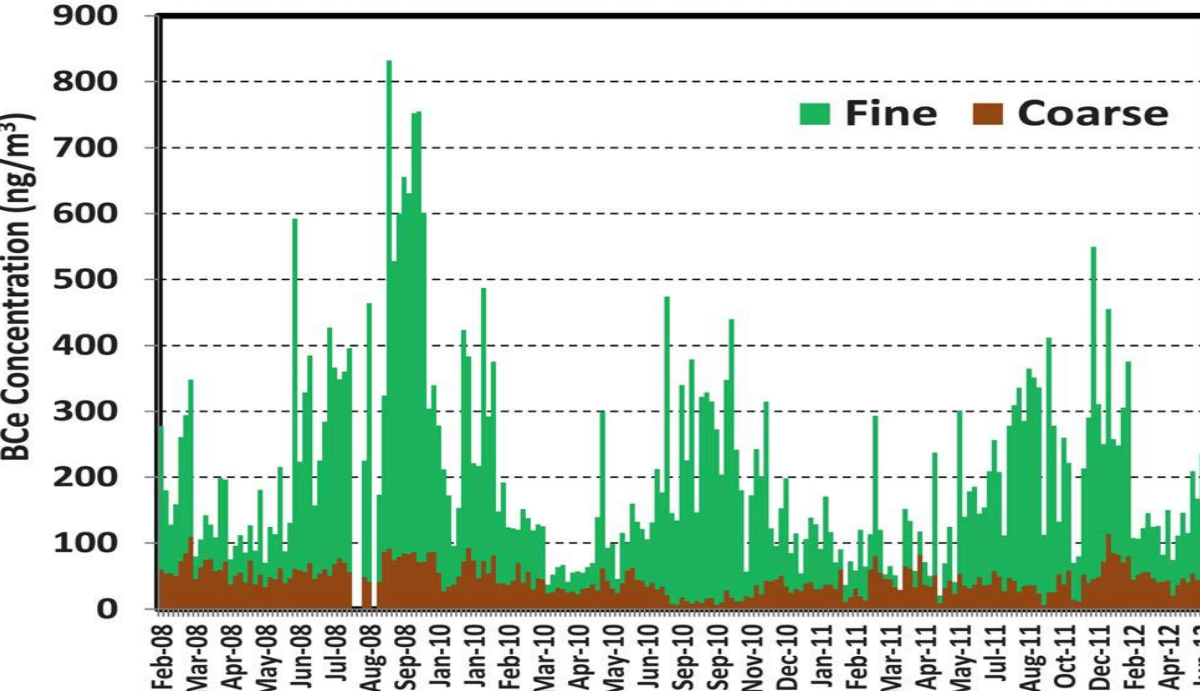
1. Coleta do aerossol em filtros separados por moda fina ( $D_p < 2\mu\text{m}$ ) e grossa ( $10\mu\text{m} > D_p > 2\mu\text{m}$ ):
  - 1. Concentração mássica por gravimetria;
  - 2. Concentração elementar por fluorescência para 25 elementos;
  - 3. Concentração de Black Carbon (BC) por refletância óptica;
2. Distribuição de tamanho: de 10 a 500nm com o Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS);
3. Concentração de partículas com o CPC;
4. Concentração e composição química do material particulado não refratário e submicrométrico (orgânicos, sulfato, nitrato, amônia e cloreto) com o ACSM;
5. Propriedades ópticas do aerossol com nefelômetros e MAAP
6. Ozone Mixing Ratio e CO com o monitor 49i e o Picarro G2301, respectivamente.

# TT34: Concentração mássica e BC

Manaus TT34 ZF2 PM10, fine and coarse mode aerosol 2008-2012



Manaus TT34 ZF2 equivalent black carbon fine and coarse mode aerosol 2008-2012

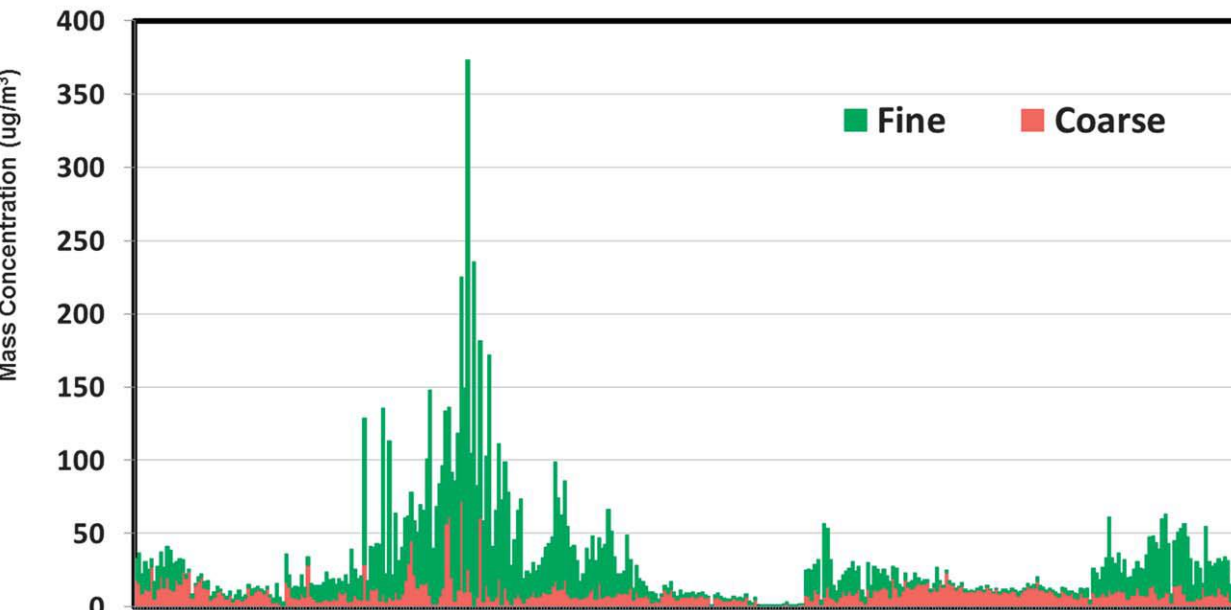


- Baixa concentração de MP;
- Não se verifica forte tendência temporal do MP;
- BC apresenta comportamento sazonal com maiores concentrações devido a queima de biomassa;

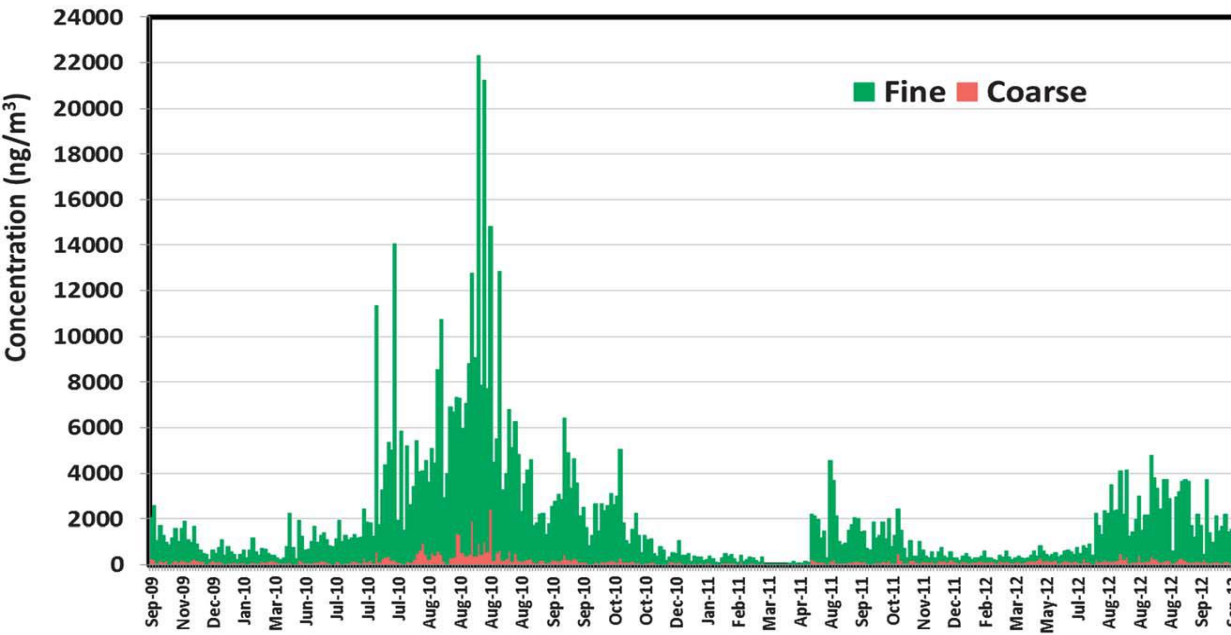
	Estação	Concentração		
Moda Fina (ug/m <sup>3</sup> )	Chuvosa	1,3	±	0,7
	Seca	3,4	±	2,0
Moda Grossa (ug/m <sup>3</sup> )	Chuvosa	5,0	±	2,0
	Seca	4,4	±	2,4
eBC fino (ng/m <sup>3</sup> )	Chuvosa	98	±	83
	Seca	235	±	156
eBC grosso (ng/m <sup>3</sup> )	Chuvosa	47	±	20
	Seca	41	±	22

# PVH: Concentração mássica e BC

Porto Velho SFU PM10, fine and coarse mode aerosols 2009-2012



Porto Velho SFU Black Carbon - Fine and Coarse Mode



- 2010: grande seca ocorre na Amazônia:
  - $MP \sim 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $BC \sim 22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- Estação seca: aumento de 10 vezes na concentração da moda fina em relação a TT34;
- Estação chuvosa: aumento de 3x. Mudanças no uso do solo levam a um aumento na concentração de aerossol.

	Estação	Concentração		
Moda Fina ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Chuva	3,6	±	4,5
	Seca	33,0	±	36,0
Moda Grossa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Chuva	8,8	±	5,3
	Seca	10,2	±	9,0
eBC fino ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Chuva	405	±	369
	Seca	2801	±	2922
eBC grosso ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Chuva	102	±	58
	Seca	222	±	230

# A composição elementar do aerossol: fração inorgânica

- Composição é influenciada por processos atmosféricos e fontes emissoras;
- 10%-20% da massa da moda fina;
- 10% da massa da moda grossa;

# TT34 - Composição elementar

	Dry Season				Wet Season			
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	3400 ± 2000	94	4425 ± 2429	94	1300 ± 700	104	5000 ± 2000	104
BC <sub>e</sub>	235 ± 156	94	41 ± 22	94	98 ± 83	104	47 ± 20	104
Na	20 ± 18	64	28. ± 25	66	10.0 ± 8.3	65	26 ± 24	79
Mg	4.6 ± 6.2	84	8.1 ± 8.8	92	10 ± 13	87	13 ± 14	94
Al	18 ± 20	96	25 ± 25	97	42 ± 64	106	44 ± 63	100
Si	27 ± 34	95	37 ± 37	97	77 ± 116	107	85 ± 122	103
P	4.8 ± 3.3	97	17 ± 12	96	3.0 ± 1.9	110	23.0 ± 8.0	110
S	175 ± 114	97	38 ± 24	97	74 ± 45	110	35 ± 16	110
Cl	2.0 ± 1.9	46	20 ± 25	96	1.7 ± 1.7	70	46 ± 57	110
K	74 ± 66	97	54 ± 30	97	26 ± 21	110	68 ± 22	110
Ca	4.9 ± 7.0	97	13 ± 22	97	6.1 ± 7.6	110	14 ± 14	110
Ti	1.5 ± 1.4	82	2.7 ± 2.5	93	2.8 ± 4.1	100	3.4 ± 4.5	100
V	0.2 ± 0.3	73	0.2 ± 0.3	63	0.2 ± 0.4	73	0.1 ± 0.1	67
Cr	0.3 ± 0.4	52	0.3 ± 0.2	76	0.2 ± 0.2	67	0.2 ± 0.2	94
Mn	0.3 ± 0.3	83	0.4 ± 0.4	84	0.4 ± 0.5	92	0.6 ± 0.6	97
Fe	12 ± 12	97	21 ± 18	97	20 ± 27	105	23 ± 31	110
Ni	0.2 ± 0.2	74	0.1 ± 0.1	69	0.2 ± 0.3	88	0.1 ± 0.1	68
Cu	1.3 ± 4.5	75	0.3 ± 0.9	86	0.2 ± 0.5	89	0.2 ± 0.2	96
Zn	1.6 ± 3.6	97	1.0 ± 1.9	92	0.4 ± 0.4	103	0.6 ± 0.5	110
Br	0.7 ± 0.5	83	0.3 ± 0.3	75	0.3 ± 0.4	81	0.3 ± 0.4	84
Rb	0.2 ± 0.3	25	0.2 ± 0.2	26	0.2 ± 0.2	39	0.2 ± 0.1	52
Sr	1.3 ± 1.1	15	0.6 ± 0.8	7	1.1 ± 1.2	14	0.5 ± 0.5	14
Sb	1.5 ± 1.2	9	1.1 ± 1.1	13	1.4 ± 0.9	15	1.0 ± 0.9	14
Pb	0.4 ± 0.5	78	0.3 ± 0.5	63	0.4 ± 0.5	83	0.4 ± 0.6	75
BC <sub>e</sub> /PM (%)	6.9 ± 7.8	94	0.9 ± 0.9	94	7.5 ± 11.8	104	0.9 ± 1.0	104
SO4/PM (%)	15.4 ± 17.1	94	2.6 ± 2.9	94	17.1 ± 19.3	104	2.1 ± 2.4	104

# TT34 - Composição elementar

- S e BCe na fração fina: observa-se o dobro na estação seca em relação à chuvosa.

	Dry Season				Wet Season			
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	3400 ± 2000	94	4425 ± 2429	94	1300 ± 700	104	5000 ± 2000	104
BC <sub>e</sub>	235 ± 156	94	41 ± 22	94	98 ± 83	104	47 ± 20	104
Na	20 ± 18	64	28. ± 25	66	10.0 ± 8.3	65	26 ± 24	79
Mg	4.6 ± 6.2	84	8.1 ± 8.8	92	10 ± 13	87	13 ± 14	94
Al	18 ± 20	96	25 ± 25	97	42 ± 64	106	44 ± 63	100
Si	27 ± 34	95	37 ± 37	97	77 ± 116	107	85 ± 122	103
P	4.8 ± 3.3	97	17 ± 12	96	3.0 ± 1.9	110	23.0 ± 8.0	110
S	175 ± 114	97	38 ± 24	97	74 ± 45	110	35 ± 16	110
Cl	2.0 ± 1.9	46	20 ± 25	96	1.7 ± 1.7	70	46 ± 57	110
K	74 ± 66	97	54 ± 30	97	26 ± 21	110	68 ± 22	110
Ca	4.9 ± 7.0	97	13 ± 22	97	6.1 ± 7.6	110	14 ± 14	110
Ti	1.5 ± 1.4	82	2.7 ± 2.5	93	2.8 ± 4.1	100	3.4 ± 4.5	100
V	0.2 ± 0.3	73	0.2 ± 0.3	63	0.2 ± 0.4	73	0.1 ± 0.1	67
Cr	0.3 ± 0.4	52	0.3 ± 0.2	76	0.2 ± 0.2	67	0.2 ± 0.2	94
Mn	0.3 ± 0.3	83	0.4 ± 0.4	84	0.4 ± 0.5	92	0.6 ± 0.6	97
Fe	12 ± 12	97	21 ± 18	97	20 ± 27	105	23 ± 31	110
Ni	0.2 ± 0.2	74	0.1 ± 0.1	69	0.2 ± 0.3	88	0.1 ± 0.1	68
Cu	1.3 ± 4.5	75	0.3 ± 0.9	86	0.2 ± 0.5	89	0.2 ± 0.2	96
Zn	1.6 ± 3.6	97	1.0 ± 1.9	92	0.4 ± 0.4	103	0.6 ± 0.5	110
Br	0.7 ± 0.5	83	0.3 ± 0.3	75	0.3 ± 0.4	81	0.3 ± 0.4	84
Rb	0.2 ± 0.3	25	0.2 ± 0.2	26	0.2 ± 0.2	39	0.2 ± 0.1	52
Sr	1.3 ± 1.1	15	0.6 ± 0.8	7	1.1 ± 1.2	14	0.5 ± 0.5	14
Sb	1.5 ± 1.2	9	1.1 ± 1.1	13	1.4 ± 0.9	15	1.0 ± 0.9	14
Pb	0.4 ± 0.5	78	0.3 ± 0.5	63	0.4 ± 0.5	83	0.4 ± 0.6	75
BC <sub>e</sub> /PM (%)	6.9 ± 7.8	94	0.9 ± 0.9	94	7.5 ± 11.8	104	0.9 ± 1.0	104
SO <sub>4</sub> /PM (%)	15.4 ± 17.1	94	2.6 ± 2.9	94	17.1 ± 19.3	104	2.1 ± 2.4	104

# TT34 - Composição elementar

• S e BCe observa-se o dobro na estação seca em relação à chuvosa.

V, Cr, Mn, Ni, Pb:  
<1ng/m<sup>3</sup>;

	Dry Season				Wet Season			
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	3400 ± 2000	94	4425 ± 2429	94	1300 ± 700	104	5000 ± 2000	104
BC <sub>e</sub>	235 ± 156	94	41 ± 22	94	98 ± 83	104	47 ± 20	104
Na	20 ± 18	64	28. ± 25	66	10.0 ± 8.3	65	26 ± 24	79
Mg	4.6 ± 6.2	84	8.1 ± 8.8	92	10 ± 13	87	13 ± 14	94
Al	18 ± 20	96	25 ± 25	97	42 ± 64	106	44 ± 63	100
Si	27 ± 34	95	37 ± 37	97	77 ± 116	107	85 ± 122	103
P	4.8 ± 3.3	97	17 ± 12	96	3.0 ± 1.9	110	23.0 ± 8.0	110
S	175 ± 114	97	38 ± 24	97	74 ± 45	110	35 ± 16	110
Cl	2.0 ± 1.9	46	20 ± 25	96	1.7 ± 1.7	70	46 ± 57	110
K	74 ± 66	97	54 ± 30	97	26 ± 21	110	68 ± 22	110
Ca	4.9 ± 7.0	97	13 ± 22	97	6.1 ± 7.6	110	14 ± 14	110
Ti	1.5 ± 1.4	82	2.7 ± 2.5	93	2.8 ± 4.1	100	3.4 ± 4.5	100
V	0.2 ± 0.3	73	0.2 ± 0.3	63	0.2 ± 0.4	73	0.1 ± 0.1	67
Cr	0.3 ± 0.4	52	0.3 ± 0.2	76	0.2 ± 0.2	67	0.2 ± 0.2	94
Mn	0.3 ± 0.3	83	0.4 ± 0.4	84	0.4 ± 0.5	92	0.6 ± 0.6	97
Fe	12 ± 12	97	21 ± 18	97	20 ± 27	105	23 ± 31	110
Ni	0.2 ± 0.2	74	0.1 ± 0.1	69	0.2 ± 0.3	88	0.1 ± 0.1	68
Cu	1.3 ± 4.5	75	0.3 ± 0.9	86	0.2 ± 0.5	89	0.2 ± 0.2	96
Zn	1.6 ± 3.6	97	1.0 ± 1.9	92	0.4 ± 0.4	103	0.6 ± 0.5	110
Br	0.7 ± 0.5	83	0.3 ± 0.3	75	0.3 ± 0.4	81	0.3 ± 0.4	84
Rb	0.2 ± 0.3	25	0.2 ± 0.2	26	0.2 ± 0.2	39	0.2 ± 0.1	52
Sr	1.3 ± 1.1	15	0.6 ± 0.8	7	1.1 ± 1.2	14	0.5 ± 0.5	14
Sb	1.5 ± 1.2	9	1.1 ± 1.1	13	1.4 ± 0.9	15	1.0 ± 0.9	14
Pb	0.4 ± 0.5	78	0.3 ± 0.5	63	0.4 ± 0.5	83	0.4 ± 0.6	75
BC <sub>e</sub> /PM (%)	6.9 ± 7.8	94	0.9 ± 0.9	94	7.5 ± 11.8	104	0.9 ± 1.0	104
SO <sub>4</sub> /PM (%)	15.4 ± 17.1	94	2.6 ± 2.9	94	17.1 ± 19.3	104	2.1 ± 2.4	104



# TT34 - Composição elementar

• S e BCe observa-se o dobro na estação seca em relação à chuvosa.

V, Cr, Mn, Ni, Pb:  
<1ng/m<sup>3</sup>;

Fe, Al, Si, Ti:  
concentrações  
baixas  
(<300ng/m<sup>3</sup>);

	Dry Season				Wet Season			
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	3400 ± 2000	94	4425 ± 2429	94	1300 ± 700	104	5000 ± 2000	104
BC <sub>e</sub>	235 ± 156	94	41 ± 22	94	98 ± 83	104	47 ± 20	104
Na	20 ± 18	64	28. ± 25	66	10.0 ± 8.3	65	26 ± 24	79
Mg	4.6 ± 6.2	84	8.1 ± 8.8	92	10 ± 13	87	13 ± 14	94
Al	18 ± 20	96	25 ± 25	97	42 ± 64	106	44 ± 63	100
Si	27 ± 34	95	37 ± 37	97	77 ± 116	107	85 ± 122	103
P	4.8 ± 3.3	97	17 ± 12	96	3.0 ± 1.9	110	23.0 ± 8.0	110
S	175 ± 114	97	38 ± 24	97	74 ± 45	110	35 ± 16	110
Cl	2.0 ± 1.9	46	20 ± 25	96	1.7 ± 1.7	70	46 ± 57	110
K	74 ± 66	97	54 ± 30	97	26 ± 21	110	68 ± 22	110
Ca	4.9 ± 7.0	97	13 ± 22	97	6.1 ± 7.6	110	14 ± 14	110
Ti	1.5 ± 1.4	82	2.7 ± 2.5	93	2.8 ± 4.1	100	3.4 ± 4.5	100
V	0.2 ± 0.3	73	0.2 ± 0.3	63	0.2 ± 0.4	73	0.1 ± 0.1	67
Cr	0.3 ± 0.4	52	0.3 ± 0.2	76	0.2 ± 0.2	67	0.2 ± 0.2	94
Mn	0.3 ± 0.3	83	0.4 ± 0.4	84	0.4 ± 0.5	92	0.6 ± 0.6	97
Fe	12 ± 12	97	21 ± 18	97	20 ± 27	105	23 ± 31	110
Ni	0.2 ± 0.2	74	0.1 ± 0.1	69	0.2 ± 0.3	88	0.1 ± 0.1	68
Cu	1.3 ± 4.5	75	0.3 ± 0.9	86	0.2 ± 0.5	89	0.2 ± 0.2	96
Zn	1.6 ± 3.6	97	1.0 ± 1.9	92	0.4 ± 0.4	103	0.6 ± 0.5	110
Br	0.7 ± 0.5	83	0.3 ± 0.3	75	0.3 ± 0.4	81	0.3 ± 0.4	84
Rb	0.2 ± 0.3	25	0.2 ± 0.2	26	0.2 ± 0.2	39	0.2 ± 0.1	52
Sr	1.3 ± 1.1	15	0.6 ± 0.8	7	1.1 ± 1.2	14	0.5 ± 0.5	14
Sb	1.5 ± 1.2	9	1.1 ± 1.1	13	1.4 ± 0.9	15	1.0 ± 0.9	14
Pb	0.4 ± 0.5	78	0.3 ± 0.5	63	0.4 ± 0.5	83	0.4 ± 0.6	75
BC <sub>e</sub> /PM (%)	6.9 ± 7.8	94	0.9 ± 0.9	94	7.5 ± 11.8	104	0.9 ± 1.0	104
SO <sub>4</sub> /PM (%)	15.4 ± 17.1	94	2.6 ± 2.9	94	17.1 ± 19.3	104	2.1 ± 2.4	104

# TT34 - Composição elementar

	Dry Season				Wet Season			
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	3400 ± 2000	94	4425 ± 2429	94	1300 ± 700	104	5000 ± 2000	104
BC <sub>e</sub>	235 ± 156	94	41 ± 22	94	98 ± 83	104	47 ± 20	104
Na	20 ± 18	64	28. ± 25	66	10.0 ± 8.3	65	26 ± 24	79
Mg	4.6 ± 6.2	84	8.1 ± 8.8	92	10 ± 13	87	13 ± 14	94
Al	18 ± 20	96	25 ± 25	97	42 ± 64	106	44 ± 63	100
Si	27 ± 34	95	37 ± 37	97	77 ± 116	107	85 ± 122	103
P	4.8 ± 3.3	97	17 ± 12	96	3.0 ± 1.9	110	23.0 ± 8.0	110
S	175 ± 114	97	38 ± 24	97	74 ± 45	110	35 ± 16	110
Cl	2.0 ± 1.9	46	20 ± 25	96	1.7 ± 1.7	70	46 ± 57	110
K	74 ± 66	97	54 ± 30	97	26 ± 21	110	68 ± 22	110
Ca	4.9 ± 7.0	97	13 ± 22	97	6.1 ± 7.6	110	14 ± 14	110
Ti	1.5 ± 1.4	82	2.7 ± 2.5	93	2.8 ± 4.1	100	3.4 ± 4.5	100
V	0.2 ± 0.3	73	0.2 ± 0.3	63	0.2 ± 0.4	73	0.1 ± 0.1	67
Cr	0.3 ± 0.4	52	0.3 ± 0.2	76	0.2 ± 0.2	67	0.2 ± 0.2	94
Mn	0.3 ± 0.3	83	0.4 ± 0.4	84	0.4 ± 0.5	92	0.6 ± 0.6	97
Fe	12 ± 12	97	21 ± 18	97	20 ± 27	105	23 ± 31	110
Ni	0.2 ± 0.2	74	0.1 ± 0.1	69	0.2 ± 0.3	88	0.1 ± 0.1	68
Cu	1.3 ± 4.5	75	0.3 ± 0.9	86	0.2 ± 0.5	89	0.2 ± 0.2	96
Zn	1.6 ± 3.6	97	1.0 ± 1.9	92	0.4 ± 0.4	103	0.6 ± 0.5	110
Br	0.7 ± 0.5	83	0.3 ± 0.3	75	0.3 ± 0.4	81	0.3 ± 0.4	84
Rb	0.2 ± 0.3	25	0.2 ± 0.2	26	0.2 ± 0.2	39	0.2 ± 0.1	52
Sr	1.3 ± 1.1	15	0.6 ± 0.8	7	1.1 ± 1.2	14	0.5 ± 0.5	14
Sb	1.5 ± 1.2	9	1.1 ± 1.1	13	1.4 ± 0.9	15	1.0 ± 0.9	14
Pb	0.4 ± 0.5	78	0.3 ± 0.5	63	0.4 ± 0.5	83	0.4 ± 0.6	75
BC <sub>e</sub> /PM (%)	6.9 ± 7.8	94	0.9 ± 0.9	94	7.5 ± 11.8	104	0.9 ± 1.0	104
SO <sub>4</sub> /PM (%)	15.4 ± 17.1	94	2.6 ± 2.9	94	17.1 ± 19.3	104	2.1 ± 2.4	104

S e BCe observa-se o dobro na estação seca em relação à chuvosa.

V, Cr, Mn, Ni, Pb:  
<1ng/m<sup>3</sup>;

Fe, Al, Si, Ti:  
concentrações  
baixas  
(<300ng/m<sup>3</sup>);

K, P e Zn na moda  
grossa:  
constantes  
durante o ano;

# PVH - Composição elementar

	Dry Season			Wet Season				
	Fine Mode	<i>N</i>	Coarse Mode	<i>N</i>	Fine Mode	<i>N</i>	Coarse Mode	<i>N</i>
PM	33000 ± 36000	209	10200 ± 9000	209	3600 ± 4500	150	8800 ± 5300	150
BC <sub>e</sub>	2801 ± 2922	209	222 ± 230	209	405 ± 369	150	102 ± 58	150
Na	48 ± 54	124	44 ± 47	120	14 ± 22	102	16 ± 25	106
Mg	32 ± 30	67	69 ± 144	87	6.5 ± 6.8	61	10 ± 17	81
Al	194 ± 166	209	351 ± 312	201	29 ± 49	150	63 ± 94	142
Si	198 ± 166	209	418 ± 370	207	38 ± 59	150	88 ± 118	145
P	19 ± 12	209	19 ± 17	180	7.3 ± 6.1	150	45 ± 31	150
S	568 ± 469	209	120 ± 138	163	146 ± 172	150	55 ± 40	150
Cl	13 ± 18	87	9.0 ± 10	128	1.6 ± 2.3	20	13 ± 13	147
K	506 ± 418	209	130 ± 124	209	71 ± 88	150	121 ± 70	150
Ca	17 ± 14	209	43 ± 42	204	4.5 ± 5.6	150	16 ± 23	149
Ti	15 ± 13	209	30 ± 26	205	1.9 ± 3.0	150	6.0 ± 8.3	144
V	1.5 ± 2.0	67	1.8 ± 2.6	88	0.3 ± 0.4	82	0.2 ± 0.4	84
Cr	4.0 ± 5.1	78	3.1 ± 4.6	124	0.8 ± 1.1	54	0.6 ± 0.9	91
Mn	2.7 ± 3.4	119	3.1 ± 4.0	123	0.4 ± 0.6	119	0.7 ± 0.5	127
Fe	178 ± 150	209	340 ± 286	209	27 ± 41	150	79 ± 95	150
Ni	1.4 ± 2.6	75	1.2 ± 2.0	30	0.2 ± 0.2	46	0.2 ± 0.4	27
Cu	1.8 ± 2.7	133	1.5 ± 2.2	95	0.7 ± 2.3	129	0.4 ± 0.4	128
Zn	3.3 ± 2.5	170	2.0 ± 2.0	139	1.0 ± 1.5	143	1.3 ± 1.8	147
Br	5.9 ± 7.4	180	3.2 ± 4.0	122	0.7 ± 0.9	115	0.5 ± 0.4	105
Rb	2.7 ± 2.9	133	2.2 ± 3.2	139	0.3 ± 0.5	98	0.4 ± 0.4	99
Sr	8.6 ± 14	64	10 ± 15	77	1.9 ± 2.5	47	1.6 ± 1.9	52
Sb	8.5 ± 6.0	15	20 ± 26	27	1.6 ± 1.5	28	2.2 ± 2.8	42
Pb	6.2 ± 9.4	142	5.9 ± 8.9	147	1.1 ± 1.2	105	0.9 ± 1.0	93
BC <sub>e</sub> /PM (%)	8.5 ± 8.1	209	2.2 ± 2.6	209	11.3 ± 8.2	150	1.2 ± 1.1	150
SO <sub>4</sub> /PM (%)	5.2 ± 3.9	209	3.5 ± 4.6	163	12.2 ± 11.5	150	1.9 ± 2.3	150

# PVH - Composição elementar

	Dry Season			Wet Season				
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	33000 ± 36000	209	10200 ± 9000	209	3600 ± 4500	150	8800 ± 5300	150
BC <sub>e</sub>	2801 ± 2922	209	222 ± 230	209	405 ± 369	150	102 ± 58	150
Na	48 ± 54	124	44 ± 47	120	14 ± 22	102	16 ± 25	106
Mg	32 ± 30	67	69 ± 144	87	6.5 ± 6.8	61	10 ± 17	81
Al	194 ± 166	209	351 ± 312	201	29 ± 49	150	63 ± 94	142
Si	198 ± 166	209	418 ± 370	207	38 ± 59	150	88 ± 118	145
P	19 ± 12	209	19 ± 17	180	7.3 ± 6.1	150	45 ± 31	150
S	568 ± 469	209	120 ± 138	163	146 ± 172	150	55 ± 40	150
Cl	13 ± 18	87	9.0 ± 10	128	1.6 ± 2.3	20	13 ± 13	147
K	506 ± 418	209	130 ± 124	209	71 ± 88	150	121 ± 70	150
Ca	17 ± 14	209	43 ± 42	204	4.5 ± 5.6	150	16 ± 23	149
Ti	15 ± 13	209	30 ± 26	205	1.9 ± 3.0	150	6.0 ± 8.3	144
V	1.5 ± 2.0	67	1.8 ± 2.6	88	0.3 ± 0.4	82	0.2 ± 0.4	84
Cr	4.0 ± 5.1	78	3.1 ± 4.6	124	0.8 ± 1.1	54	0.6 ± 0.9	91
Mn	2.7 ± 3.4	119	3.1 ± 4.0	123	0.4 ± 0.6	119	0.7 ± 0.5	127
Fe	178 ± 150	209	340 ± 286	209	27 ± 41	150	79 ± 95	150
Ni	1.4 ± 2.6	75	1.2 ± 2.0	30	0.2 ± 0.2	46	0.2 ± 0.4	27
Cu	1.8 ± 2.7	133	1.5 ± 2.2	95	0.7 ± 2.3	129	0.4 ± 0.4	128
Zn	3.3 ± 2.5	170	2.0 ± 2.0	139	1.0 ± 1.5	143	1.3 ± 1.8	147
Br	5.9 ± 7.4	180	3.2 ± 4.0	122	0.7 ± 0.9	115	0.5 ± 0.4	105
Rb	2.7 ± 2.9	133	2.2 ± 3.2	139	0.3 ± 0.5	98	0.4 ± 0.4	99
Sr	8.6 ± 14	64	10 ± 15	77	1.9 ± 2.5	47	1.6 ± 1.9	52
Sb	8.5 ± 6.0	15	20 ± 26	27	1.6 ± 1.5	28	2.2 ± 2.8	42
Pb	6.2 ± 9.4	142	5.9 ± 8.9	147	1.1 ± 1.2	105	0.9 ± 1.0	93
BC <sub>e</sub> /PM (%)	8.5 ± 8.1	209	2.2 ± 2.6	209	11.3 ± 8.2	150	1.2 ± 1.1	150
SO <sub>4</sub> /PM (%)	5.2 ± 3.9	209	3.5 ± 4.6	163	12.2 ± 11.5	150	1.9 ± 2.3	150

• S: concentração 8 vezes maior que aTT34 durante a estação seca (175ng/m<sup>3</sup>);

Resultado semelhante a medidas anteriores na região em 1999 (529ng/m<sup>3</sup>);

SO<sub>4</sub> tem proporção maior em relação a massa durante a estação chuvosa do que na seca;

# PVH - Composição elementar

Dry Season

Wet Season

	Dry Season			Wet Season				
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	33000 ± 36000	209	10200 ± 9000	209	3600 ± 4500	150	8800 ± 5300	150
BC <sub>e</sub>	2801 ± 2922	209	222 ± 230	209	405 ± 369	150	102 ± 58	150
Na	48 ± 54	124	44 ± 47	120	14 ± 22	102	16 ± 25	106
Mg	32 ± 30	67	69 ± 144	87	6.5 ± 6.8	61	10 ± 17	81
Al	194 ± 166	209	351 ± 312	201	29 ± 49	150	63 ± 94	142
Si	198 ± 166	209	418 ± 370	207	38 ± 59	150	88 ± 118	145
P	19 ± 12	209	19 ± 17	180	7.3 ± 6.1	150	45 ± 31	150
S	568 ± 469	209	120 ± 138	163	146 ± 172	150	55 ± 40	150
Cl	13 ± 18	87	9.0 ± 10	128	1.6 ± 2.3	20	13 ± 13	147
K	506 ± 418	209	130 ± 124	209	71 ± 88	150	121 ± 70	150
Ca	17 ± 14	209	43 ± 42	204	4.5 ± 5.6	150	16 ± 23	149
Ti	15 ± 13	209	30 ± 26	205	1.9 ± 3.0	150	6.0 ± 8.3	144
V	1.5 ± 2.0	67	1.8 ± 2.6	88	0.3 ± 0.4	82	0.2 ± 0.4	84
Cr	4.0 ± 5.1	78	3.1 ± 4.6	124	0.8 ± 1.1	54	0.6 ± 0.9	91
Mn	2.7 ± 3.4	119	3.1 ± 4.0	123	0.4 ± 0.6	119	0.7 ± 0.5	127
Fe	178 ± 150	209	340 ± 286	209	27 ± 41	150	79 ± 95	150
Ni	1.4 ± 2.6	75	1.2 ± 2.0	30	0.2 ± 0.2	46	0.2 ± 0.4	27
Cu	1.8 ± 2.7	133	1.5 ± 2.2	95	0.7 ± 2.3	129	0.4 ± 0.4	128
Zn	3.3 ± 2.5	170	2.0 ± 2.0	139	1.0 ± 1.5	143	1.3 ± 1.8	147
Br	5.9 ± 7.4	180	3.2 ± 4.0	122	0.7 ± 0.9	115	0.5 ± 0.4	105
Rb	2.7 ± 2.9	133	2.2 ± 3.2	139	0.3 ± 0.5	98	0.4 ± 0.4	99
Sr	8.6 ± 14	64	10 ± 15	77	1.9 ± 2.5	47	1.6 ± 1.9	52
Sb	8.5 ± 6.0	15	20 ± 26	27	1.6 ± 1.5	28	2.2 ± 2.8	42
Pb	6.2 ± 9.4	142	5.9 ± 8.9	147	1.1 ± 1.2	105	0.9 ± 1.0	93
BC <sub>e</sub> /PM (%)	8.5 ± 8.1	209	2.2 ± 2.6	209	11.3 ± 8.2	150	1.2 ± 1.1	150
SO <sub>4</sub> /PM (%)	5.2 ± 3.9	209	3.5 ± 4.6	163	12.2 ± 11.5	150	1.9 ± 2.3	150

Cr, Mn, V, Ni:  
concentrações médias  
maiores,  
principalmente na  
estação seca;

S: concentração 8 vezes  
maior que aTT34  
durante a estação seca  
(175ng/m<sup>3</sup>);  
Resultado semelhante  
a medidas anteriores  
na região em 1999  
(529ng/m<sup>3</sup>);

# PVH - Composição elementar

Dry Season

Wet Season

	Dry Season			Wet Season				
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	33000 ± 36000	209	10200 ± 9000	209	3600 ± 4500	150	8800 ± 5300	150
BC <sub>e</sub>	2801 ± 2922	209	222 ± 230	209	405 ± 369	150	102 ± 58	150
Na	48 ± 54	124	44 ± 47	120	14 ± 22	102	16 ± 25	106
Mg	32 ± 30	67	69 ± 144	87	6.5 ± 6.8	61	10 ± 17	81
Al	194 ± 166	209	351 ± 312	201	29 ± 49	150	63 ± 94	142
Si	198 ± 166	209	418 ± 370	207	38 ± 59	150	88 ± 118	145
P	19 ± 12	209	19 ± 17	180	7.3 ± 6.1	150	45 ± 31	150
S	568 ± 469	209	120 ± 138	163	146 ± 172	150	55 ± 40	150
Cl	13 ± 18	87	9.0 ± 10	128	1.6 ± 2.3	20	13 ± 13	147
K	506 ± 418	209	130 ± 124	209	71 ± 88	150	121 ± 70	150
Ca	17 ± 14	209	43 ± 42	204	4.5 ± 5.6	150	16 ± 23	149
Ti	15 ± 13	209	30 ± 26	205	1.9 ± 3.0	150	6.0 ± 8.3	144
V	1.5 ± 2.0	67	1.8 ± 2.6	88	0.3 ± 0.4	82	0.2 ± 0.4	84
Cr	4.0 ± 5.1	78	3.1 ± 4.6	124	0.8 ± 1.1	54	0.6 ± 0.9	91
Mn	2.7 ± 3.1	119	3.1 ± 4.0	123	0.4 ± 0.6	119	0.7 ± 0.5	127
Fe	178 ± 150	209	340 ± 286	209	27 ± 41	150	79 ± 95	150
Ni	1.4 ± 2.6	75	1.2 ± 2.0	30	0.2 ± 0.2	46	0.2 ± 0.4	27
Cu	1.8 ± 2.7	133	1.5 ± 2.2	95	0.7 ± 2.3	129	0.4 ± 0.4	128
Zn	3.3 ± 2.5	170	2.0 ± 2.0	139	1.0 ± 1.5	143	1.3 ± 1.8	147
Br	5.9 ± 7.4	180	3.2 ± 4.0	122	0.7 ± 0.9	115	0.5 ± 0.4	105
Rb	2.7 ± 2.9	133	2.2 ± 3.2	139	0.3 ± 0.5	98	0.4 ± 0.4	99
Sr	8.6 ± 14	64	10 ± 15	77	1.9 ± 2.5	47	1.6 ± 1.9	52
Sb	8.5 ± 6.0	15	20 ± 26	27	1.6 ± 1.5	28	2.2 ± 2.8	42
Pb	6.2 ± 9.4	142	5.9 ± 8.9	147	1.1 ± 1.2	105	0.9 ± 1.0	93
BC <sub>e</sub> /PM (%)	8.5 ± 8.1	209	2.2 ± 2.6	209	11.3 ± 8.2	150	1.2 ± 1.1	150
SO <sub>4</sub> /PM (%)	5.2 ± 3.9	209	3.5 ± 4.6	163	12.2 ± 11.5	150	1.9 ± 2.3	150

• S: concentração 8 vezes maior que a TT34 durante a estação seca (175ng/m<sup>3</sup>);

Resultado semelhante a medidas anteriores na região em 1999 (529ng/m<sup>3</sup>);

Cr, Mn, V, Ni: concentrações médias maiores, principalmente na estação seca;

Al, Si, Ti, Fe: moda fina ~8x mais alta que naTT34

# PVH - Composição elementar

Dry Season

Wet Season

	Dry Season			Wet Season				
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	33000 ± 36000	209	10200 ± 9000	209	3600 ± 4500	150	8800 ± 5300	150
BC <sub>e</sub>	2801 ± 2922	209	222 ± 230	209	405 ± 369	150	102 ± 58	150
Na	48 ± 54	124	44 ± 47	120	14 ± 22	102	16 ± 25	106
Mg	32 ± 30	67	69 ± 144	87	6.5 ± 6.8	61	10 ± 17	81
Al	194 ± 166	209	351 ± 312	201	29 ± 49	150	63 ± 94	142
Si	198 ± 166	209	418 ± 370	207	38 ± 59	150	88 ± 118	145
P	19 ± 12	209	19 ± 17	180	7.3 ± 6.1	150	45 ± 31	150
S	568 ± 469	209	120 ± 138	163	146 ± 172	150	55 ± 40	150
Cl	13 ± 18	87	9.0 ± 10	128	1.6 ± 2.3	20	13 ± 13	147
K	506 ± 418	209	130 ± 124	209	71 ± 88	150	121 ± 70	150
Ca	17 ± 14	209	43 ± 42	204	4.5 ± 5.6	150	16 ± 23	149
Ti	15 ± 13	209	30 ± 26	205	1.9 ± 3.0	150	6.0 ± 8.3	144
V	1.5 ± 2.0	67	1.8 ± 2.6	88	0.3 ± 0.4	82	0.2 ± 0.4	84
Cr	4.0 ± 5.1	78	3.1 ± 4.6	124	0.8 ± 1.1	54	0.6 ± 0.9	91
Mn	2.7 ± 3.4	119	3.1 ± 4.0	123	0.4 ± 0.6	119	0.7 ± 0.5	127
Fe	178 ± 150	209	340 ± 286	209	27 ± 41	150	79 ± 95	150
Ni	1.4 ± 2.6	75	1.2 ± 2.0	30	0.2 ± 0.2	46	0.2 ± 0.4	27
Cu	1.8 ± 2.7	133	1.5 ± 2.2	95	0.7 ± 2.3	129	0.4 ± 0.4	128
Zn	3.3 ± 2.5	170	2.0 ± 2.0	139	1.0 ± 1.5	143	1.3 ± 1.8	147
Br	5.9 ± 7.4	180	3.2 ± 4.0	122	0.7 ± 0.9	115	0.5 ± 0.4	105
Rb	2.7 ± 2.9	133	2.2 ± 3.2	139	0.3 ± 0.5	98	0.4 ± 0.4	99
Sr	8.6 ± 14	64	10 ± 15	77	1.9 ± 2.5	47	1.6 ± 1.9	52
Sb	8.5 ± 6.0	15	20 ± 26	27	1.6 ± 1.5	28	2.2 ± 2.8	42
Pb	6.2 ± 9.4	142	5.9 ± 8.9	147	1.1 ± 1.2	105	0.9 ± 1.0	93
BC <sub>e</sub> /PM (%)	8.5 ± 8.1	209	2.2 ± 2.6	209	11.3 ± 8.2	150	1.2 ± 1.1	150
SO <sub>4</sub> /PM (%)	5.2 ± 3.9	209	3.5 ± 4.6	163	12.2 ± 11.5	150	1.9 ± 2.3	150

S: concentração 8 vezes maior que a TT34 durante a estação seca (175ng/m<sup>3</sup>);  
Resultado semelhante a medidas anteriores na região em 1999 (529ng/m<sup>3</sup>);

Cr, Mn, V, Ni: concentrações médias maiores, principalmente na estação seca;

Al, Si, Ti, Fe: moda fina ~8 x mais alta que aTT34;

K, P, Zn: 2x mais alto que o encontrado naTT34, entretanto, apresenta mesma razão em relação à massa total.

- Verifica-se, então, diferenças entre a composição química dos dois sítios;
- Mais significativamente durante a estação seca, quando PVH está sob maior influência da queima de biomassa;
- Durante a estação chuvosa verifica-se que a concentração em PVH é  $\sim 2x$  maior que na TT34, indicando a presença de um **background de poluição;**



# Propriedades Medidas

1. Coleta do aerossol em filtros separados por moda fina ( $D_p < 2\mu\text{m}$ ) e grossa ( $10\mu\text{m} > D_p > 2\mu\text{m}$ ):
  1. Concentração mássica por gravimetria;
  2. Concentração elementar por fluorescência para 25 elementos;
  3. Concentração de Black Carbon (BC) por refletância óptica;
2. **Distribuição de tamanho: de 10 a 500nm com o Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS);**
3. **Concentração de partículas com o CPC;**
4. Concentração e composição química do material particulado não refratário e submicrométrico (orgânicos, sulfato, nitrato, amônia e cloreto) com o ACSM;
5. Propriedades ópticas do aerossol com nefelômetros e MAAP
6. Ozone Mixing Ratio e CO com o monitor 49i e o Picarro G2301, respectivamente.

# Concentração numérica e distribuição submicrométrica

- Aerossóis ocorrem na atmosfera com tamanhos que diferem em várias ordens de grandeza;
- O tamanho da partícula influencia, por exemplo, suas propriedades ópticas, impactos na saúde humana e na ativação da gotícula de nuvem;

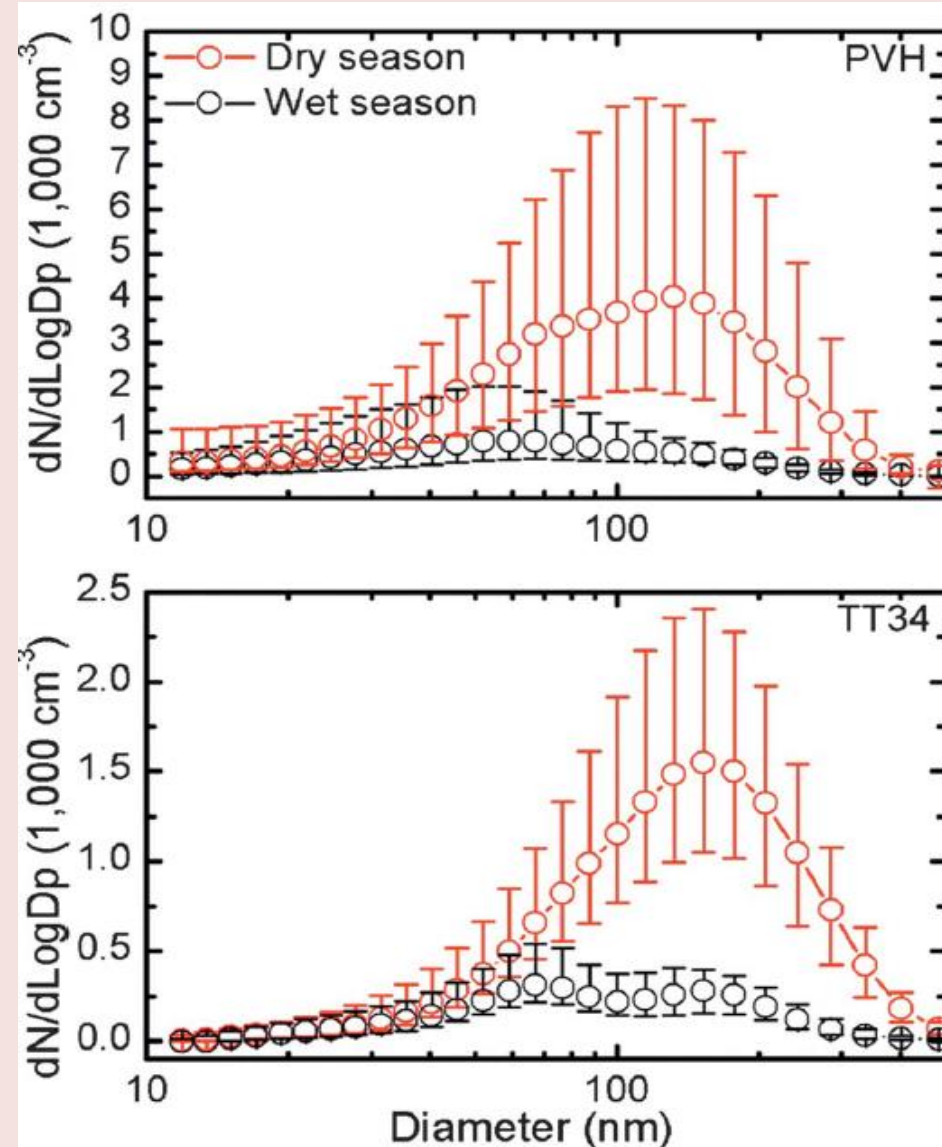
# Concentração numérica de aerossol atmosférico

- Durante a estação chuvosa, TT34 tem aproximadamente 1/3 da concentração de PVH: consistente com as medidas mássicas e ópticas;
- Durante a estação seca há um aumento de ~10x na TT34 e de **~30x em PVH**;

Concentração numérica (cm <sup>-3</sup> )		
	Chuvosa	Seca
TT34	220	2200
PVH	680	20000

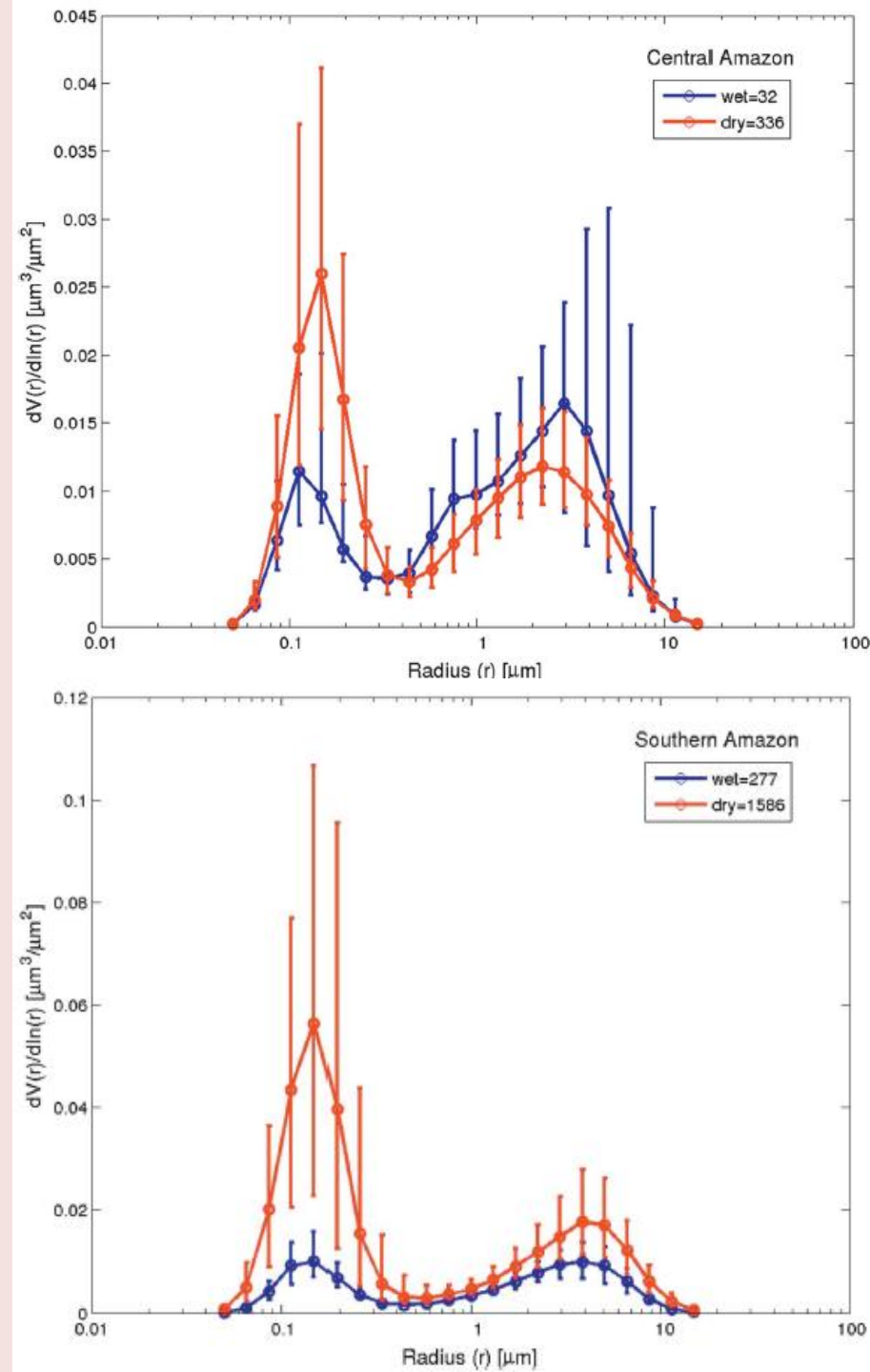
# Distribuição de Partículas

- Estação seca: diâmetro médio geométrico de 90 e 130nm (moda de acumulação) para PVH e TT34, respectivamente;
- Corresponde à aerossóis de queimada envelhecidos;
- Possível observar o Mínimo de Hoppel, separando partículas que foram processadas por nuvens das outras que não foram.




# Distribuição volumétrica do aerossol atmosférico

- Distribuição de volume dos aerossóis obtidos pelos fotômetros da AERONET mostram uma distribuição bimodal: moda de acumulação e moda grossa;
- Resultados semelhantes aos obtidos por equipamentos de 'solo': possivelmente devido à forte convecção que favorece a mistura vertical;
- A distribuição mostra que o pico da moda grossa em ambos os sítios coincide com medidas envolvendo 'partículas de aerossol biológicas fluorescentes';

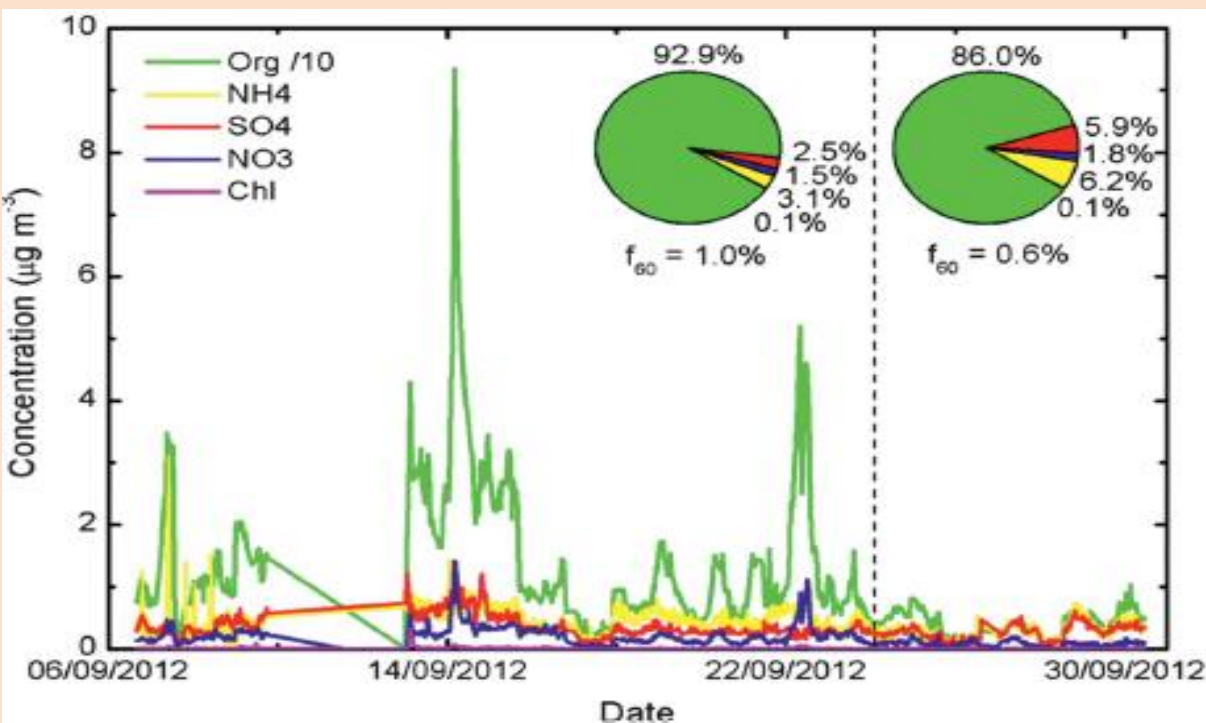


# Propriedades Medidas

1. Coleta do aerossol em filtros separados por moda fina ( $D_p < 2\mu\text{m}$ ) e grossa ( $10\mu\text{m} > D_p > 2\mu\text{m}$ ):
  1. Concentração mássica por gravimetria;
  2. Concentração elementar por fluorescência para 25 elementos;
  3. Concentração de Black Carbon (BC) por refletância óptica;
2. Distribuição de tamanho: de 10 a 500nm com o Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS);
3. Concentração de partículas com o CPC;
-  **4. Concentração e composição química do material particulado não refratário e submicrométrico (orgânicos, sulfato, nitrato, amônia e cloreto) com o ACSM;**
5. Propriedades ópticas do aerossol com nefelômetros e MAAP
6. Ozone Mixing Ratio e CO com o monitor 49i e o Picarro G2301, respectivamente.

# Composição do aerossol submicrométrico não-refratário em **Porto Velho**

- Medidas realizadas no fim da estação seca: separação em período de queimada intensa e moderada;
- No período **intensivo**, verifica-se que 92,9% da massa medida pelo ACSM é de aerossóis orgânicos com sulfato sendo responsável por somente 2,5%;
- No período **moderado** verifica-se diminuição no percentual de aerossóis orgânicos e aumento no de sulfato: 86,0% e 5,9%, respectivamente.
- F60, fragmento de m/z relacionado à queima de biomassa é, em média, no período de queimada intensiva, o dobro do verificado no período considerado como moderado: 1,0% contra 0,6%;



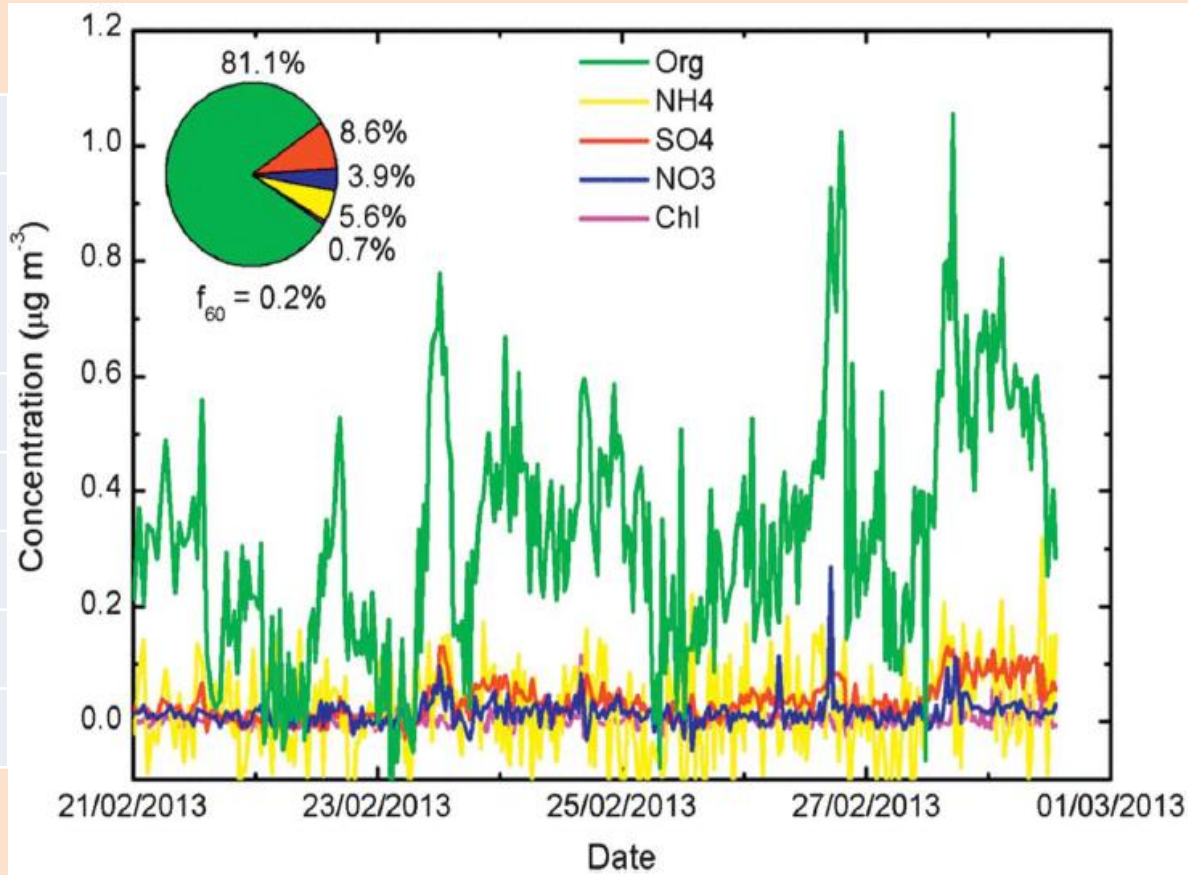
ACSM - Porto Velho		
Período	Intensivo	Moderado
Elemento	Concentração (ug/m³)	
Org	13,9	4,0
NH4	0,46	0,29
SO4	0,37	0,27
NO3	0,22	0,08
Chi	0,01	0,005

# Composição do aerossol submicrométrico não-refratário na TT34

- Medidas realizadas durante a estação chuvosa;
- 81% da massa em média é de aerossóis orgânicos e 8,6% de sulfato;
- F60 abaixo de 0,3% não indica a queima de biomassa regional;

## ACSM -TT34

Elemento	Concentração ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Org	0,33
NH4	0,02
SO4	0,03
NO3	0,02
Chl	0,002





# Componente PM1 não refratária: algumas considerações

- Ao verificar outras medidas de composição do aerossol atmosférico em diversos ecossistemas, verifica-se diferentes perfis de composição do aerossol, especificamente da componente orgânica:
  - 97,8% (queima de *Pinus ponderosa*);
  - 85% (medidas em aeronave na África Ocidental);
  - 83% (medidas em aeronave sobre a floresta boreal na América do Norte);
  - 60% (medidas em aeronave sobre plumas de queima de biomassa da Rússia e Kazaquistão);
  - 42,8% (queima de *Serenoa repens*);
- De modo geral, a fração orgânica varia entre 85% a 60% com o sulfato chegando a 30%;
- Na Amazônia verificou-se que queimadas elevam a fração de aerossóis orgânicos para mais de 90% e que o sulfato tem baixa contribuição nesses casos;

# Propriedades Medidas

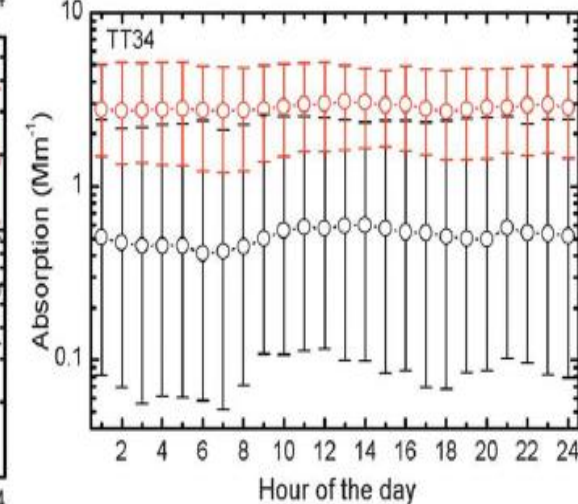
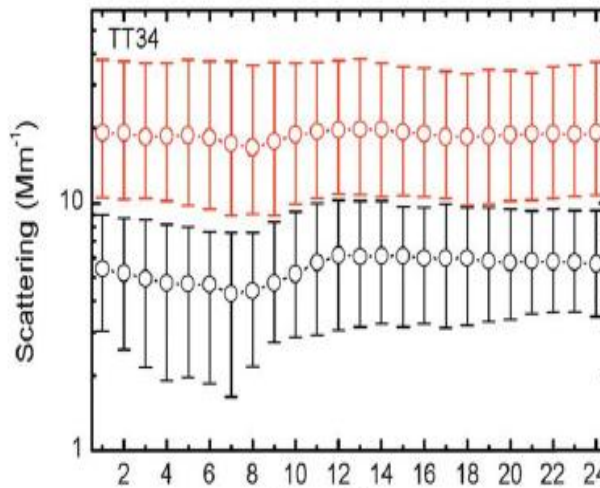
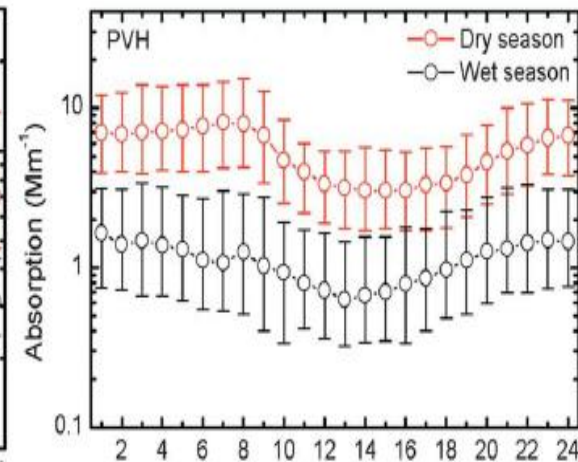
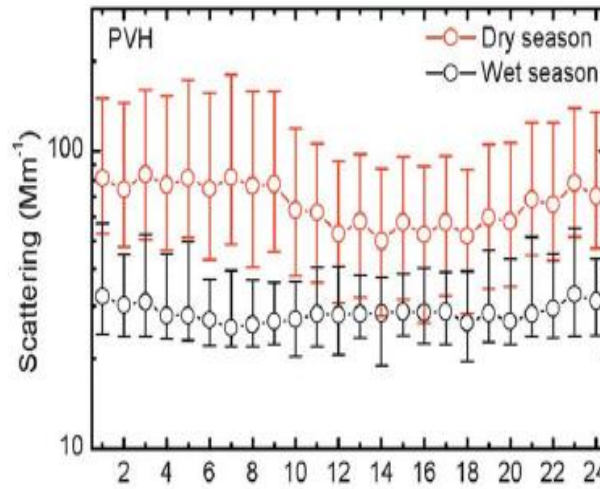
1. Coleta do aerossol em filtros separados por moda fina ( $D_p < 2\mu\text{m}$ ) e grossa ( $10\mu\text{m} > D_p > 2\mu\text{m}$ ):
  1. Concentração mássica por gravimetria;
  2. Concentração elementar por fluorescência para 25 elementos;
  3. Concentração de Black Carbon (BC) por refletância óptica;
2. Distribuição de tamanho: de 10 a 500nm com o Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS);
3. Concentração de partículas com o CPC;
4. Concentração e composição química do material particulado não refratário e submicrométrico (orgânicos, sulfato, nitrato, amônia e cloreto) com o ACSM;
5. **Propriedades ópticas do aerossol com nefelômetros e MAAP;**
6. Ozone Mixing Ratio e CO com o monitor 49i e o Picarro G2301, respectivamente.

# Ciclo diário das propriedades ópticas do aerossol

- **PVH:** Variabilidade determinada principalmente pela camada limite planetária: coeficientes mais altos durante a madrugada e mais baixos durante o dia. Esta característica está presente durante o ano inteiro devido à poluição regional;

- **TT34:** O espalhamento durante a estação chuvosa é modulado pela produção biogênica de aerossóis orgânicos secundários durante o dia: um aumento de 20% em partículas submicrométricas pode causar um aumento de 50-70% no espalhamento entre as 9:00 e 12:00 locais.

- Durante a estação seca não se observa o mesmo comportamento devido ao transporte regional de partículas de queima de biomassa que prevalece sobre os processos biogênicos;



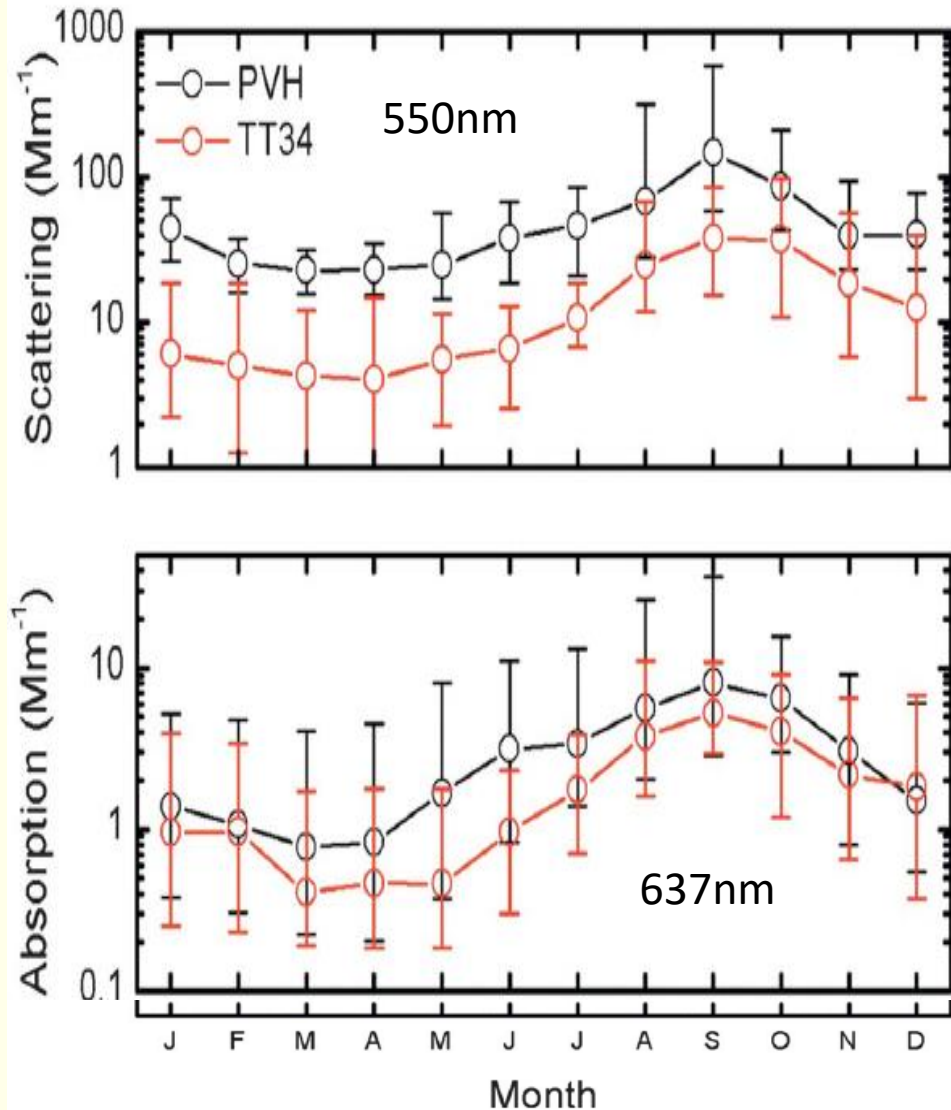
# Ciclo anual das propriedades ópticas

- O coeficiente de espalhamento:

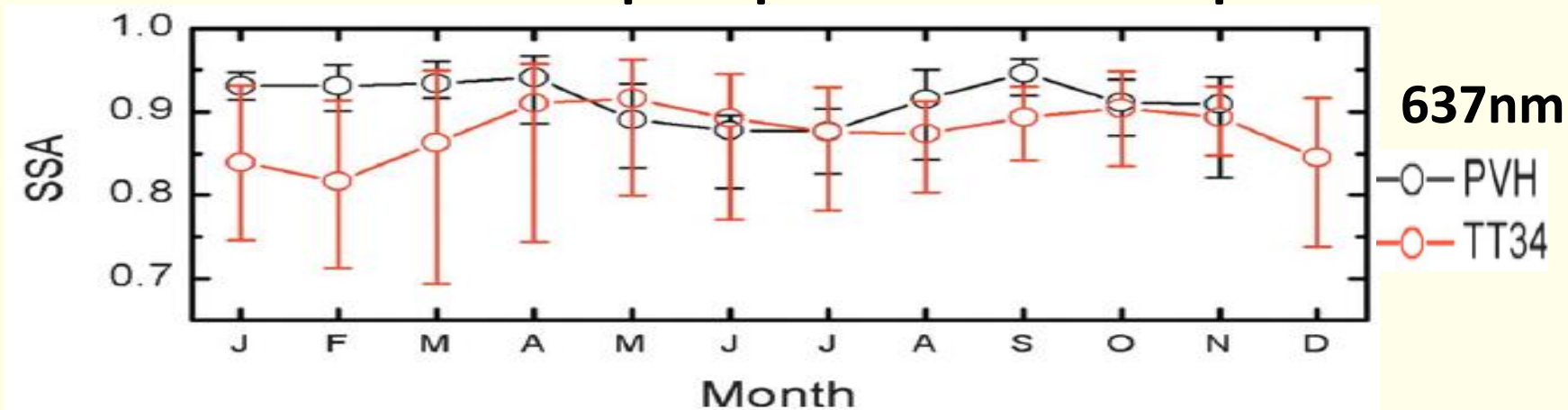
- em **PVH** é  $\sim 10x$  o medido na TT34 tanto na estação chuvosa quanto na estação seca. Isto indica que a mudança de uso de solo na parte sul da Amazônia está aumentando a concentração de aerossol até mesmo durante a estação chuvosa;

- O coeficiente de absorção:

- durante os meses chuvosos foi associado à **partículas biogênicas absorvedoras de luz** e apresenta valores semelhantes em ambos os sítios ( $1Mm^{-1}$ );

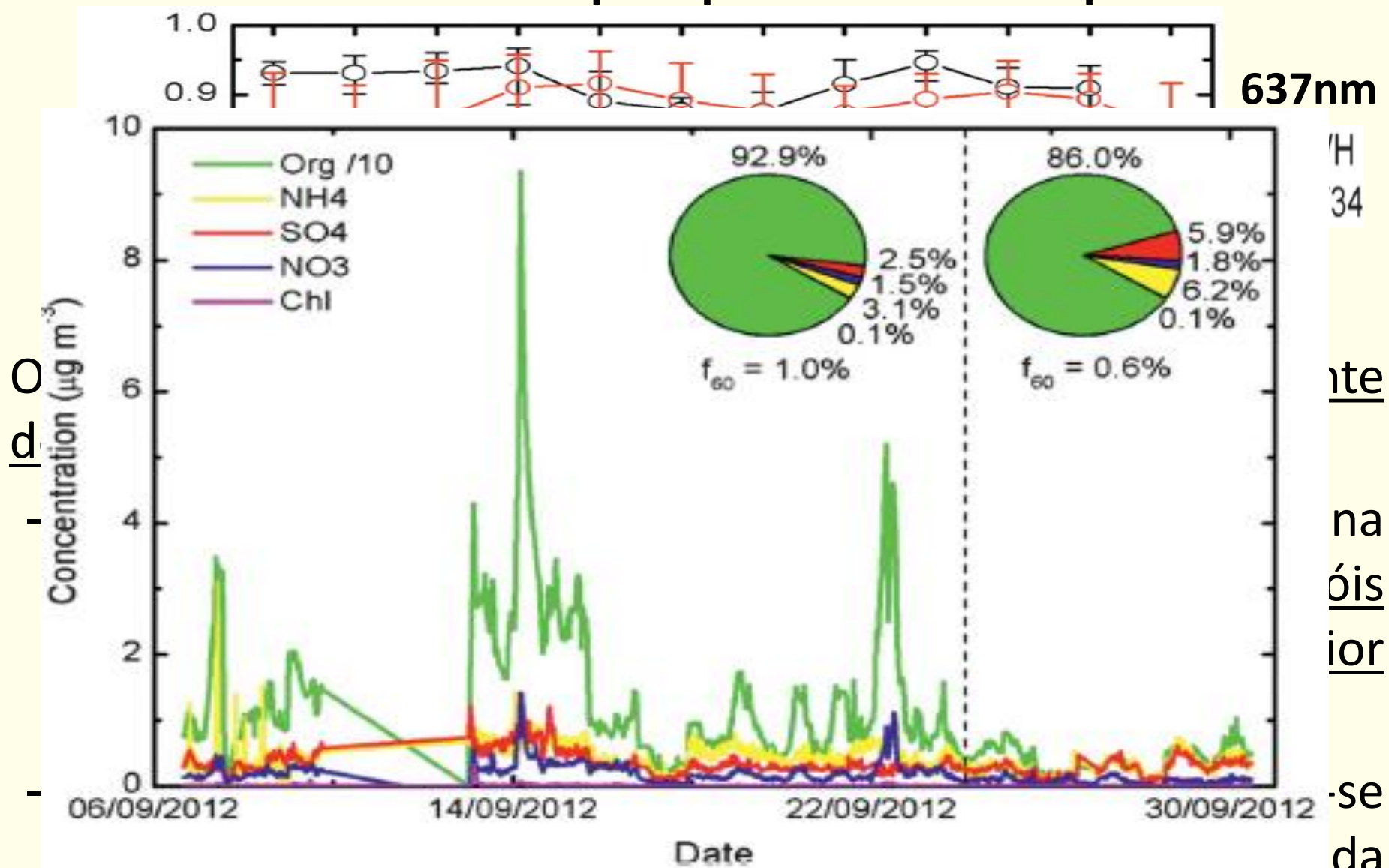


# Ciclo anual das propriedades ópticas



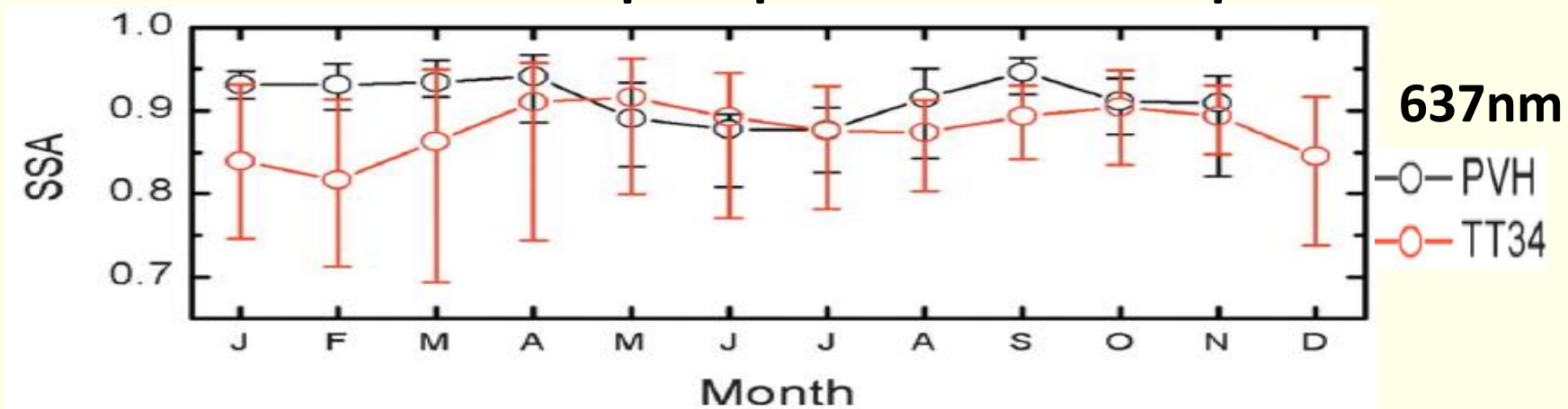
- O SSA (razão do coeficiente de espalhamento pelo coeficiente de extinção):
  - Durante a estação chuvosa **PVH** tem SSA maiores que na **TT34**. Fato relacionado a grande proporção de aerossóis orgânicos absorvedores presentes na TT34 e a maior presença de aerossóis espalhadores em PVH.
  - Entretanto, de setembro para outubro, observa-se decréscimo do SSA em **PVH**: reflete o decréscimo da concentração de aerossóis orgânicos e o aumento de sulfato;

# Ciclo anual das propriedades ópticas



concentração de aerossóis orgânicos e o aumento de sulfato;

# Ciclo anual das propriedades ópticas



- O SSA (razão do coeficiente de espalhamento pelo coeficiente de extinção):
  - Durante a estação chuvosa **PVH** tem SSA maiores que na **TT34**. Fato relacionado a grande proporção de aerossóis orgânicos absorvedores presentes na TT34 e a maior presença de aerossóis espalhadores em PVH.
  - Entretanto, de setembro para outubro, observa-se decréscimo do SSA em **PVH**: reflete o decréscimo da concentração de aerossóis orgânicos e o aumento de sulfato;

# Propriedades Medidas

1. Coleta do aerossol em filtros separados por moda fina ( $D_p < 2\mu\text{m}$ ) e grossa ( $10\mu\text{m} > D_p > 2\mu\text{m}$ ):
  1. Concentração mássica por gravimetria;
  2. Concentração elementar por fluorescência para 25 elementos;
  3. Concentração de Black Carbon (BC) por refletância óptica;
2. Distribuição de tamanho: de 10 a 500nm com o Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS);
3. Concentração de partículas com o CPC;
4. Concentração e composição química do material particulado não refratário e submicrométrico (orgânicos, sulfato, nitrato, amônia e cloreto) com o ACSM;
5. Propriedades ópticas do aerossol com nefelômetros e MAAP
6. **Ozone Mixing Ratio e CO com o monitor 49i e o Picarro G2301, respectivamente.**

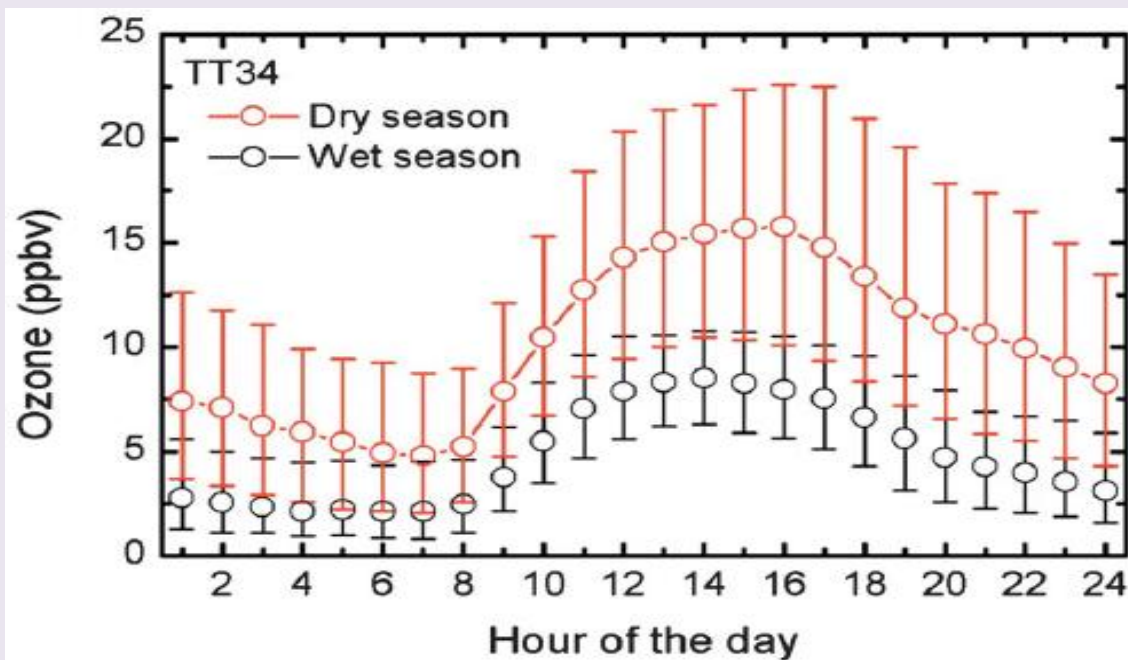
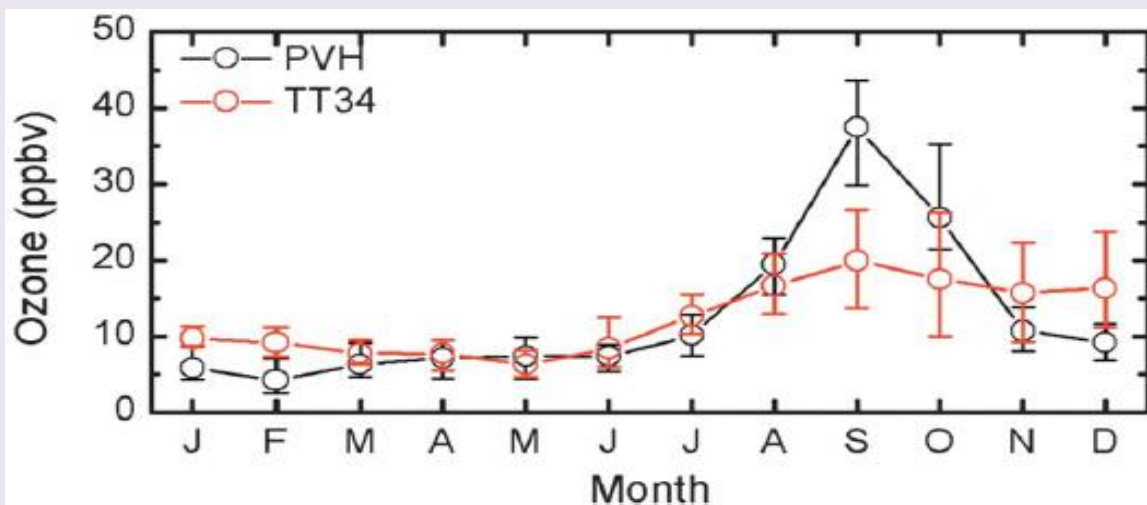


# Sobre o Ozônio na atmosfera

- É um indicador da atividade fotoquímica;
- Em altas concentrações pode danificar a vegetação;
- Tem como precursores os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) e óxidos de nitrogênio;
- Sua produção é favorecida na estação seca devido a alta disponibilidade de radiação;

# Concentração de gases traço - Ozônio

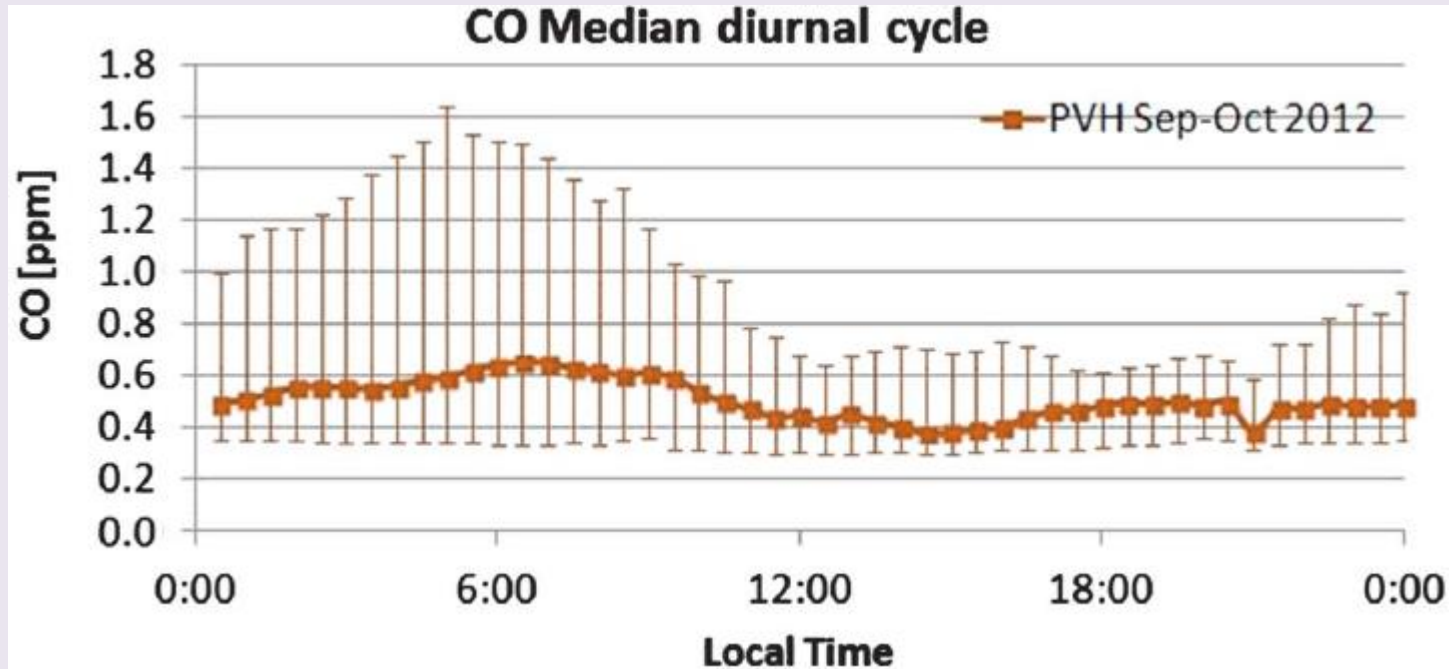
- Elevação da concentração de Ozônio durante a estação seca;
- Durante a noite o ozônio é consumido pela vegetação e reage com NO e COVs do solo e vegetação;
- Campanhas anteriores realizadas em uma área de pastagem de Rondônia concentrações de Ozônio de até 50ppb durante a estação seca ao meio dia, com queda para 10ppb no período noturno;



# O monóxido de carbono

- Gás relacionado com poluição;
- Bom traçador de queima de biomassa;

# Concentração de gases traço – CO



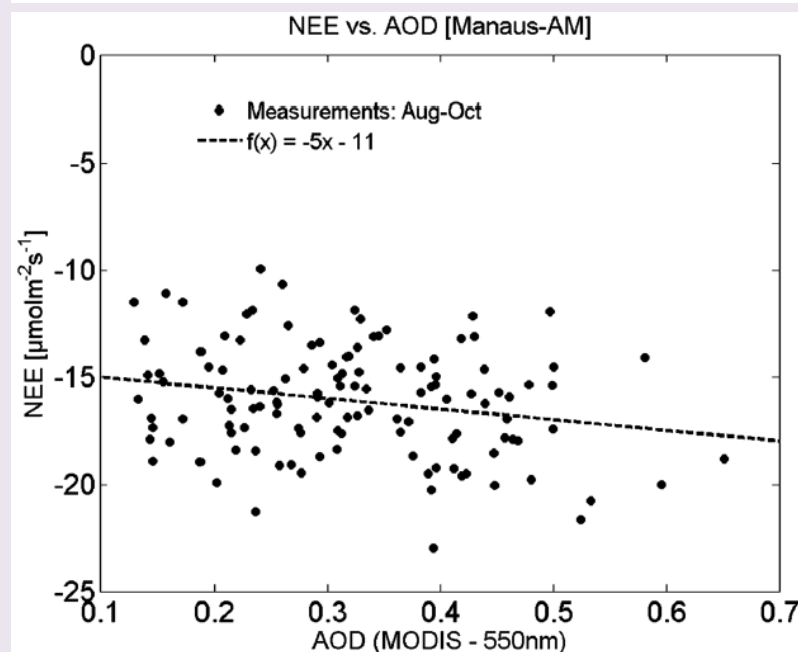
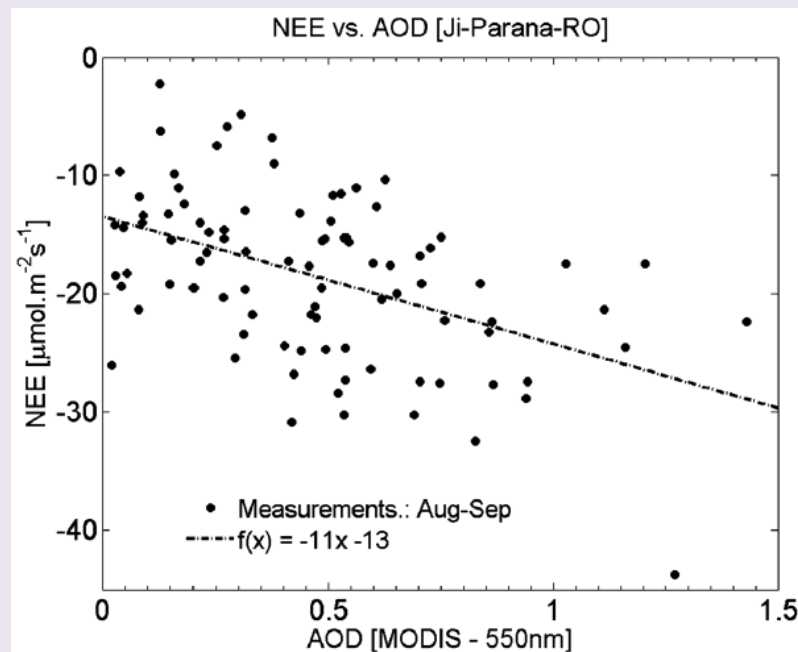
- O ciclo diurno de CO em **PVH** acompanha a camada limite planetária, com maiores concentrações de madrugada e menores durante o dia;
- Os valores máximos costumam ocorrer as 15h local.

# Interação entre o ciclo de carbono e aerossol

- Quanto mais aerossol presente no caminho óptico da radiação, maior será a quantidade de radiação difusa (até um certo ponto), fazendo com que uma maior área de vegetação seja atingida por radiação fossintética;
- Net Ecosystem Exchange (NEE) = Fluxo de carbono sobre o dossel + carbono armazenado no solo;
  - Medida de absorção de carbono;
  - Direção: solo para a atmosfera;

# Interação entre o ciclo de carbono e aerossol

- Em Ji-Parana, a variação de AOD de 0,1 para 1,5 aumentou em 29% a absorção de carbono pelo solo;
- Em Manaus, para a mesma variação de AOD verificou-se um aumento de 20% na absorção de carbono.
- Maiores detalhes em Oliveira *et al.*



# Forçante radiativa dos aerossóis e mudança no albedo de superfície

- A forçante radiativa direta associada a **aerossóis de queima de biomassa** foi estimada através de instrumentos de campo, medidas de aeronaves e sensoriamento remoto por satélite;
- São aerossóis com impacto de larga escala devido ao transporte de longa distância;
- É exposto um resultado de Sena *et al.*, com o resultado da forçante radiativa de aerossóis durante a estação de seca.

# Forçante Radiativa devido a aerossóis de queima de biomassa

- Alta variabilidade espacial influenciada por:
  - Localização dos focos de queimadas;
  - Padrão da direção de vento leste-oeste;
  - Alta nebulosidade e taxa de precipitação na região central;
- Alto impacto principalmente sobre a região central e sudoeste da floresta: valores que  $\sim -12\text{W/m}^2$ ;

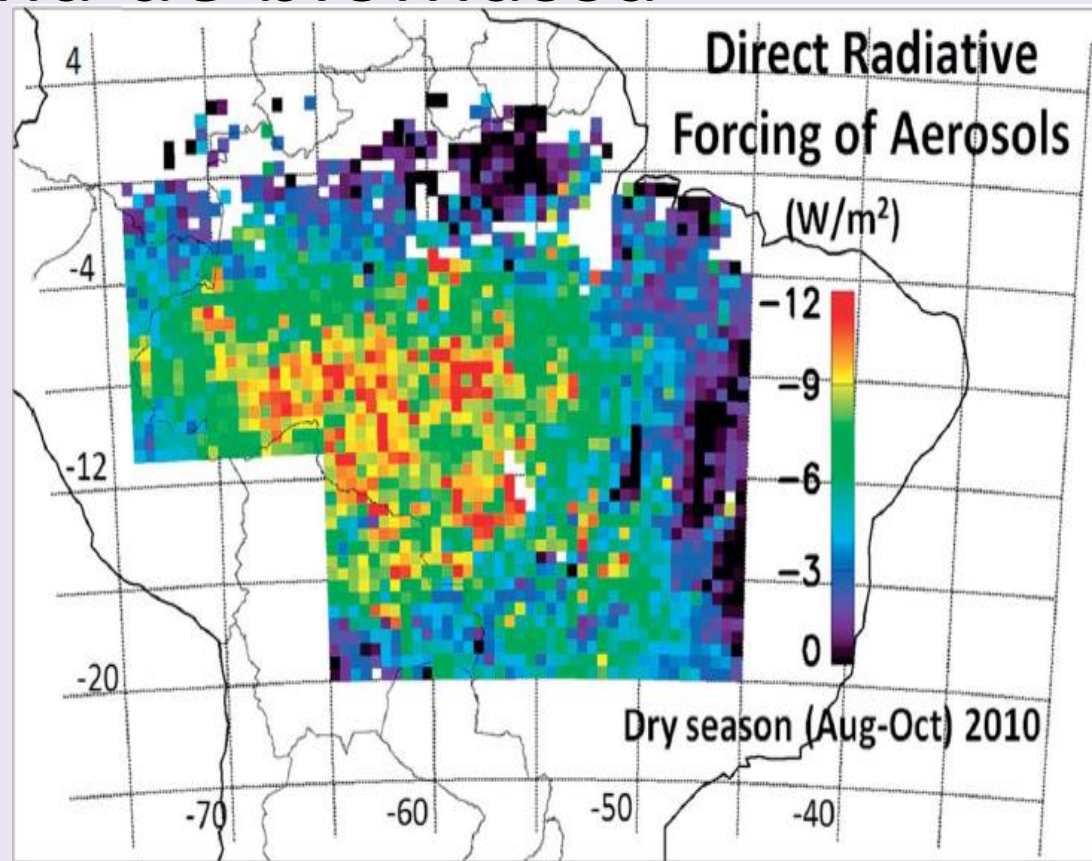


Fig. 18 Average spatial distribution of the direct radiative forcing (DRF) of biomass burning aerosols in Amazonia during the dry season (August to October) of 2010. Forcing derived from calculations using a combination of MODIS and CERES sensors data. During this three-month period, the daily-average radiative forcing of aerosols for the whole area was on average  $-5.3 \pm 0.1 \text{ W m}^{-2}$ .



# Conclusões - 1

- Propriedades químicas e físicas dos aerossóis foram monitoradas por 4 anos em duas regiões com diferentes perfis;
- Diferenças significativas ao longo da campanha na concentração mássica e numérica foram observadas;
- Diferenças sazonais foram atribuídas a emissões de queima de biomassa, que são transportadas por longas distâncias;
- Dessa forma, verifica-se que a diminuição da taxa de precipitação e da taxa de remoção de aerossol da atmosfera durante a estação seca influenciam as propriedades atmosféricas da Amazônia.

## Conclusões - 2

- Verificou-se que a Amazônia Central, durante estação chuvosa, é uma das regiões continentais mais limpas do planeta, com concentrações de 300-500/cm<sup>3</sup>.
- Por outro lado, a região do arco do desflorestamento apresenta, mesmo durante a estação chuvosa, diferenças significantes devido a uma poluição regional associada a mudança no uso de terra.

# Conclusões - 3

- Verificou-se que durante a estação seca, a contribuição do aerossol orgânico para a moda fina do aerossol chega a 90%, em contraste com a menor concentração de componentes inorgânicos, como o sulfato;

# Conclusões - 4

- O uso do sensoriamento remoto mostrou que mudança no uso do solo na Amazônia altera significativamente a quantidade de aerossol na atmosfera, assim como o balanço da radiação e a retenção de carbono pela floresta;
- Verificou-se redução do fluxo de radiação de até  $-20\text{W/m}^2$  sobre largas áreas;

Fim



# Considerações sobre a época do artigo

- Incerteza sobre o quanto a floresta pode absorver de CO<sub>2</sub> e suas consequências:
  - Alta sensibilidade a processos que alteram precipitação e radiação:
    - As secas de 2005 e 2010 liberaram grandes quantidades de carbono para a atmosfera, indicando uma alta sensibilidade deste sistema;
    - Altas concentrações de partículas de aerossol na atmosfera devido a queima de biomassa diminuiu a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa afetando o fluxo de calor latente e sensível à superfície;

- Alterações na razão entre radiação direta e difusa devido a aerossóis e nuvens impactam fortemente o Net Ecosystem Exchange (NEE) com aumento de 18 a 29% para mudanças de AOD de 0.1 até 1.
- Na Floresta Nacional de Tapajós, um aumento na absorção de carbono foi associada ao aumento de radiação difusa na camada abaixo do dossel.
- Por outro lado, para altas cargas de aerossol ( $AOD_{550nm} > 2$ ), NEE diminui significativamente, indicando o impacto do aerossol no ecossistema.



# Atmospheric aerosols in Amazonia and land use change: from natural biogenic to biomass burning conditions

- Séries Temporais:
  - Concentração mássica;
  - Propriedades ópticas;
  - Propriedades Químicas

# Por quê este artigo?

- Recentemente realizou-se coletas em Rio Branco durante época de queimadas, assim, este pode servir como:
  - ...referência de onde podemos partir nas análises;
  - ...referência em relação aos resultados obtidos;
  - ...referência as técnicas utilizadas;

# TT34 - Composição elementar

	Dry Season				Wet Season			
	Fine Mode	N	Coarse Mode	N	Fine Mode	N	Coarse Mode	N
PM	3400 ± 2000	94	4425 ± 2429	94	1300 ± 700	104	5000 ± 2000	104
BC <sub>e</sub>	235 ± 156	94	41 ± 22	94	98 ± 83	104	47 ± 20	104
Na	20 ± 18	64	28. ± 25	66	10.0 ± 8.3	65	26 ± 24	79
Mg	4.6 ± 6.2	84	8.1 ± 8.8	92	10 ± 13	87	13 ± 14	94
Al	18 ± 20	96	25 ± 25	97	42 ± 64	106	44 ± 63	100
Si	27 ± 34	95	37 ± 37	97	77 ± 116	107	85 ± 122	103
P	4.8 ± 3.3	97	17 ± 12	96	3.0 ± 1.9	110	23.0 ± 8.0	110
S	175 ± 114	97	38 ± 24	97	74 ± 45	110	35 ± 16	110
Cl	2.0 ± 1.9	46	20 ± 25	96	1.7 ± 1.7	70	46 ± 57	110
K	74 ± 66	97	54 ± 30	97	26 ± 21	110	68 ± 22	110
Ca	4.9 ± 7.0	97	13 ± 22	97	6.1 ± 7.6	110	14 ± 14	110
Ti	1.5 ± 1.4	82	2.7 ± 2.5	93	2.8 ± 4.1	100	3.4 ± 4.5	100
V	0.2 ± 0.3	73	0.2 ± 0.3	63	0.2 ± 0.4	73	0.1 ± 0.1	67
Cr	0.3 ± 0.4	52	0.3 ± 0.2	76	0.2 ± 0.2	67	0.2 ± 0.2	94
Mn	0.3 ± 0.3	83	0.4 ± 0.4	84	0.4 ± 0.5	92	0.6 ± 0.6	97
Fe	12 ± 12	97	21 ± 18	97	20 ± 27	105	23 ± 31	110
Ni	0.2 ± 0.2	74	0.1 ± 0.1	69	0.2 ± 0.3	88	0.1 ± 0.1	68
Cu	1.3 ± 4.5	75	0.3 ± 0.9	86	0.2 ± 0.5	89	0.2 ± 0.2	96
Zn	1.6 ± 3.6	97	1.0 ± 1.9	92	0.4 ± 0.4	103	0.6 ± 0.5	110
Br	0.7 ± 0.5	83	0.3 ± 0.3	75	0.3 ± 0.4	81	0.3 ± 0.4	84
Rb	0.2 ± 0.3	25	0.2 ± 0.2	26	0.2 ± 0.2	39	0.2 ± 0.1	52
Sr	1.3 ± 1.1	15	0.6 ± 0.8	7	1.1 ± 1.2	14	0.5 ± 0.5	14
Sb	1.5 ± 1.2	9	1.1 ± 1.1	13	1.4 ± 0.9	15	1.0 ± 0.9	14
Pb	0.4 ± 0.5	78	0.3 ± 0.5	63	0.4 ± 0.5	83	0.4 ± 0.6	75
BC <sub>e</sub> /PM (%)	6.9 ± 7.8	94	0.9 ± 0.9	94	7.5 ± 11.8	104	0.9 ± 1.0	104
SO <sub>4</sub> /PM (%)	15.4 ± 17.1	94	2.6 ± 2.9	94	17.1 ± 19.3	104	2.1 ± 2.4	104

S e BCe observa-se o dobro na estação seca em relação à chuvosa.

V, Cr, Mn, Ni, Pb: <1ng/m<sup>3</sup>;

Fe, Al, Si, Ti: concentrações baixas (<300ng/m<sup>3</sup>);

K, P e Zn na moda grossa: constantes durante o ano;

# Introdução: o impacto causado por ações antrópicas

Human activities in Amazonia over the last 50 years have had a significant impact on a considerable part of the region, especially along the southern perimeter.<sup>14</sup> A recent steep decline in annual deforestation rates in the Brazilian Amazon from 27 800 km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> in 2004 to 4660 km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> in 2012 is recorded in the time series shown in Fig. 1, as measured by the PRODES (Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal) program from INPE (The Brazilian National Institute for Space Research) for the Brazilian Amazon. The reduction from 2004 to 2012 observed in Fig. 1 is an impressive achievement, but there are questions if these relatively recent low deforestation rates can be maintained over the next decades,<sup>12</sup> because of socio-economic pressures as well as a result of a changing global climate.<sup>13,15</sup> The dominant factors of public policies, climate, economic issues, and so forth that successfully contributed to the reduction of deforestation rates in recent years have not been fully dissected.