

**RELATÓRIO DO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**ANÁLISE DOS EFEITOS DOS AEROSSÓIS NAS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS**

**Aluno: Rafaela Craizer e Yuri Leipner**

**Orientador: Prof. Marcos Sebastião de Paula Gomes, DEM/PUC-Rio**

# ANÁLISE DOS EFEITOS DOS AEROSSÓIS NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

**Aluno: Rafaela Craizer** (substituída por Yuri Leipner em Julho de 2009)

**Orientador: Prof. Marcos Sebastião de Paula Gomes, DEM/PUC-Rio**

## **Índice**

Introdução e Objetivos.....	3
Metodologia.....	3
Resultado.....	6
Referências.....	15

## **Ilustrações e Tabelas**

Ilustração 1: Fotômetro solar portátil utilizado no projeto.

Ilustração 2: Desenhos técnicos dos estágios do impactador inercial

Ilustrações 3 e 4: Perfil e desenho esquemático do impactador inercial.

Ilustração 5 e 6: Geometria do impactador atual e da nova geometria sugerida.

Ilustração 7: Legenda

Ilustração 8: Dados do Fotômetro

## **Introdução e Objetivos:**

A atmosfera é um sistema constituído por gases, partículas sólidas e líquidas, que mantêm entre si um processo de interação física e química constantes. São estas partículas em suspensão na atmosfera com alta mobilidade física denominadas de aerossóis. Eles tem origem natural, através de vulcões, tempestades de areia ou incêndios florestais, ou antropogênica, como o uso de combustíveis fósseis e alteração da superfície terrestre. Eles são rapidamente removidos da atmosfera por meio de processos hidrológicos naturais ou por deposição. Alguns aerossóis possuem elevada capacidade de reflexão e contribuem para resfriar a atmosfera, enquanto outros possuem elevada capacidade de absorção, contribuindo, portanto, para aquecê-la. Na atual conjuntura, estudar o comportamento destas partículas é de suma importância já que elas podem contribuir substancialmente para o aquecimento global.

As partículas constituintes podem ser classificadas de acordo com o seu tamanho a partir do seguinte critério:

- Partículas Grossas:  $2,5 \mu\text{m} < d_a < 100 \mu\text{m}$
- Moda de Acumulação:  $0,1 \mu\text{m} < d_a < 2,5 \mu\text{m}$
- Moda de Nucleação ou Partículas Ultrafinas:  $0,005 \mu\text{m} < d_a < 0,1 \mu\text{m}$

No caso do Rio de Janeiro, as principais fontes de material particulado são as florestas, o mar e a frota veicular. O projeto de pesquisa objetiva investigar aerossóis de diferentes espessuras ópticas e suas influências no ambiente urbano da cidade. Para tal, executaram-se medidas constantes utilizando um fotômetro solar portátil, avaliando assim a influência do efeito direto dos aerossóis urbanos no balanço de radiação local.

As medições com o fotômetro solar tiveram início em setembro de 2006 e prolongou-se até maio de 2009. A continuidade da metodologia é vital para o projeto visto que, por ser uma prática empírica, quanto maior o conjunto de dados melhor pode-se interpretá-lo, plotando gráficos que expõem a variação da concentração de poluentes atmosféricos ao longo de um determinado período de tempo. A relevância de se conhecer sobre estas partículas está nas diversas conseqüências à saúde humana que elas podem trazer, além da redução de visibilidade e sua própria interação com o balanço radiativo da atmosfera.

## **Metodologia:**

Para a medição direta da radiação solar, foi utilizado um fotômetro solar portátil da marca MICROTOPS II de cinco canais. Em cada um deles, foi medido um comprimento de onda distinto (440, 675, 870, 936 e 1020 nm). Para cada canal, o fotômetro faz 64 medições, nos fornecendo os valores da espessura óptica de cada comprimento de onda, com os respectivos desvios-padrão, de modo a indicar se a medição foi bem realizada ou não. Como visto anteriormente, os aerossóis possuem a capacidade de refletir ou absorver a radiação solar. Desta forma, conhecendo o valor do sinal emitido pelo sol em cada comprimento de onda, é possível estimar com precisão a concentração dos aerossóis na atmosfera, classificando-os de acordo com seus diâmetros.

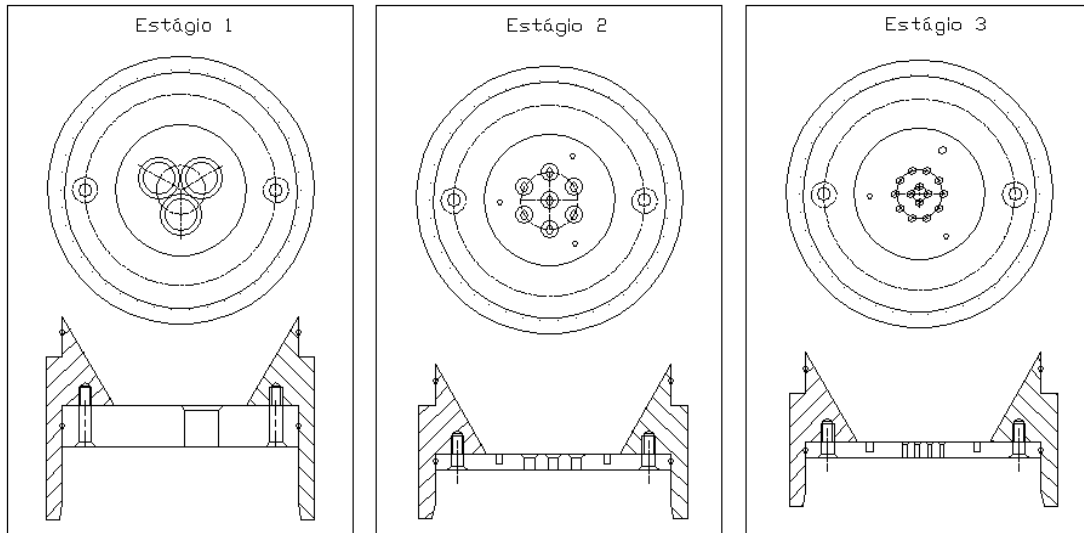


**Ilustração 1: Fotômetro solar portátil utilizado no projeto.**

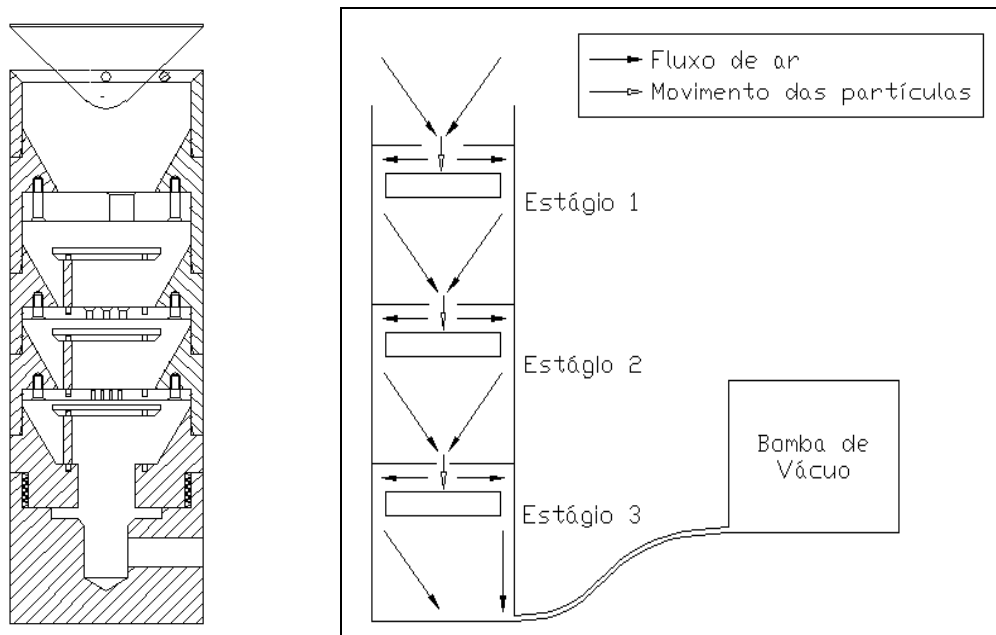
As medições foram feitas, primordialmente, em intervalos de 2 em 2 horas durante o período de 7 às 17 horas de cada dia, uma vez que a metodologia de análise depende a luz solar. Esta metodologia, porém, não é tão precisa já que a presença de nuvens em determinados momentos do dia interferiam na captação da radiação solar pelo fotômetro.

Para a transposição dos dados captados pelo aparelho, foi utilizado um software, presente no Windows, denominado HyperTerminal. Este nos permite realizar amostragens, importar os dados já armazenados, apagar dados não satisfatórios e alterar as constantes utilizadas e as coordenadas geográficas do ponto de coleta.

Além de medições de radiação solar a fim de determinar a concentração de aerossóis na atmosfera, analogamente ao projeto de iniciação científica, buscou-se aprimorar um instrumento que captaria partículas de aerossóis, diferenciando-as através de seus diâmetros. Este instrumento, denominado impactador inercial, funciona através de um fluxo de ar constante e ao longo dos estágios, separa as partículas de acordo com o seu tamanho, já que as partículas maiores que o tamanho de corte de determinado estágio sofrem impactação inercial enquanto que as menores passam ao estágio seguinte. O tamanho de corte é dependente do diâmetro e do comprimento dos orifícios e da distância entre estes e a placa de impactação.



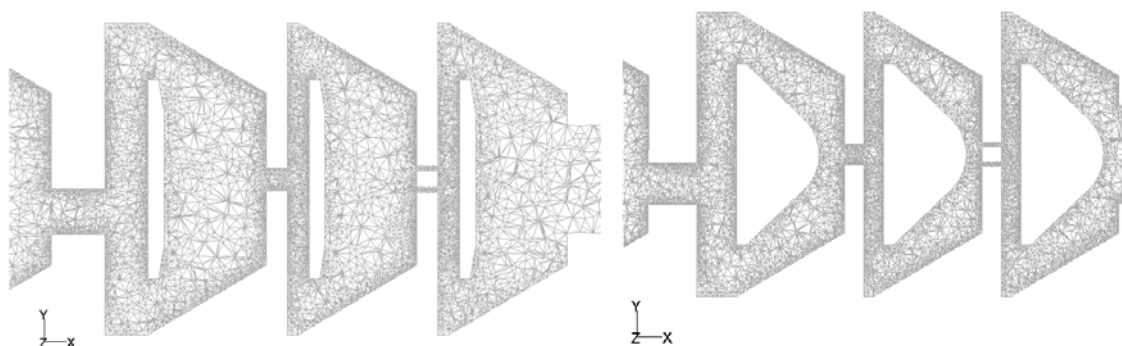
**Ilustração 2: Desenhos técnicos dos estágios do impactador inercial**



**Ilustrações 3 e 4: Perfil e desenho esquemático do impactador inercial.**

Seu funcionamento ocorre através do princípio da inércia. As partículas de maior diâmetro, mais pesadas, possuem inércia maior do que a do fluido, não conseguem acompanhar o escoamento e acabam retidas na placa de impactação. Por outro lado, as partículas de menor diâmetro, mais leves, seguem o fluxo do escoamento sem colidir na placa e passam para o estágio seguinte. Como os diâmetros dos orifícios vão diminuindo ao se passar de um estágio para o seguinte, a área para o fluxo de ar também vai sendo reduzida, e assim vai aumentando a velocidade de escoamento o que produz a coleta de partículas cada vez menores.

Como o modelo utilizado convencionalmente não era eficiente, com a dispersão de muitas partículas, foram feitas simulações numéricas com o auxílio dos softwares Gambit e Fluent, com o objetivo de desenvolver uma nova geometria mais eficiente e testá-la antes de produzir o aparato. Nesta nova geometria, a placa de impactação “ganhará” um aparato adicional, ocupando o local onde havia recirculação de partículas. Com a coleta de partículas podemos fazer a análise química das mesmas e, portanto, conhecer as principais fontes de material particulado no Rio de Janeiro.



**Ilustrações 5 e 6: Geometria do impactador atual (à esquerda) e da nova geometria sugerida (à direita).**

## Resultados e Conclusões

O fotômetro nos fornece dados que nos permitem analisar a espessura de aerossóis na atmosfera e, principalmente, analisar a variação dos mesmos ao longo de meses e anos. Estes dados estão dispostos em planilhas do Excel que resultaram em gráficos para a melhor compreensão dos resultados.

LEGENDA
DATE - Data
TIME - Hora de Greenwich
LATITUDE
LONGITUDE
ALTITUDE
PRESSURE - Pressão em milibares
SZA - Ângulo de zênite solar
AM - Optical air mass
SDCORR - Correção da distância Terra-Sol
TEMP - Temperatura
ID - Identificação de usuário
SIG440 - Sinal em milivolts[mV]
SIG675 - Sinal em milivolts[mV]
SIG870 - Sinal em milivolts[mV]
SIG936 - Sinal em milivolts[mV]
SIG1020 - Sinal em milivolts[mV]
STD440 - Desvio Padrão dos sinais medidos
STD675 - Desvio Padrão dos sinais medidos
STD870 - Desvio Padrão dos sinais medidos
STD936 - Desvio Padrão dos sinais medidos
STD1020 - Desvio Padrão dos sinais medidos
R440_675 - Proporção dos sinais entre os canais
R675_870 - Proporção dos sinais entre os canais
R875_936 - Proporção dos sinais entre os canais
R936_1020v - Proporção dos sinais entre os canais
AOT440 - Espessura óptica do aerossol
AOT675 - Espessura óptica do aerossol
AOT870 - Espessura óptica do aerossol
AOT936 - Espessura óptica do aerossol
AOT1020 - Espessura óptica do aerossol
WATER - Coluna de vapor d'água [cm]

**Ilustração 7: Legenda**

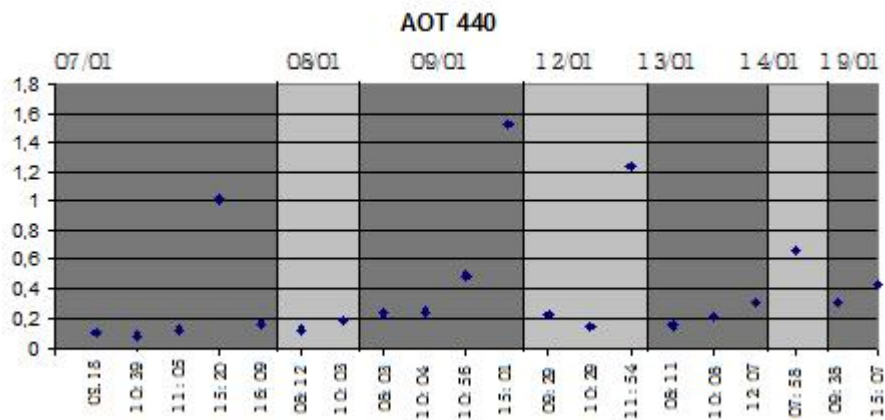
DATE	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008	01/12/2008
HORA	10:34:02	11:36:23	11:55:35	12:31:48	13:23:38	13:43:38	14:40:26	15:18:24	16:16:42	16:44:04
TIME - gre	12:24:02	13:36:23	13:55:35	14:31:48	15:23:38	15:43:38	16:40:26	17:18:24	18:16:42	18:44:04
LATITUDE	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900	-22,900
LONGITUDE	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167	-43,167
ALTITUDE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PRESSURE	1010	1010	1010	1010	1009	1009	1008	1007	1007	1006
SZA	29,51	15,16	10,75	2,53	9,69	14,29	27,36	36,06	49,35	55,54
AM	1,148	1,036	1,017	1,001	1,014	1,032	1,125	1,236	1,533	1,764
SDCORR	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
TEMP	16,3	17,2	19,3	20,6	21,3	22,1	21,3	20,5	19,5	19,0
ID	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
SIG440	611,24	716,43	714,91	433,39	671,70	454,51	743,13	693,41	575,89	604,70
SIG675	862,07	968,85	970,27	566,39	943,89	603,15	989,35	954,15	861,71	940,84
SIG870	0,54	0,01	647,04	2,24	14,17	391,69	640,81	647,54	580,71	638,46
SIG936	275,62	346,92	339,64	191,74	313,28	198,70	297,97	258,21	185,68	177,92
SIG1020	907,59	1026,68	1023,81	591,67	957,63	642,64	1055,90	1023,25	931,81	1021,41
STD440	0,018	0,008	0,001	0,007	0,081	0,032	0,001	0,007	0,002	0,005
STD675	0,008	0,003	0,003	0,003	0,002	0,006	0,009	0,005	0,001	0,005
STD870	0,038	NaN	0,008	0,048	0,376	0,003	0,016	0,002	0,000	0,002
STD936	0,005	0,000	0,008	0,013	0,040	0,004	0,016	0,020	0,011	0,000
STD1020	0,006	0,004	0,007	0,001	0,100	0,011	0,009	0,012	0,005	0,002
R440_675	0,7090	0,7395	0,7368	0,7652	0,7117	0,7536	0,7512	0,7267	0,6683	0,6427
R675_870	1600,5010	Nan	1,4996	253,4451	71,6490	1,5399	1,5440	1,4735	1,4839	1,4736
R875_936	0,0020	0,0000	1,9052	0,0117	0,0456	1,9713	2,1524	2,5084	3,1276	3,5885
R936_1020	0,3037	0,3379	0,3317	0,3241	0,3281	0,3092	0,2820	0,2524	0,1993	0,1742
AOT440	0,264	0,165	0,174	0,682	0,238	0,608	0,101	0,126	0,177	0,095
AOT675	0,205	0,119	0,121	0,661	0,148	0,579	0,088	0,106	0,144	0,069
AOT870	6,253	NaN	0,091	5,756	3,860	0,576	0,090	0,072	0,126	0,054
AOT936	3,233	NaN	0,107	3,215	2,024	0,575	0,086	0,086	0,133	0,061
AOT1020	0,213	0,118	0,123	0,673	0,189	0,573	0,083	0,100	0,140	0,069
WATER	Na	Na	2,21	Na	Na	2,33	2,39	2,53	2,58	2,55

**Ilustração 8: Dados do Fotômetro**

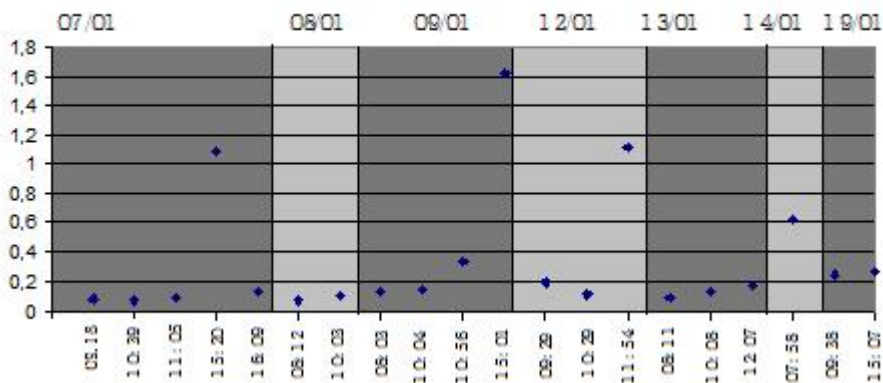
Os resultados encontrados com o auxílio do fotômetro estão dispostos em forma de tabelas e gráficos resultantes do período de execução do projeto de pesquisa.

Cada gráfico representa a variação de aerossóis de determinados comprimentos de onda( 440, 675, 870, 936, 1020 nm) ao longo das horas e dos dias do mês. As condições metrológicas nos dias das medições estão descritas abaixo de cada mês para que possamos entender melhor possíveis valores que destoem do padrão.

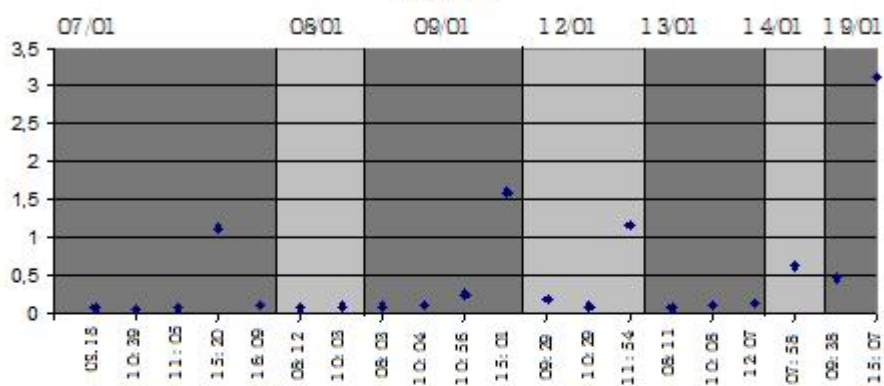
→Janeiro /2009



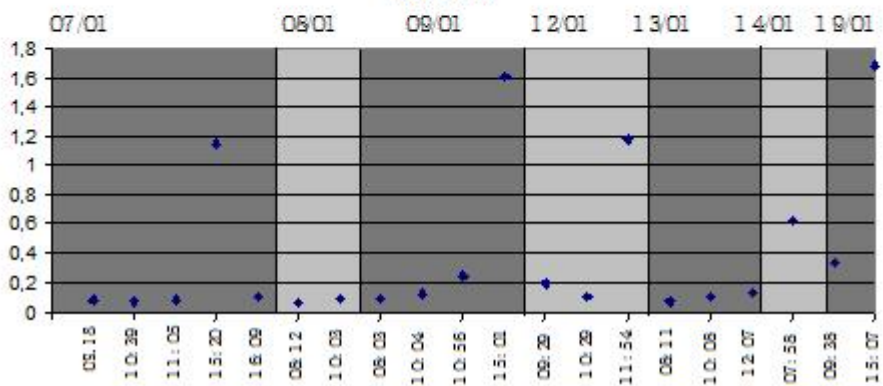
### AOT 675

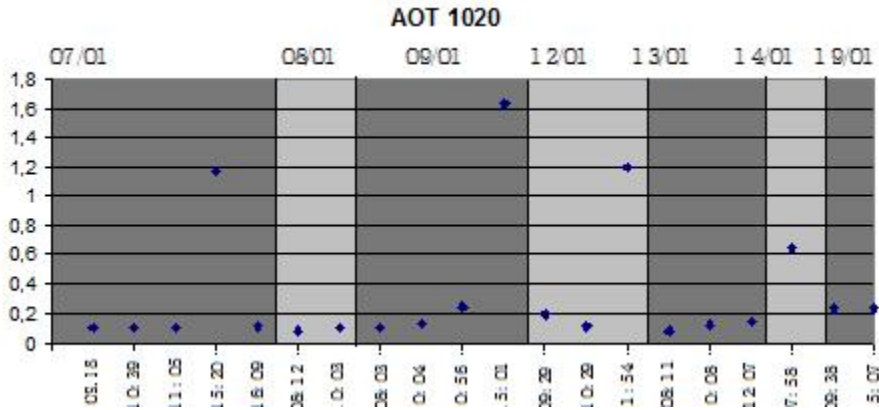


### AOT 870



### AOT 936





07/01 – Sol

08/01 – Sol com Nuvens

09/01 – Sol

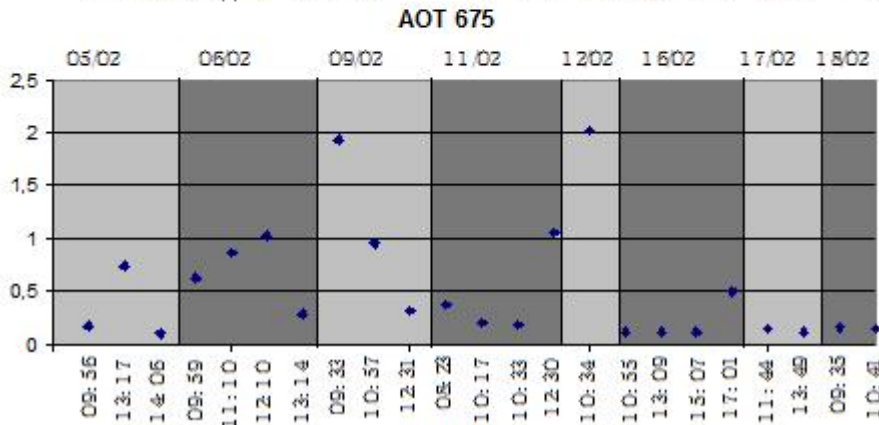
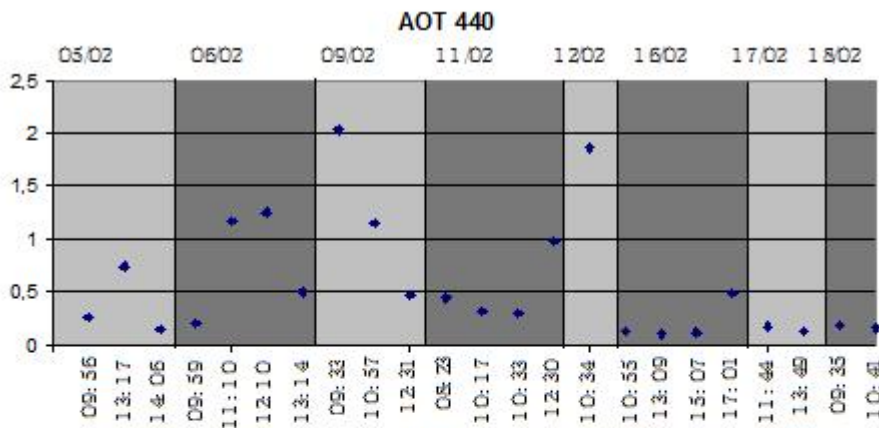
12/01- Sol com Nuvens/ Nublado à Tarde

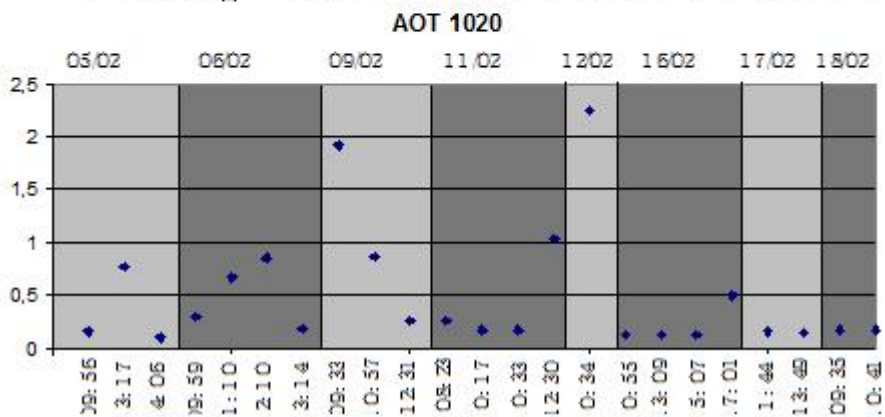
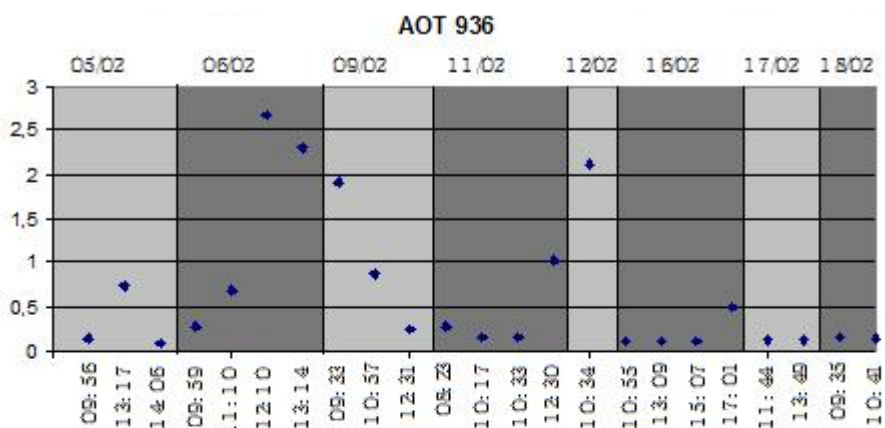
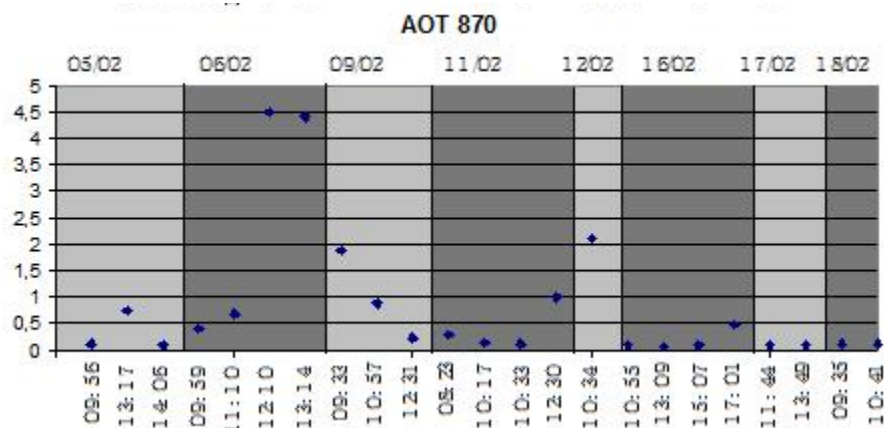
13/01 - Sol com Nuvens/ Nublado à Tarde

14/01 – Nublado

19/01 – Sol/ Parcialmente Nublado

→ Fevereiro/2009

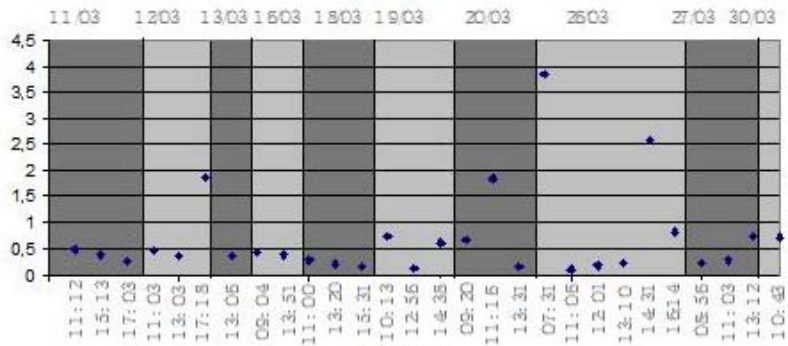




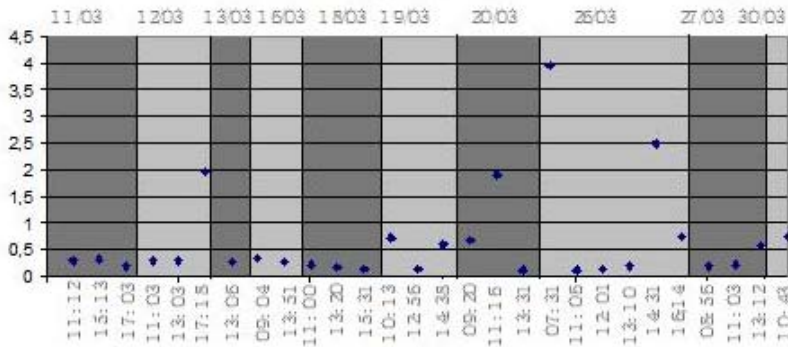
- 05/02 – Sol com Nuvens
- 06/02 – Sol com Nuvens
- 09/02 – Sol com muitas Nuvens
- 11/02 – Sol
- 12/02 – Nublado
- 16/02 – Sol
- 17/02 – Sol
- 18/02 – Sol

→ Março/2009

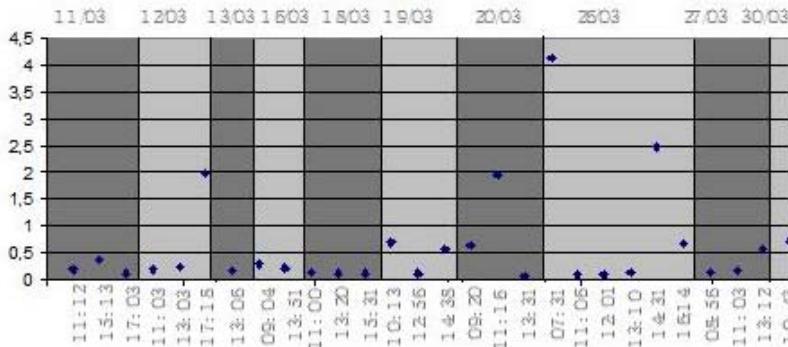
AOT 440



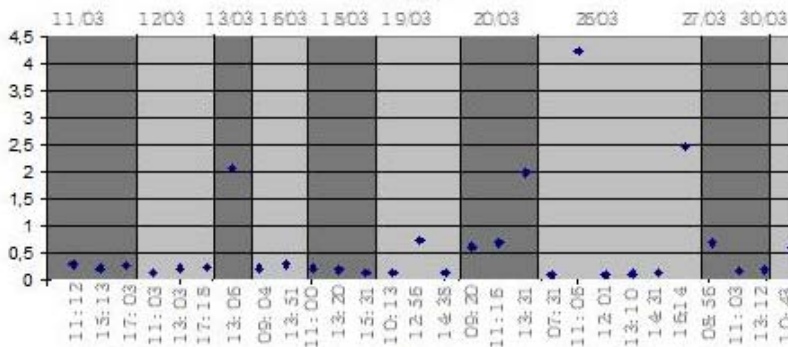
AOT 675



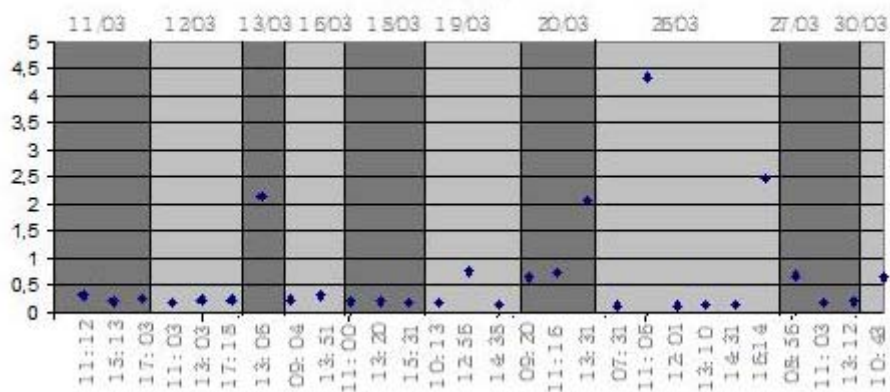
AOT 870



AOT 936



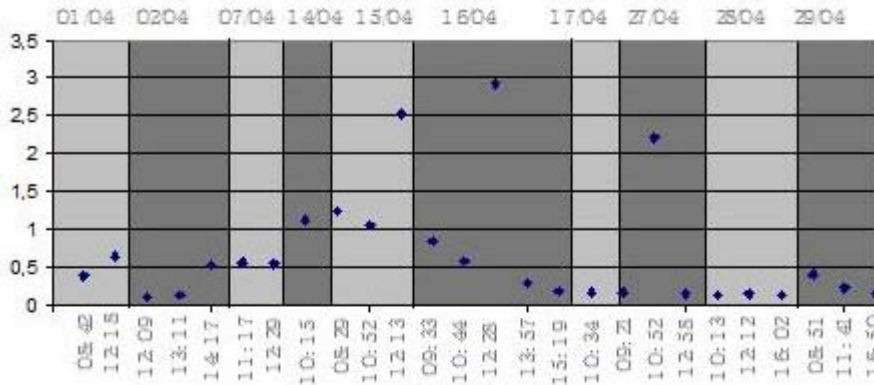
### AOT 1020



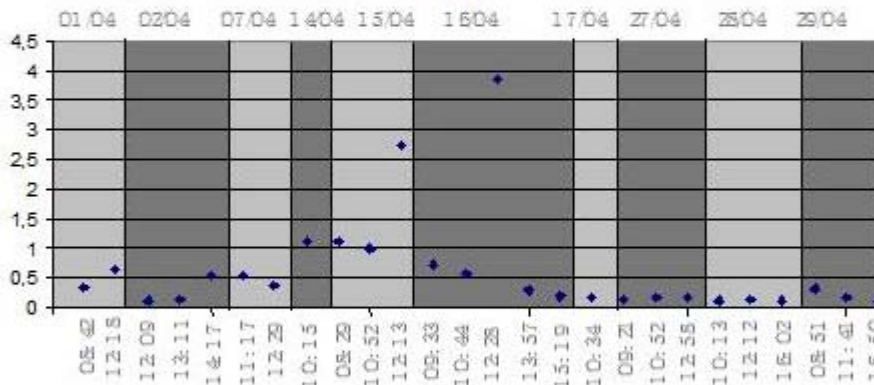
- 11/03 – Sol com Nuvens
- 12/03 – Sol/ Nuvens à Tarde
- 13/03 – Nublado
- 16/03 – Sol com Nuvens
- 18/03 – Sol pela manhã / Nublado à Tarde
- 19/03 – Sol
- 20/03 – Sol
- 25/03 – Sol
- 27/03 – Sol com Nuvens
- 30/03 – Nublado/ Chuva no fim da tarde

→ **Abril/2009**

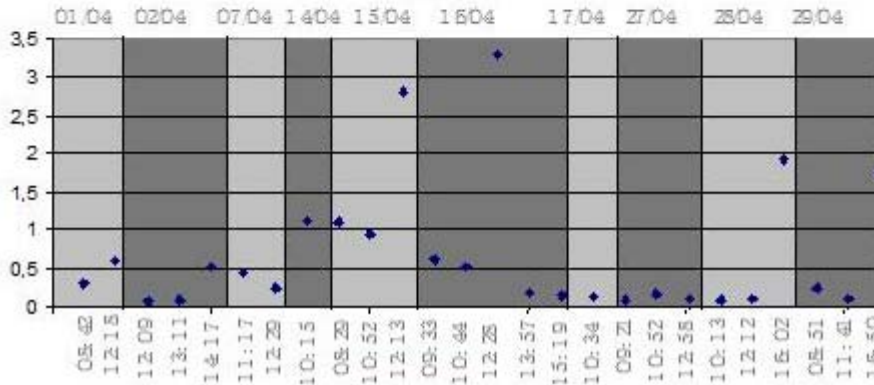
AOT 440



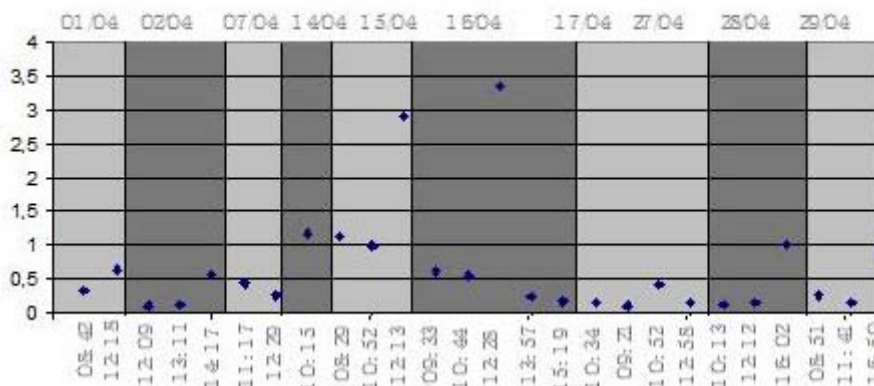
AOT 675

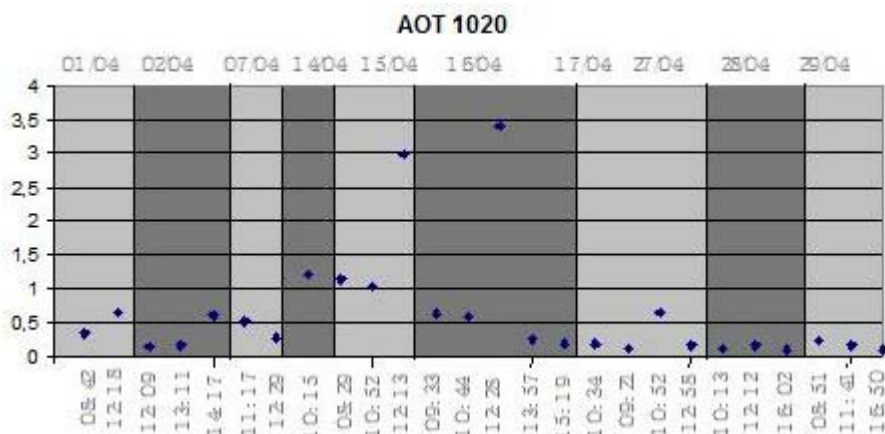


AOT 870



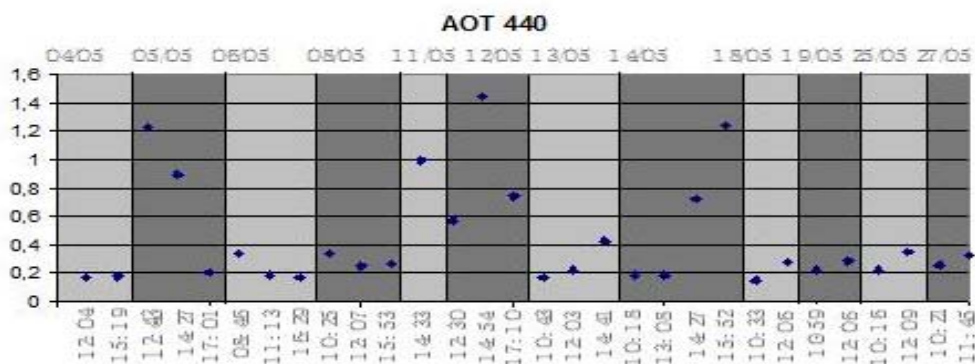
AOT 936



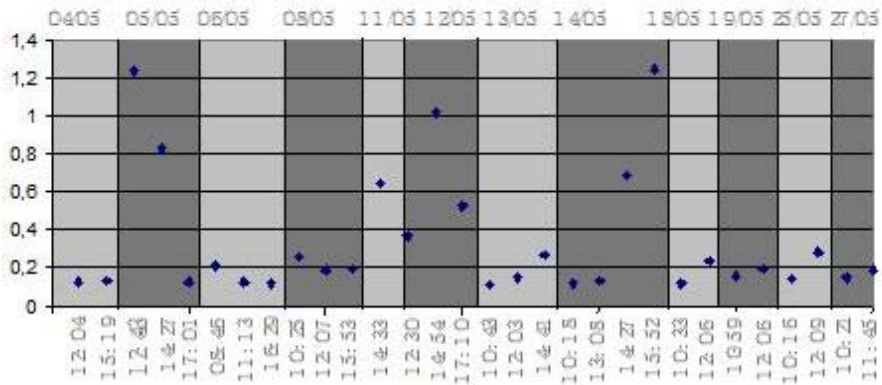


- 01/04 – Sol com Nuvens pela Manhã/ Chuva à Tarde
- 02/04 – Sol com Nuvens pela Manhã/ Chuva à Tarde
- 07/04 - Nublado
- 14/04 – Sol com Nuvens pela Manhã/ Nublado à tarde
- 15/04 – Sol com Nuvens pela Manhã/ Chuva à Tarde
- 16/04 – Sol com Nuvens
- 17/04 – Sol com Nuvens
- 27/04 – Sol pela Manhã / Chuva à Tarde
- 28/04 – Sol com Nuvens
- 29/04- Sol com Nuvens

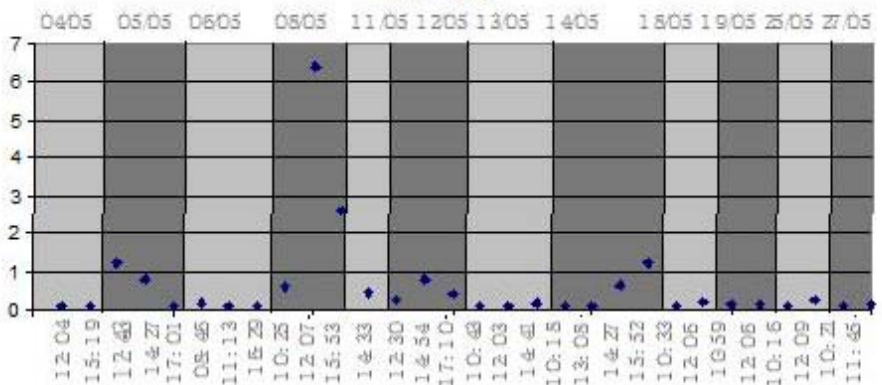
→ Maio/2009



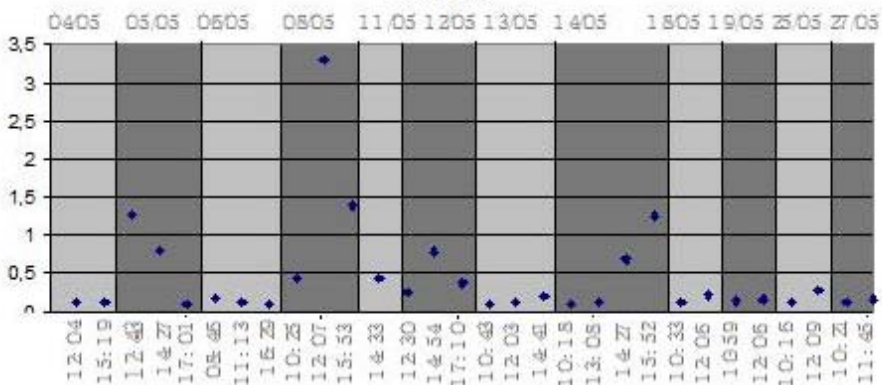
AOT 675



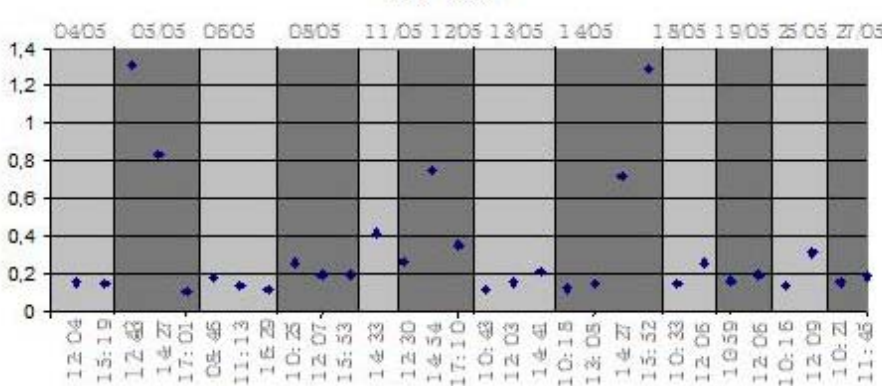
AOT 870



AOT 936



AOT 1020



04/05 – Sol/ Chuvas à Tarde  
05/05 – Sol com poucas Nuvens  
06/05 – Sol com poucas Nuvens  
08/05 – Sol com Nuvens  
11/05 – Sol com Nuvens  
12/05 – Sol com Nuvens  
13/05 – Sol com Nuvens  
14/05 – Parcialmente Ensolarado  
18/05 – Sol com Nuvens  
19/05 – Sol com Nuvens  
25/05 – Sol  
27/05 - Sol

Através destes gráficos, podemos analisar as variações de AOT( espessura óptica do aerossol) para melhor tentar compreendê-las. Porém, como há muitas variáveis tais como tempo, nebulosidade, umidade, dentre outros, esta pesquisa necessita de continuidade para que possamos formar um vasto banco de dados e , a partir dele, chegar a conclusões mais precisas sobre a concentração, variação, tipo de aerossóis presentes no Rio de Janeiro.

Em relação ao impactador, não foram encontrados novos resultados devido a diversos fatores tais como a falta de experiência de uso dos softwares Gambit e Fluent, além de dificuldades técnicas.

### **Referências**

1– IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Aerosols, their Direct and Indirect Effects.**

2–KING, M. D.;BYRNE, D. M., HERMAN,B.M., REAGAN, J.A., **Aerosol Size Distributions by Inversion of Spectral Depth Measurements .**

3 – JEONG, M.J., LI, Z. , CHU, D.A. , TSAY, S-C, **Quality, Compatibility and Synergy Analysis of Global Aerosol Products.**