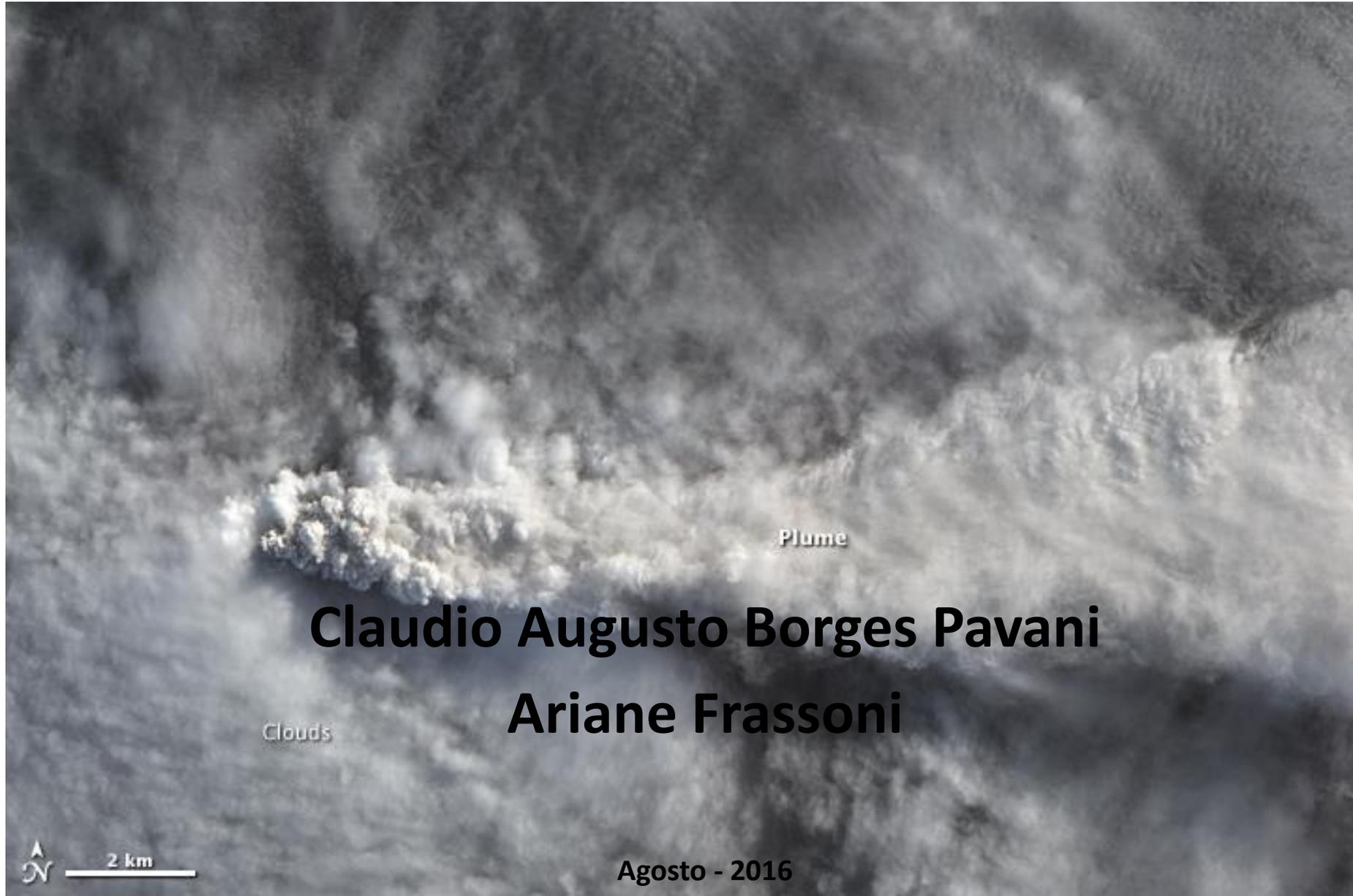


Melhorias na modelagem da dispersão de cinzas vulcânicas. Com estudo de caso vulcão Calbuco.



Porque simular a dispersão de cinzas vulcânicas ?

- Impactos:
- Balanço radiativo
- Aviação
- Agricultura
- Pecuária
- Saúde humana
- Acidentes
- Chuva ácida

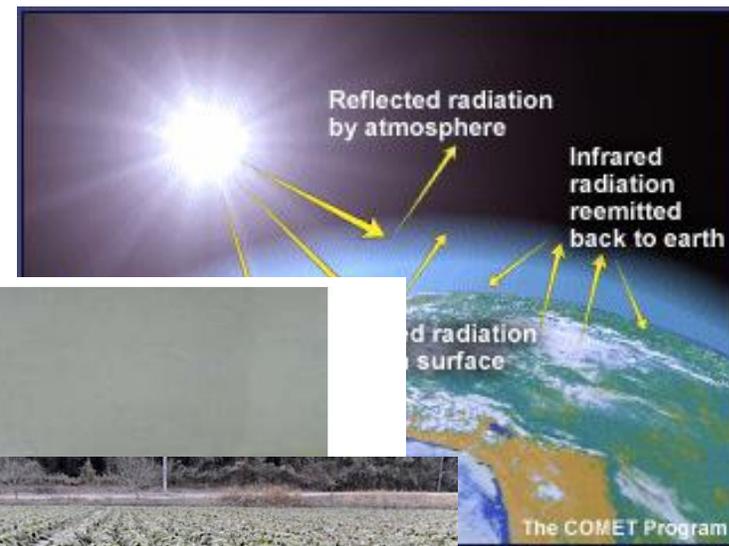


Figura genérica para ilustrar balanço radiativo
Fonte: http://www.udar.edu/learn/1_3_1.htm



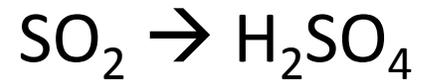
Fonte da figura: <http://revistagloborural.globo.com>



Clima: Balanço radiativo.

A diminuição da temperatura por um breve período de tempo é efeito mais instantâneo e significativo ao clima.

- **Resfriamento.**



Cinzas

- **Aquecimento.**

H_2O e CO_2

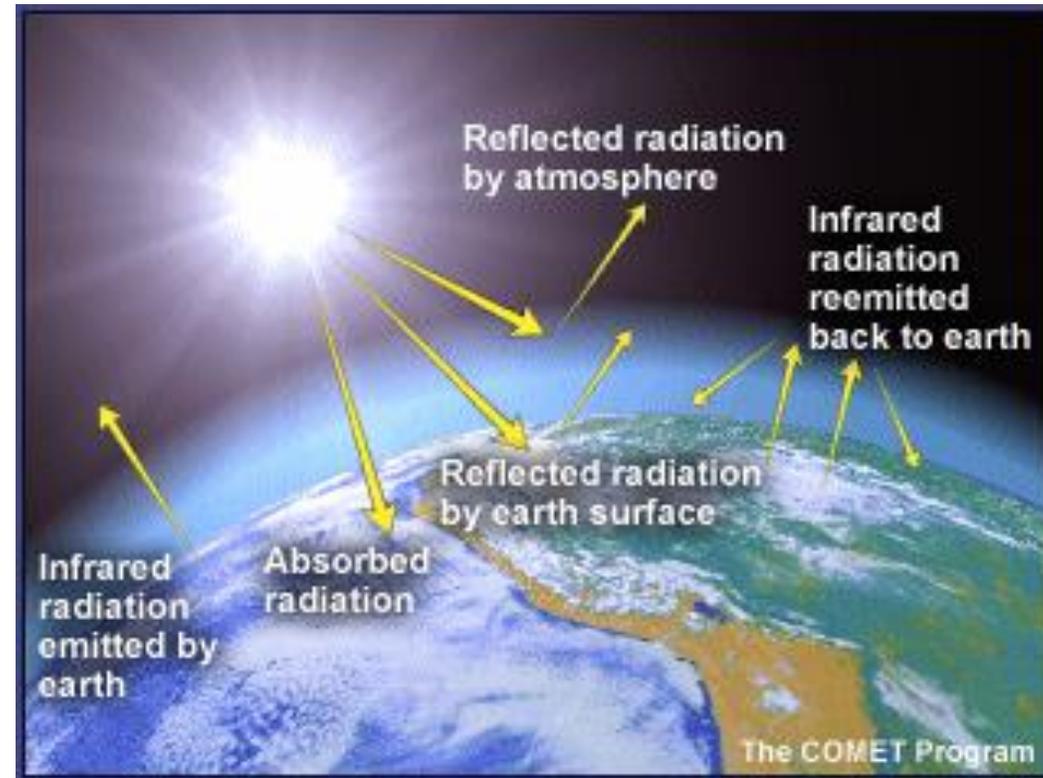


Figura genérica para ilustrar balanço radiativo

Fonte: http://www.ucar.edu/learn/1_3_1.htm

1 - INTRODUÇÃO



Aeronave após encontro com cinzas do vulcão Puyehue.

Fonte: <http://www.news.com.au/travel/news/chile-ash-cloud-hits-tassie-nz-flights/story-e6frfq80-1226073731601>

- Corrosivas → danos externos e internos.
- Danos ao motor.
- Resulta em alto custo de manutenção
- Equipamentos de bordo não detectam cinzas.

Danos à agricultura e pecuária

- Soterramento
- Flúor → destrói os ossos dos animais, causa a diminuição da produção de leite, da qualidade da lã e pode levar a morte.



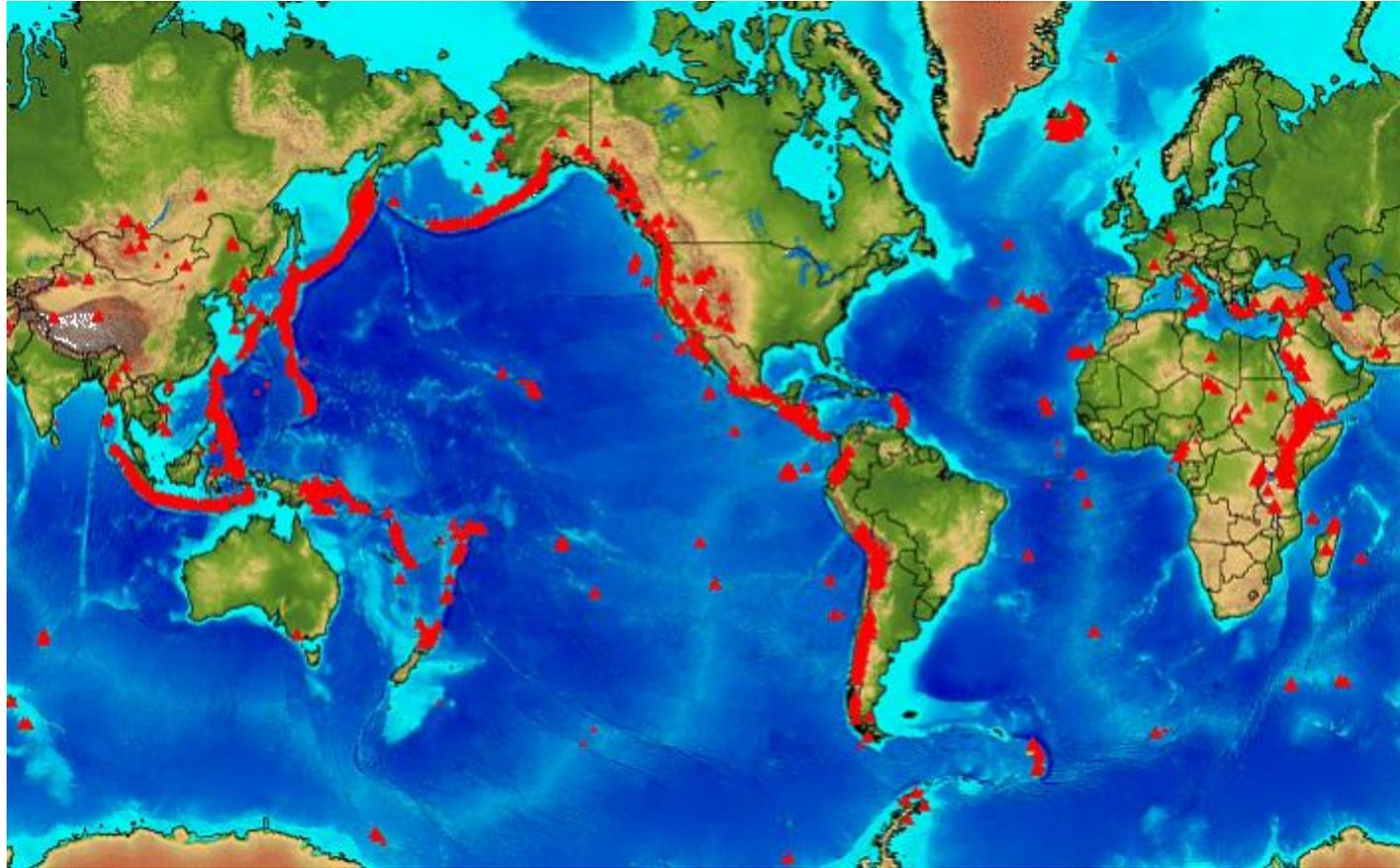
Fonte :<http://revistagloborural.globo.com>



Fonte: <http://www.argenpapa.com.ar/default.asp?id=16375>

1 - INTRODUÇÃO

- Não é raro haver vulcões ativos no mundo.
- Existem cerca de 550 vulcões potencialmente ativos.
- Destes em média, 20 estão em atividade em algum lugar do mundo a todo o momento.



Vulcões potencialmente ativos no mundo.

Fonte: Smithsonian (2012)

Metodologia: Estruturação

Diâmetro das cinzas vulcânicas ejetadas na atmosfera

Diâmetro da Partícula (mm)	Phi	Diâmetro médio da partícula (mm)	Raio médio da partícula (mm)	Nome da partícula	Porcentagem de Massa
2-1	-1→0	1,5	0,75	ash10	2
1-0,5	0→1	0,75	0,375	ash9	4
0,5-0,25	1→2	0,375	0,1875	ash8	11
0,25-0,125	2→3	0,1875	0,09375	ash7	9
0,125-0,0625	3→4	0,09375	0,04688	ash6	9
0,0625-0,0312	4→5	0,04685	0,02343	ash5	13
0,0312-0,0156	5→6	0,0234	0,0117	ash4	16
0,0156-0,0078	6→7	0,0117	0,00585	ash3	16
0,0078-0,0039	7→8	0,00585	0,00293	ash2	10
<0,0039	>8	0,00195	0,00098	ash1	10

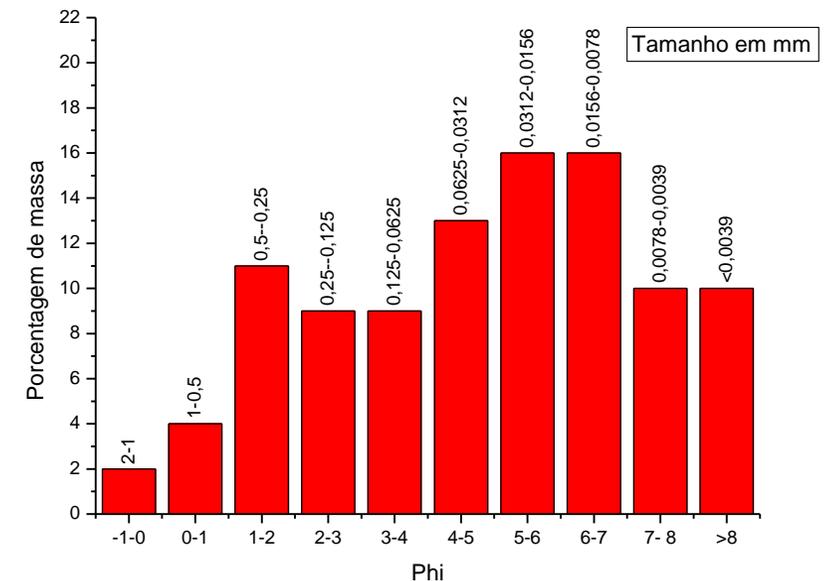
Distribuição do tamanho das partículas.
Fonte: baseado no MSH (1980).

Densidade das cinzas vulcânicas 900kg/m³

Fonte: Mazzoni A. Omar, (2013)

Esfericidade média das cinzas vulcânicas 0,7

Fonte: Riley et al 2003



Histograma referente aos dados da tabela

$$H = 0,34(1)M^{0,2337(2)}$$

H= Altura de injeção (km)
M = Taxa de emissão (Kg/s)

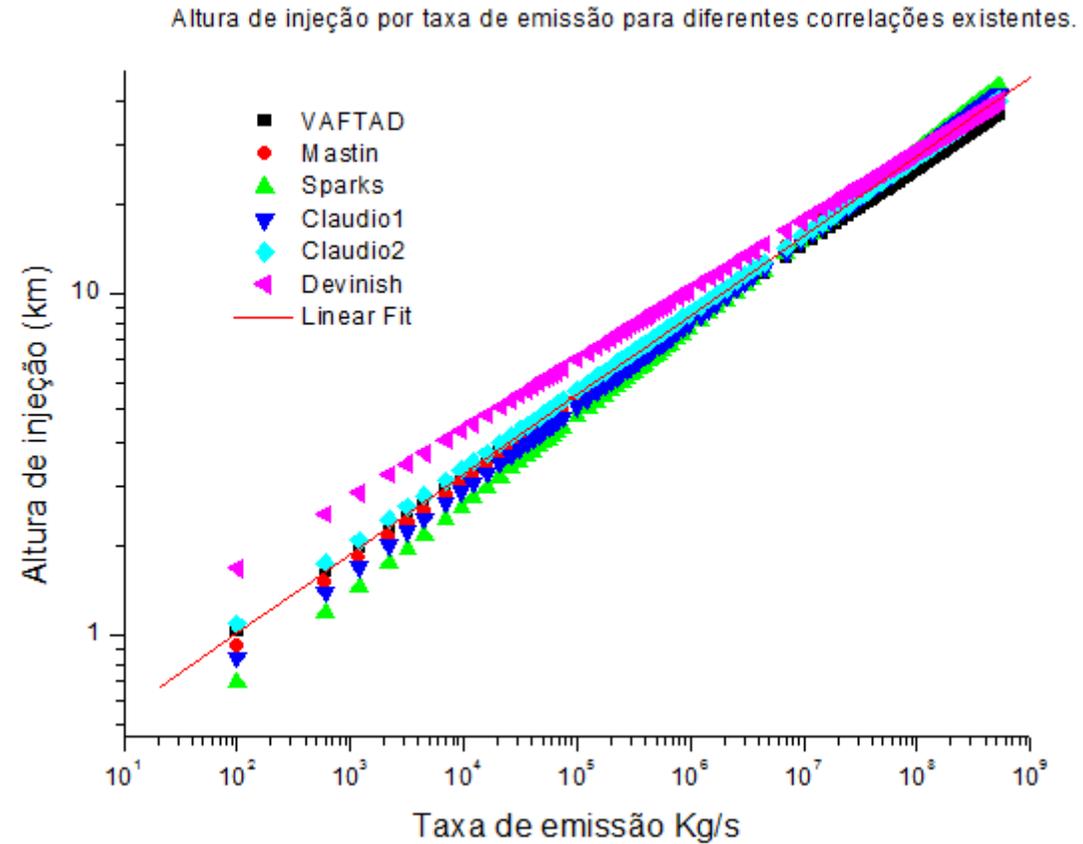
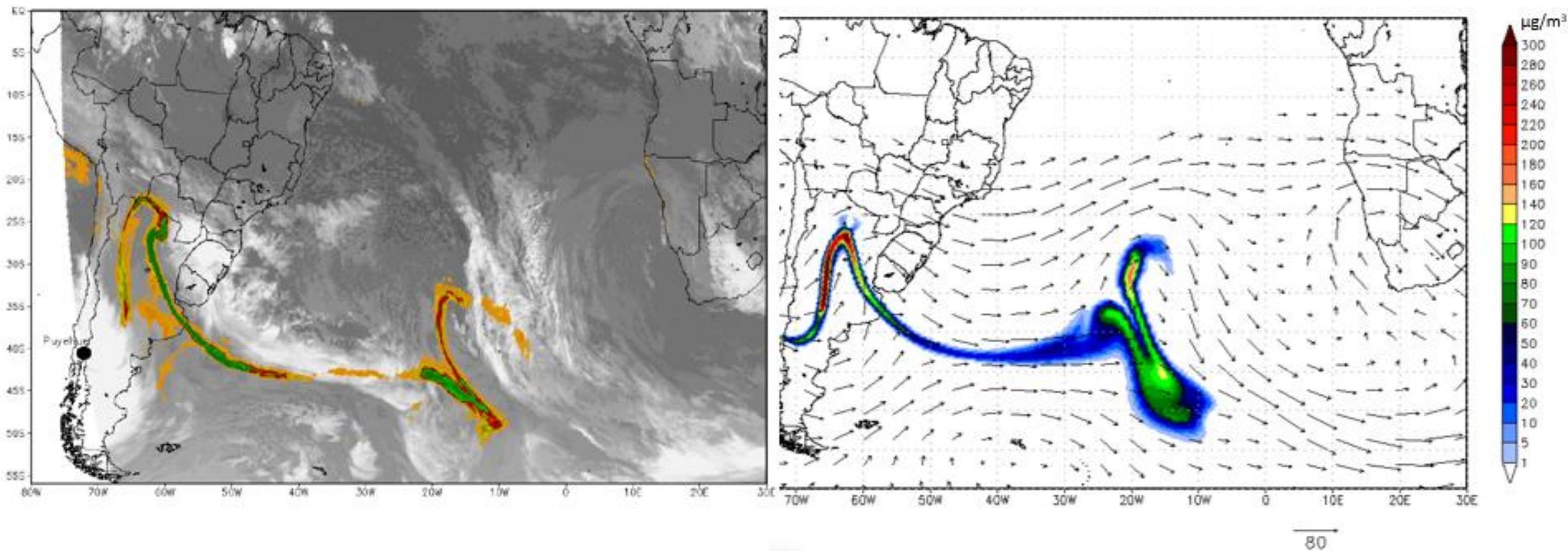


Figura 2 - Altura de injeção por taxa de emissão para diferentes correlações.

Utilizando o modelo BRAMS 4ª versão 30 km de resolução horizontal (rodado em 2013)



À esquerda imagem fornecida pelo DSA, à direita concentração de cinzas vulcânicas à 10km de altura obtido pelo modelo. Ambas as imagens referem ao dia 7 de junho de 2011 às 6Z.

Utilizando o modelo BRAMS 4ª versão 30 km de resolução horizontal (rodado em 2013)

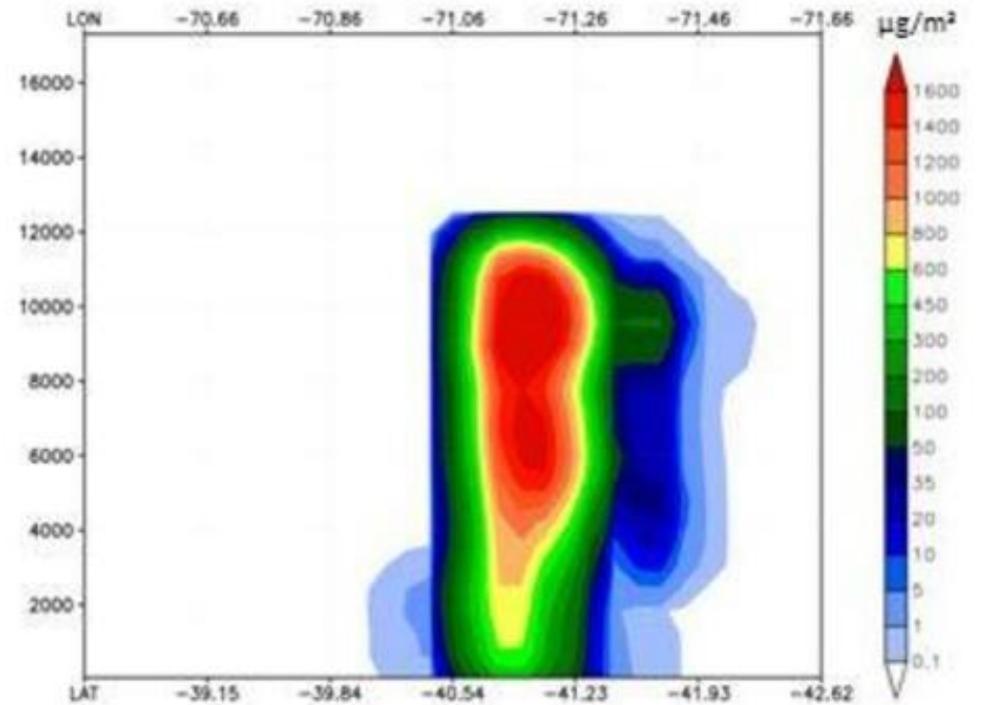
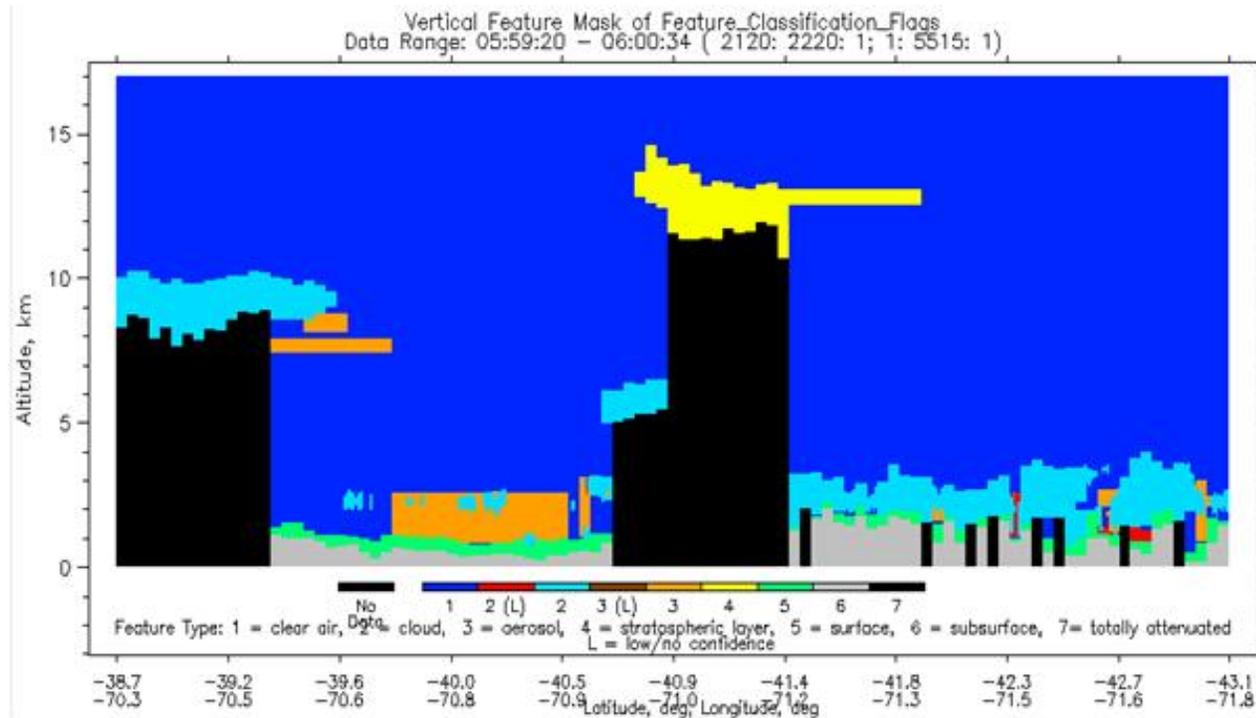


Figura 4: À esquerda imagem do satélite CALIPSO, as cinzas vulcânicas estão em amarelo. À direita concentração de cinzas sobre a trajetória do satélite. Ambas as imagens se referem ao dia 5 de junho de 2011 às 6Z.

Melhorias já implementadas no modelo BRAMS 5ª versão

- Nova formula para o calculo da velocidade terminal da partícula. (Já havia sido implementada pelo Saulo, porém não foi documentado em nenhum artigo)

$$V_{fall} = \frac{2r^2(\rho_{part} - \rho_{air})gG_i}{9n_{ar}}$$

Equação antiga

$$v_{sj}(z) = \sqrt{\frac{4d_j\rho_{pj}}{3 C_d \rho_a}} \quad C_d = \frac{24}{ReK_1} (1 + 0.1118(ReK_1K_2)^{0.6567}) + \frac{0.4305 K_2}{1 + \frac{0.4305}{ReK_1K_2}}$$

Equação nova

- Foi encontrado o valor médio da esfericidade das cinzas, igual a 0,7 (Rilley et al 2003). (Anteriormente havia sido posto 0,9 apenas para poder executar o modelo). A esfericidade entra no calculo de K_1 e K_2

Melhorias ainda não implementadas no modelo BRAMS 5ª versão

- Sedimentação úmida

$$S_m = aR^b$$

S_m é o coeficiente de limpeza úmida, R a taxa de precipitação em mm/h e “ a ” e “ b ” são constantes.

Tabela 1: : Coeficiente de limpeza utilizado no modelo BRAMS $S_{mi} = a_i R^{b_i}$.

Tamanho da partícula	$10^{-3} \mu\text{m} < d_p < 0,04 \mu\text{m}$		$0,04 \mu\text{m} < d_p < 2,5 \mu\text{m}$		$2,5 \mu\text{m} < d_p < 16 \mu\text{m}$		$d_p > 16 \mu\text{m}$	
Parâmetros	a_1	b_1	a_2	b_2	a_3	b_3	a_4	b_4
Valor	$6,2 \times 10^{-3}$	0,62	$1,06 \times 10^{-3}$	0,61	0,92	0,79	1,81	0,81

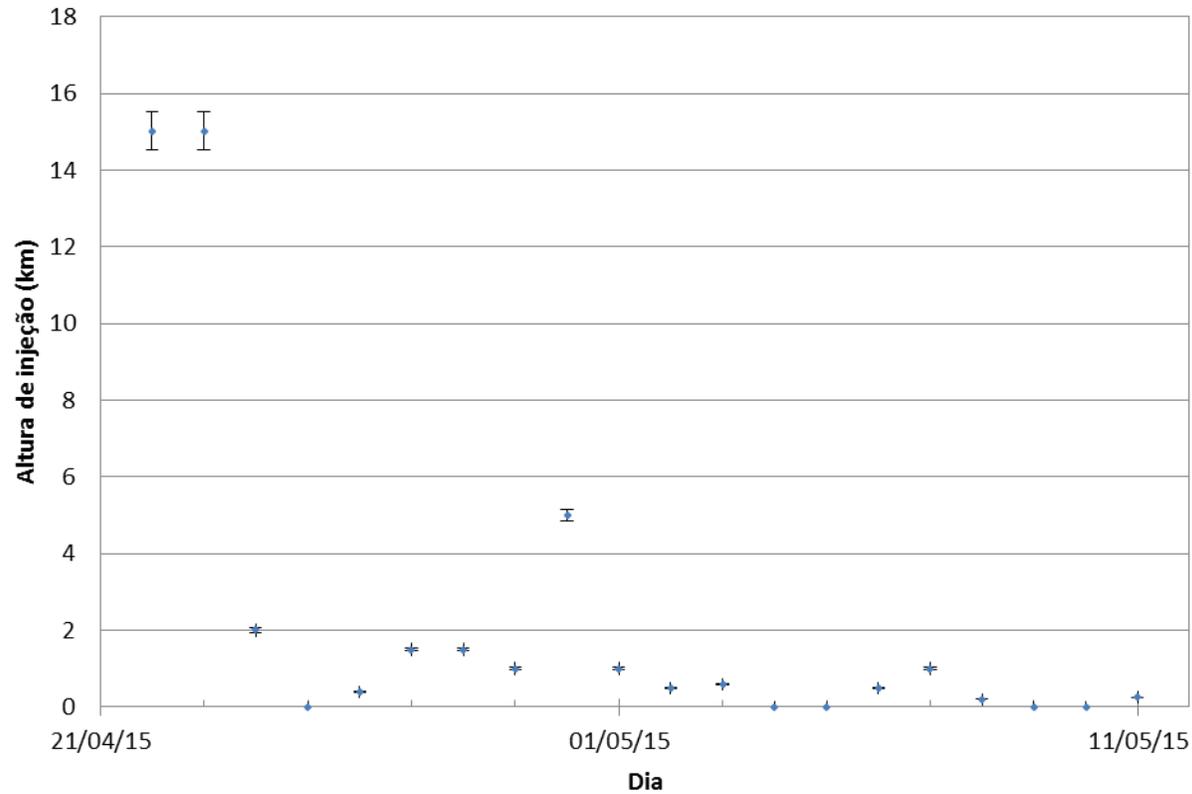
Fonte: baseado em Jian Freng (2007).

Segundo a tabela 1, as partículas de diâmetro equivalente ao ash1, receberão o valor equivalente ao a_2 , as cinzas ash2 e ash3 pertencem ao a_3 e as cinzas do ash4 ao ash10 pertencem ao a_4 .

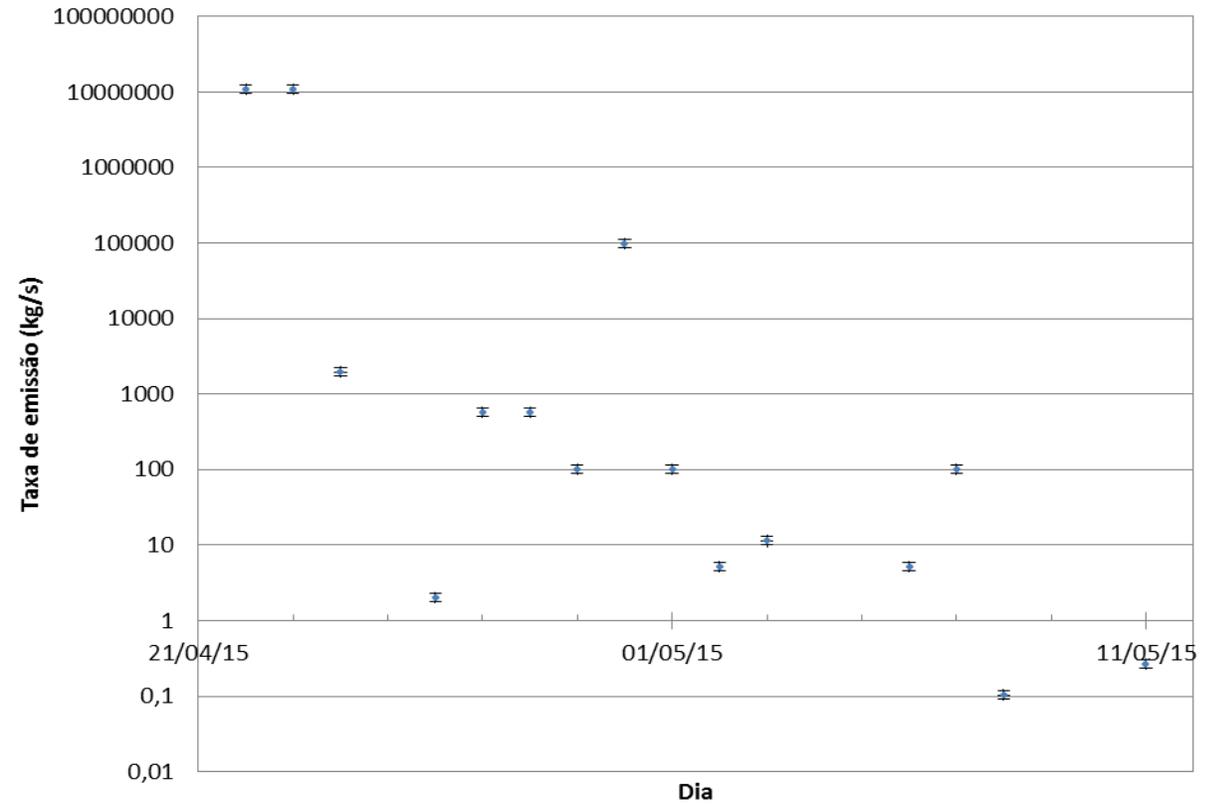
Estudo de caso Calbuco

- Dados observados e altura de injeção

Altura de injeção (km)



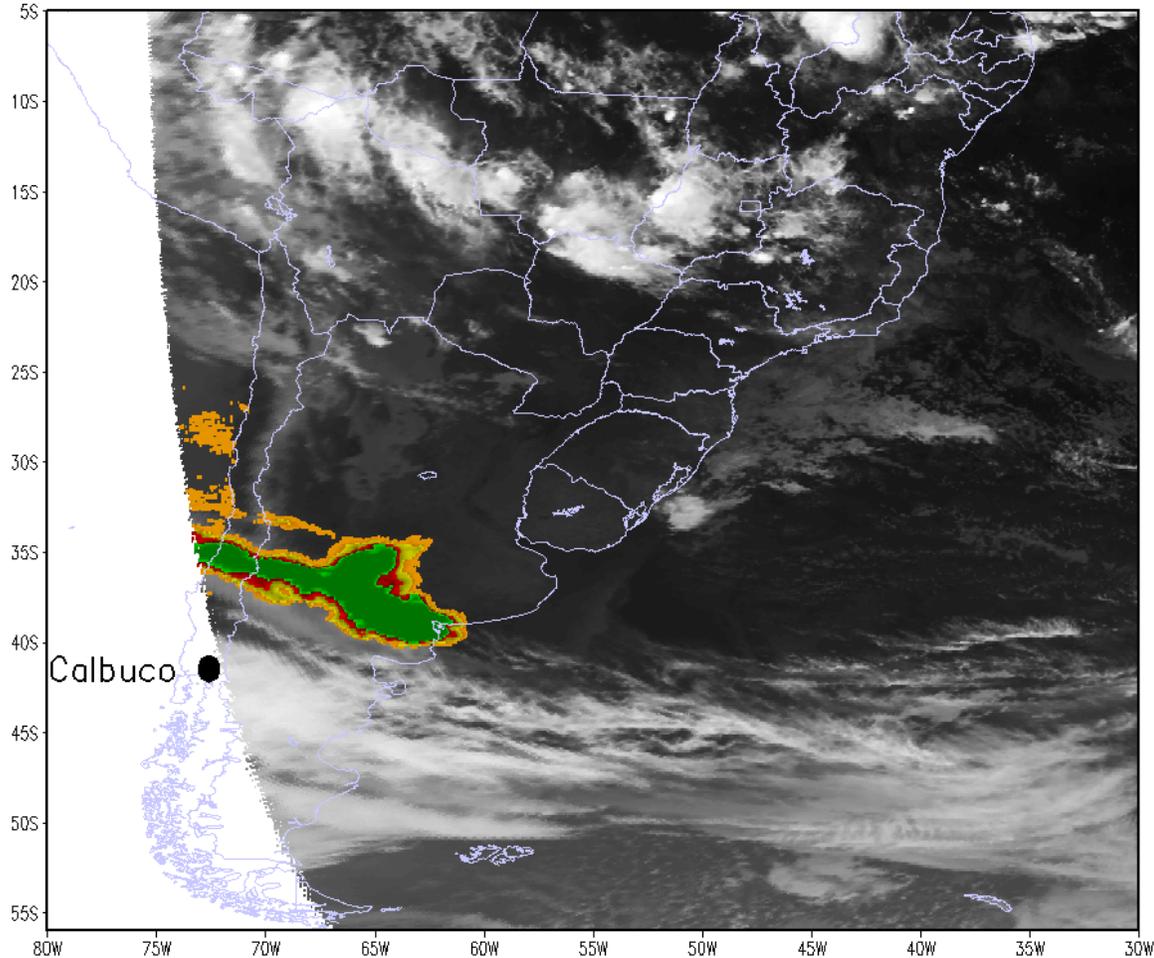
Taxa de emissão (kg/s)



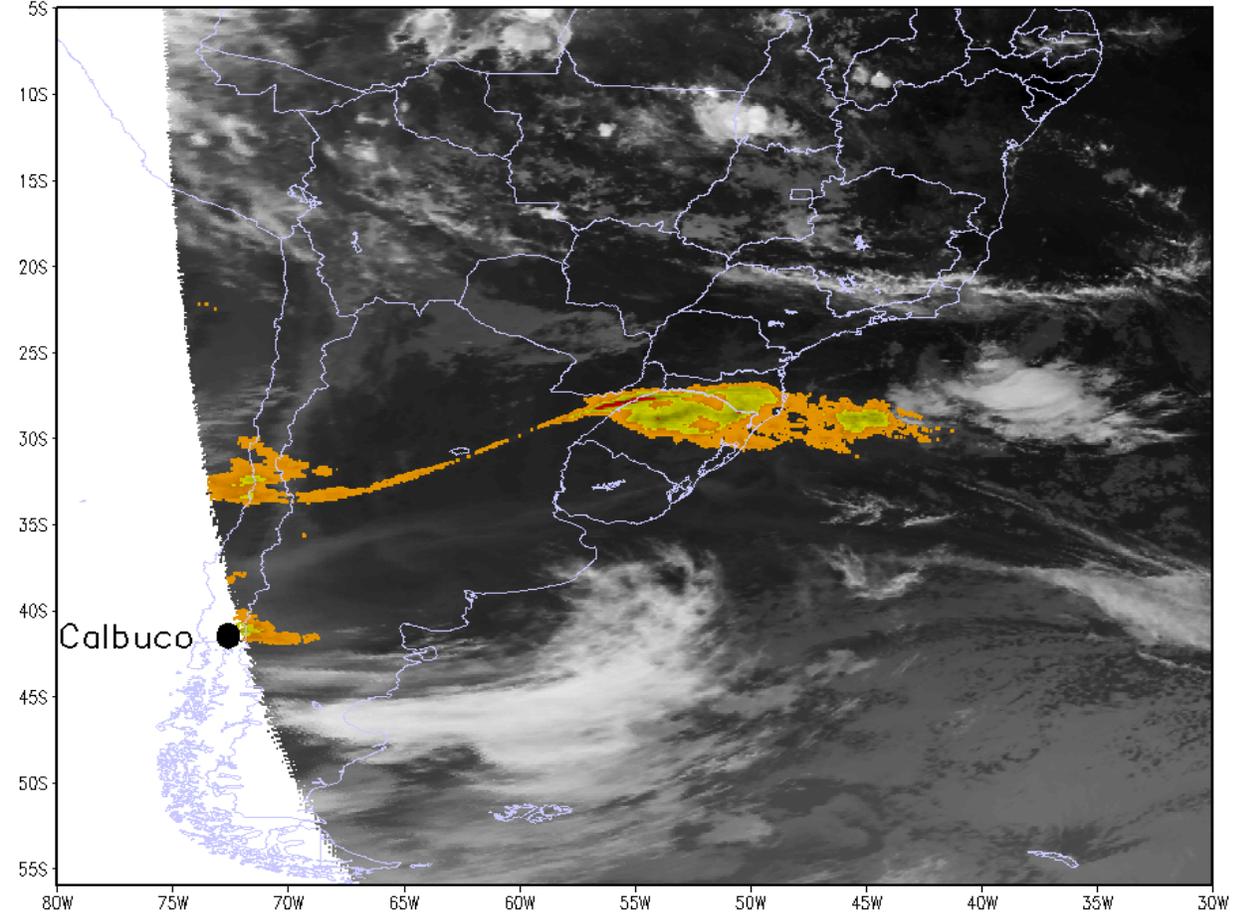
Estudo de caso Calbuco

- Dados observados fornecidos pelo DSA

Traços das Cinzas do Vulcão Calbuco – 2015/04/24–0145 UTC

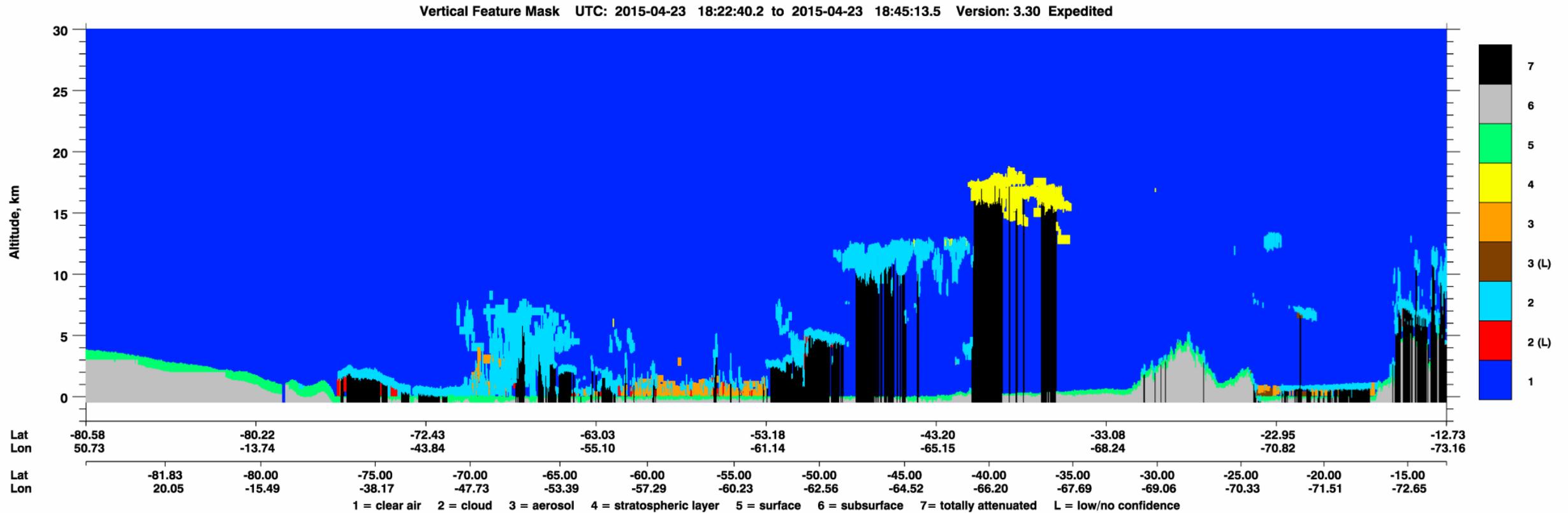


Traços das Cinzas do Vulcão Calbuco – 2015/04/25–1130 UTC



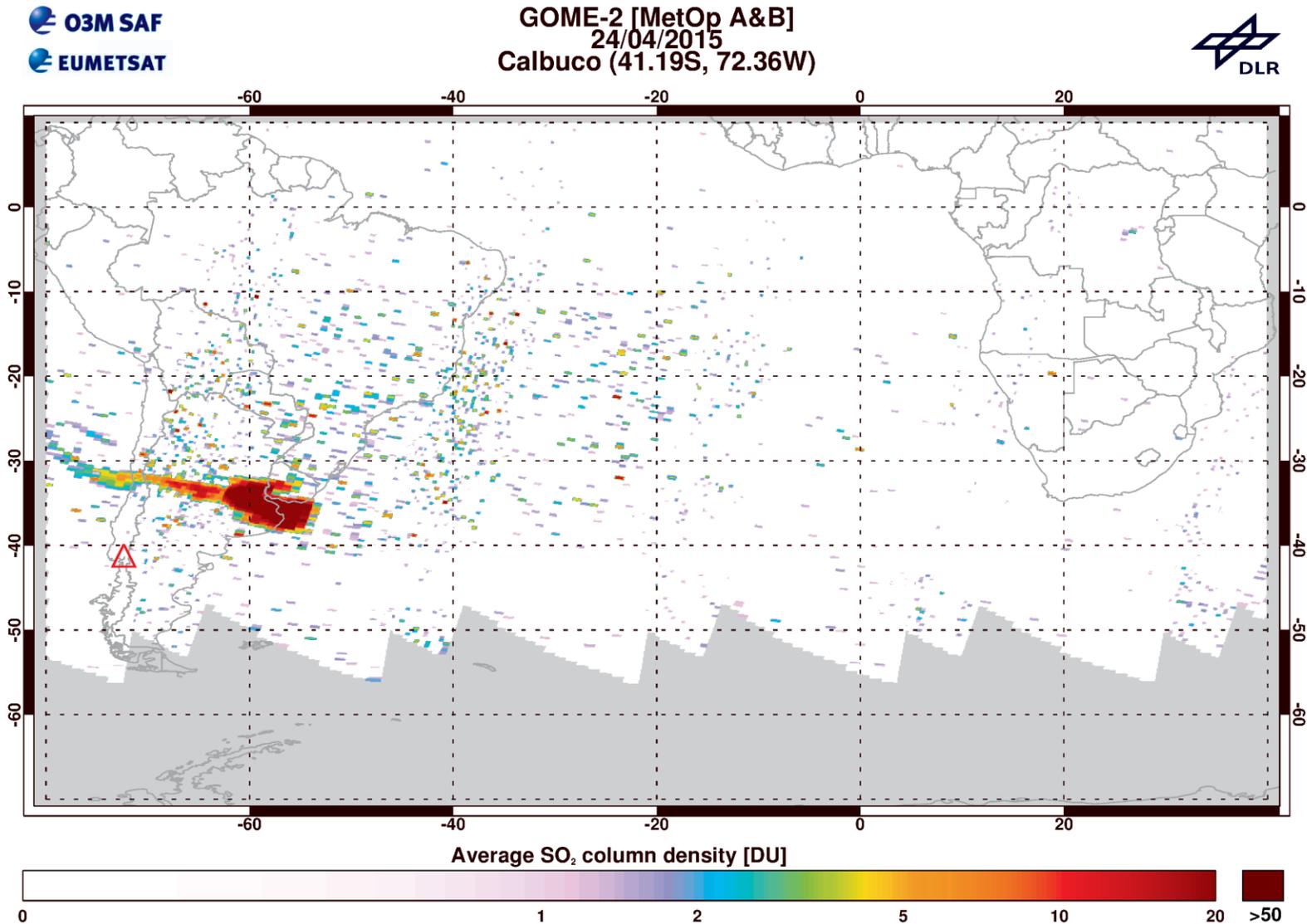
Estudo de caso Calbuco

- Dados observados do CALIPSO



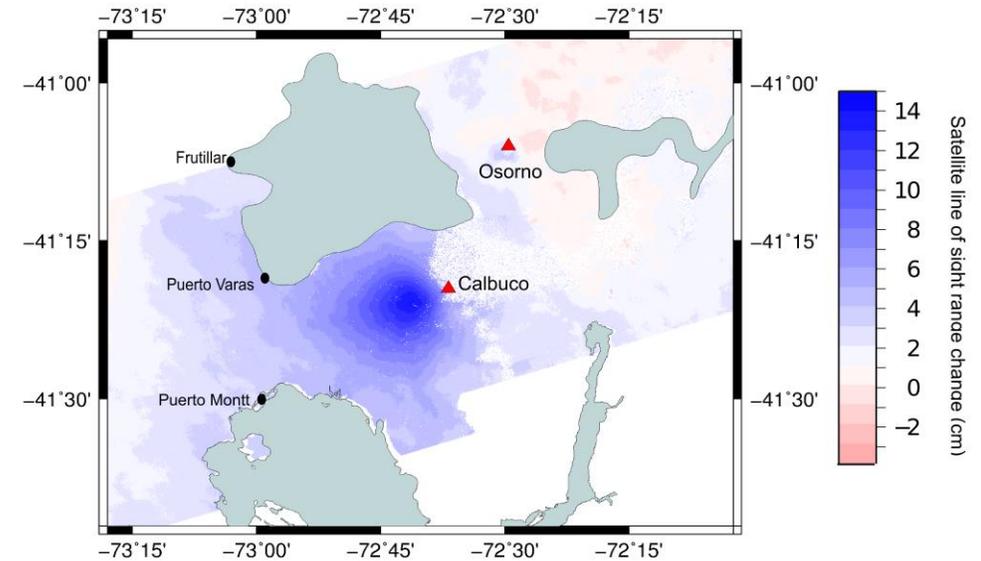
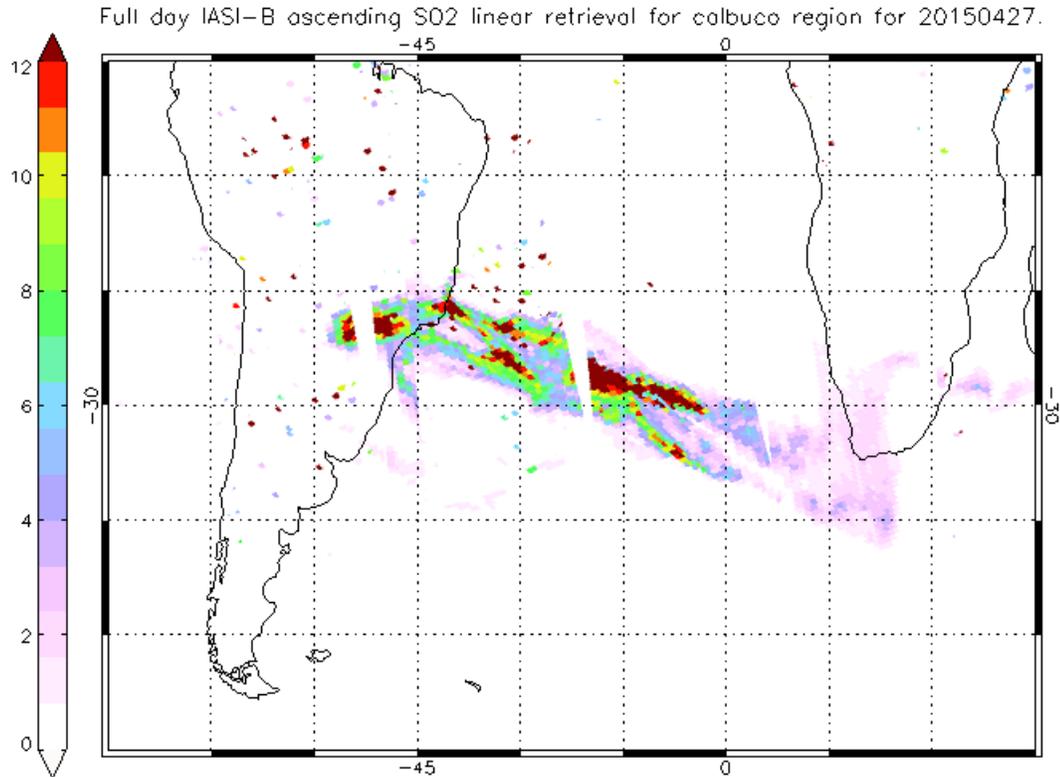
Estudo de caso Calbuco

- Dados observados do GOME-2



Estudo de caso Calbuco

- Dados observados várias outras fontes



Estudo de caso Calbuco

- Simulação com o modelo

Para o artigo

Feito

- Descrição básica do modelo na área de modelagens da dispersão das cinzas vulcânicas
- Descrever nova fórmula da velocidade terminal e colocar o valor de esfericidade
- Descrever o processo de sedimentação úmida

Falta

- Implementar a deposição úmida no modelo.
- Comparar o resultado do modelo com os dados observados. (Antes e depois da deposição úmida)
- Verificar se o novo esquema de deposição está funcionando, na versão anterior em 2013 apresentou falhas. (opcional)

Empecilhos

- Não há ninguém trabalhando nisto, pois fui contratado para trabalhar com assimilação de dados.