Identificação de Aglomerados de Galáxias em Mapas da RCFM utilizando o Efeito Sunyaev Zel'dovich

Camila Paiva Novaes
Sob orientação do Prof. Dr. Carlos Alexandre Wuensche
INPE – DAS / São José dos Campos – SP
17 de novembro de 2010

Objetivo:

- Análise da distribuição de aglomerados SZ em mapas de RCFM que simulam as observações do satélite Planck.

Roteiro:

- Introdução
- Simulação dos dados referentes à RCFM e ao efeito SZ, e a posterior inserção da contaminação Galáctica.
- Separação de componentes:
  - Método para o pré-processamento dos dados (*denoising*).
  - Aplicação do JADE na identificação os aglomerados.
- Resultados.

Efeito Sunyaev Zel'dovich

- Espalhamento Compton Inverso dos fótons da RCFM.
- Parâmetro de comptonização:

$$y = \int \left(\frac{4 k_B T_e}{m_e c^2} \right) \sigma_T n_e dl$$

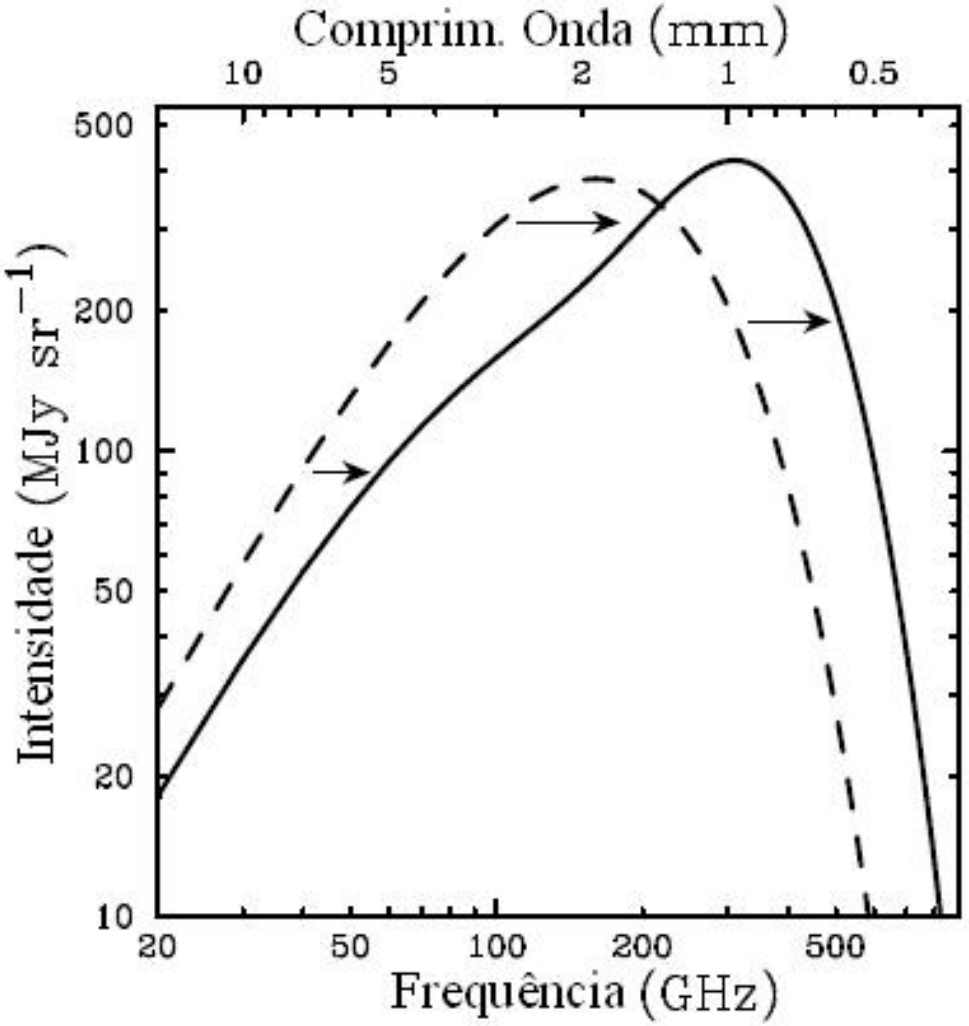
- Efeito SZ térmico e cinético:

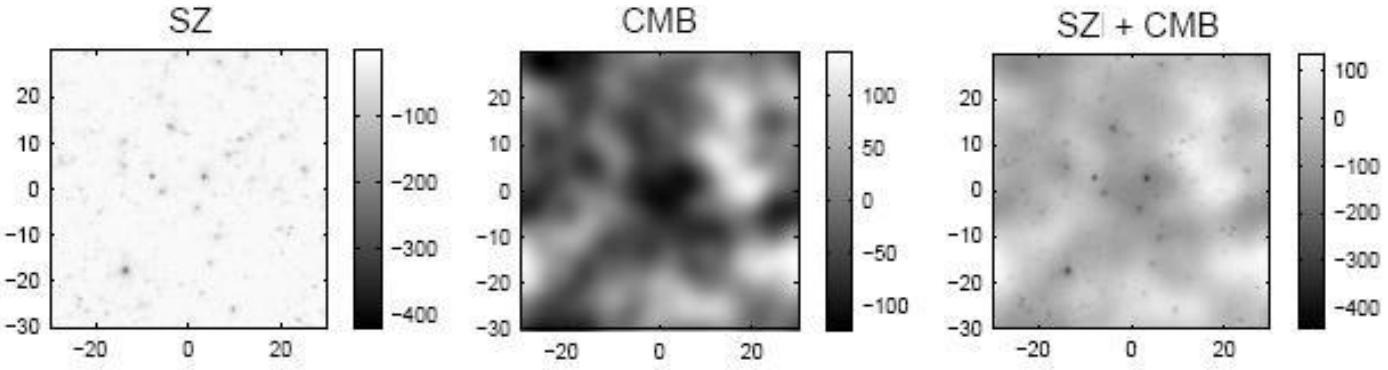
$$\frac{\Delta T_{SZ}}{T_{RCFM}} = f(x) y - \tau_e \left(\frac{v_{pec}}{c} \right)$$

- Distorção na temperatura nos fótons da RCFM:

$$k_B T_e / m_e c^2 < 1 mK$$

Efeito SZ Térmico





Efeito SZ na Cosmologia

- Constante de Hubble H_0:
  - Obtida através de medidas do efeito SZ e de raio X → distância do aglomerado + z → H_0.
- Velocidade peculiar dos aglomerados:
  - efeito SZ cinético → velocidade peculiar de aglomerados de galáxias (difícil medição)
- Fração gás-massa em aglomerados f_g e densidade de matéria Ω_M:

$$f_g \equiv \frac{M_g \text{ intraglomerado (SZ)}}{M_T \text{ (lentes grav., T.Virial)}} \sim f_B \equiv \frac{\Omega_B}{\Omega_M} \rightarrow \text{nucleossíntese}$$

- Universo em alto redshift:
  - Surveys de raio X (limitado pelo redshift) *versus* efeito SZ (limitado pela massa)

Simulação dos Dados

- Simulações:
  - Frequências de 100, 143, 217, 353 e 545 GHz.
  - N_{side} = 512 e 1024 (mapa real N_{side} = 1024.)
- Simulação das anisotropias da RCFM:
  - O CMBFAST foi utilizado para criar os coeficientes C_l, considerando para isso o modelo ΛCDM padrão com $\Omega_M \sim 0{,}27$, $\Omega_\Lambda \sim 0{,}7327$, $\Omega_b h^2 \sim 0{,}024$ e $h = 0{,}72$.
  - A rotina SYNFAST do HEAPix foi utilizada para gerar as anisotropias primárias

Simulação dos Dados

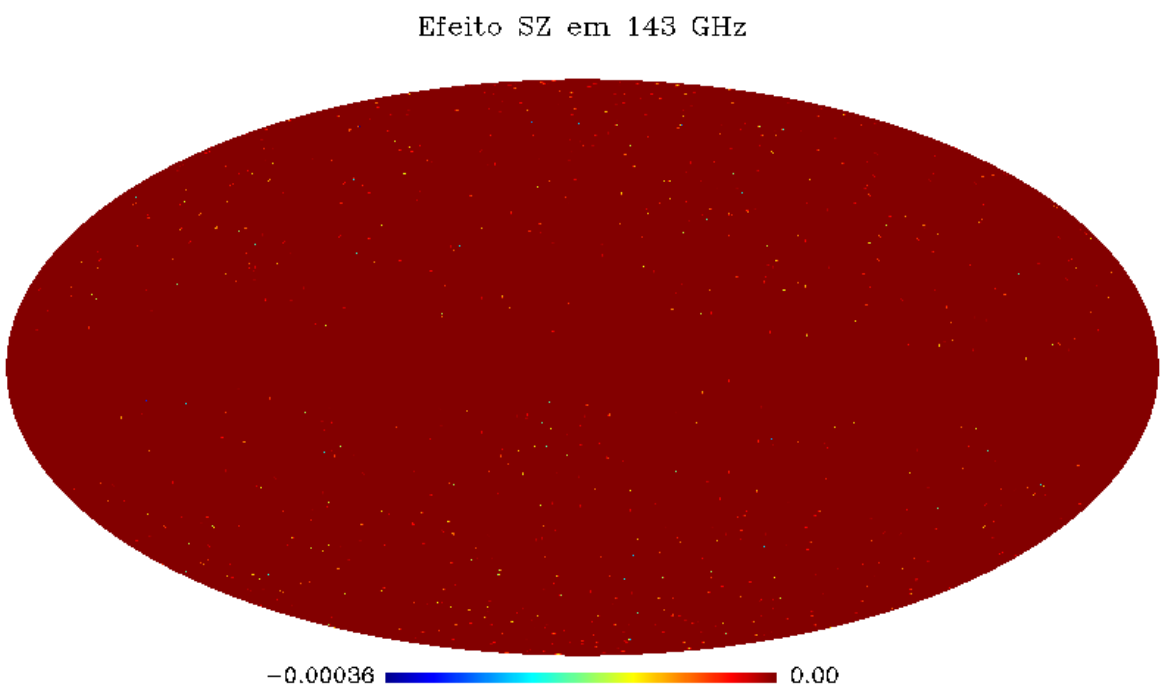
- Simulação do efeito SZ térmico:
  - SZ simulado considerando modelo β-isotérmico:

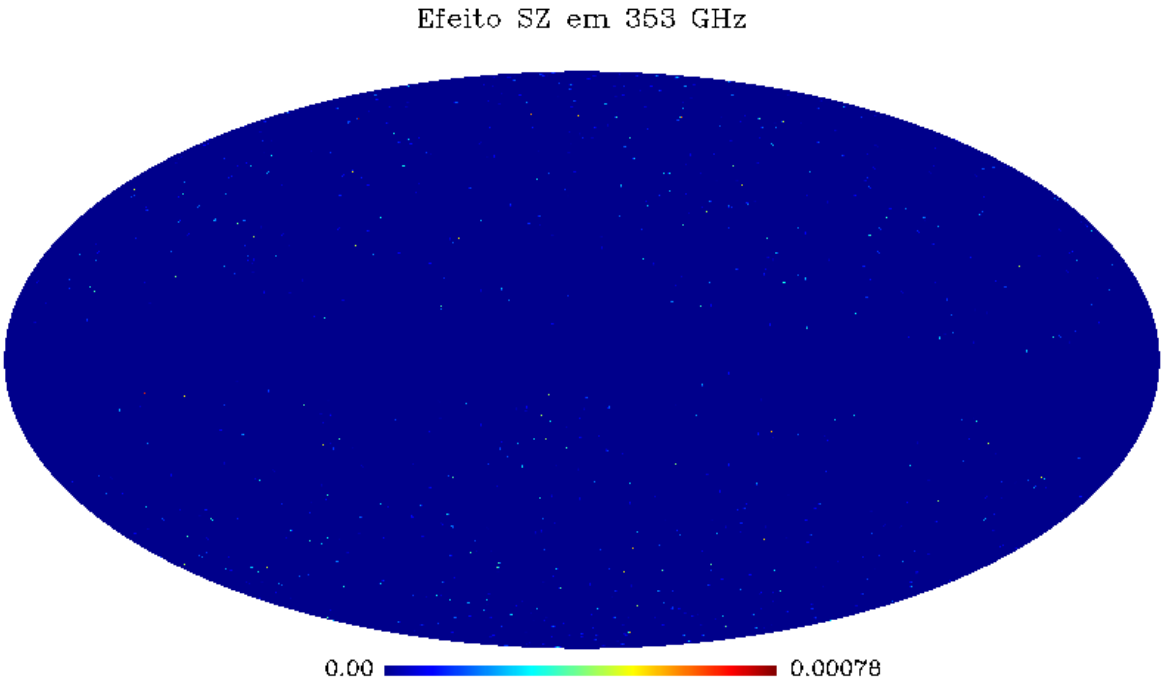
$$\Delta T_{SZ}(\theta) = \Delta T_{SZ}(0)\left[1+\left(\frac{\theta}{\theta_c}\right)^2\right]^{-\frac{3\beta}{2}+\frac{1}{2}}, \quad \theta_c \equiv \frac{r_c}{D_A}$$

$$\Delta T_{SZ}(0) \cong -38{,}8\mu K\left(\frac{n_0}{10^{-3}cm^{-3}}\right)\left(\frac{kT_e}{1keV}\right)\times\left(\frac{r_c}{1Mpc}\right)\left[\frac{f(x)}{-2}\right]\frac{\Gamma(3\beta/2-1/2)}{\Gamma(3\beta/2)}$$

  - Considerado $0{,}47 < \beta < 0{,}94$, $1 < kT_e < 10\ keV$ e $\theta_c = 2{,}65'$.
  - 700 aglomerados sintéticos foram distribuídos no mapa com orientação aleatória e distribuição uniforme.

Efeito SZ Simulado





Simulação dos Dados

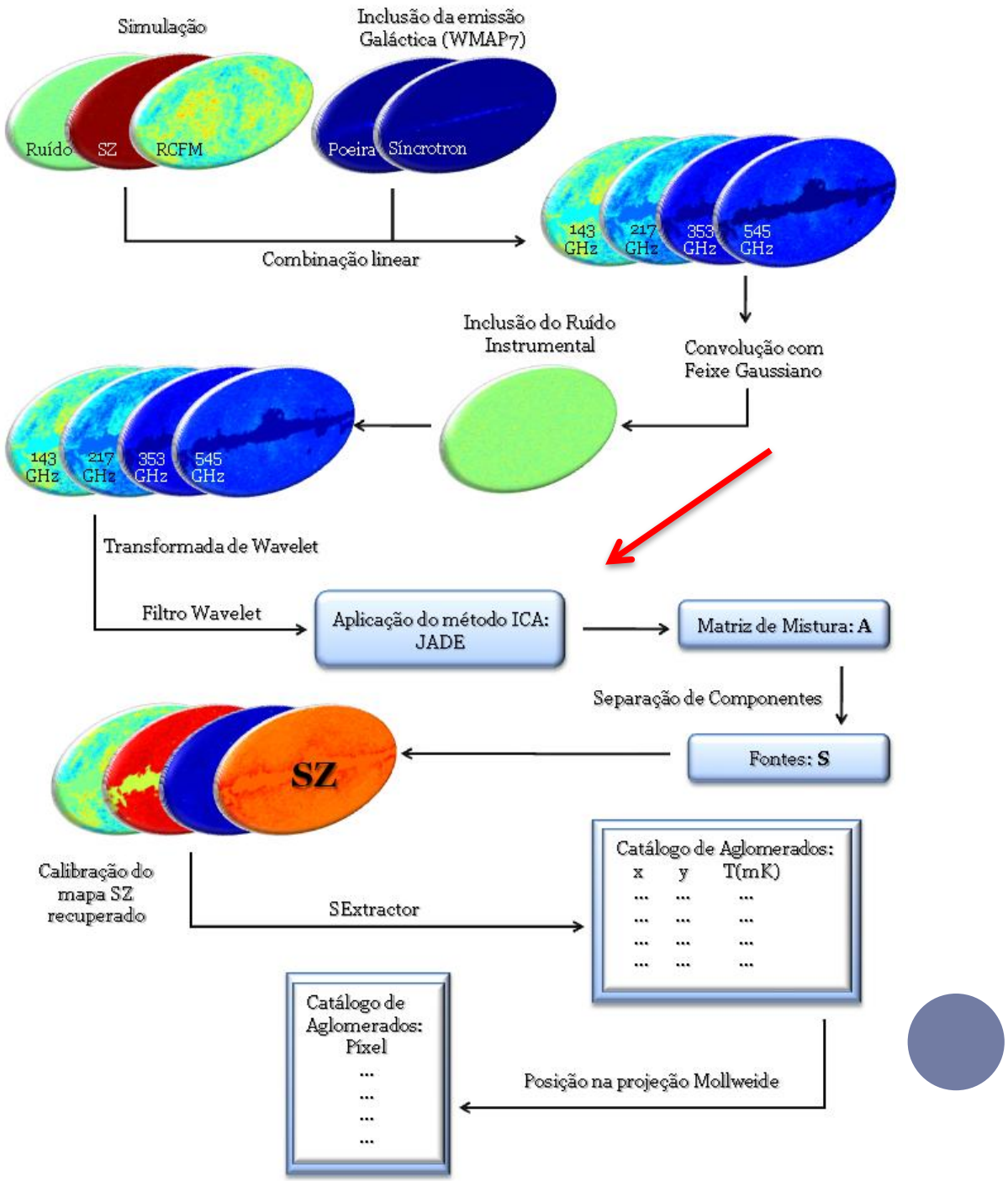
- Simulação do Ruído Instrumental:
  - Mapas de ruído construídos considerando a variação de 10% da sensibilidade do instrumento do Planck em cada frequência.
  - Sensibilidade:

Frequência (GHz)	100	143	217	353	545
Nível de ruído branco (μK)	11	17	37	111	801

- Simulação da Emissão Galáctica:
  - A partir dos resultados dos 7 anos do WMAP: emissão síncrotron e de poeira na banda W (94GHz), $\beta_s = -3.0$ e $\beta_d = 2.0$.

$$I_e(\upsilon_1) = I_e(\upsilon_2)\left(\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}\right)^{\beta_e}$$

Processo total de Separação das componentes



ICA e a Separação de Componentes

- Método escolhido: *Joint Approximate Diagonalization of Eigenmatrices* (JADE)

- Justificativa: efetivo na extração de componentes não-gaussianos (SZ).

$$X = AS$$

Matriz de entrada onde cada linha é um mapa em uma frequência diferente.

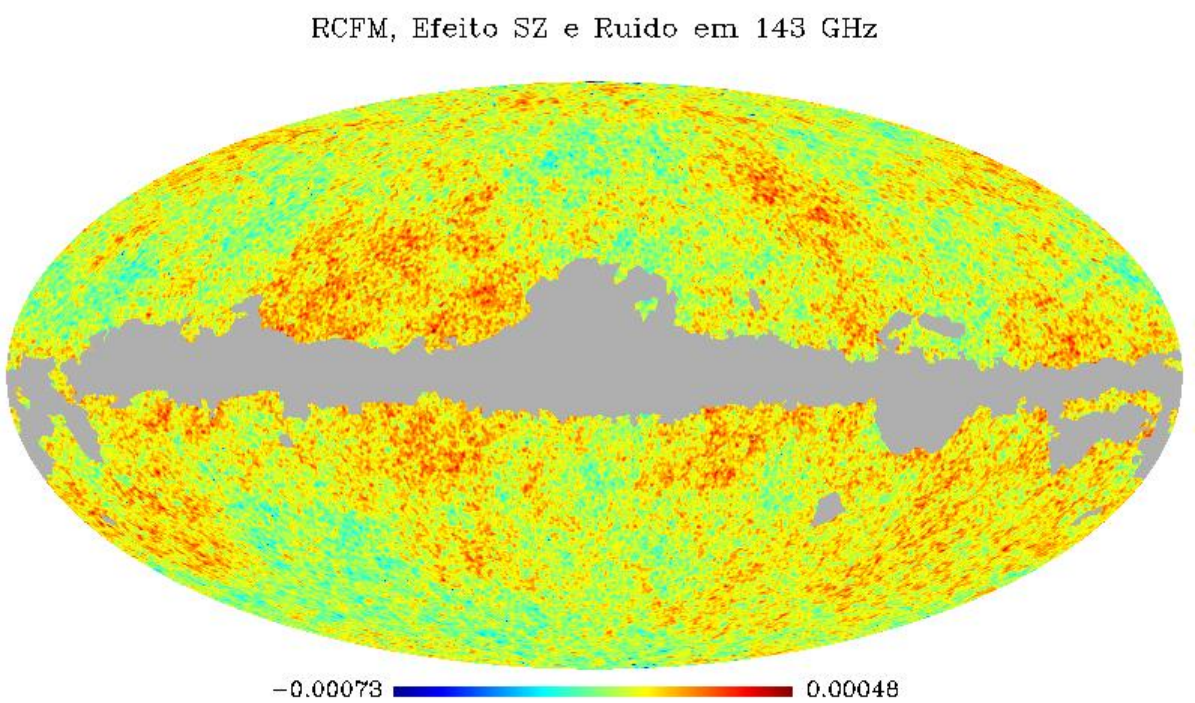
Matriz de mistura

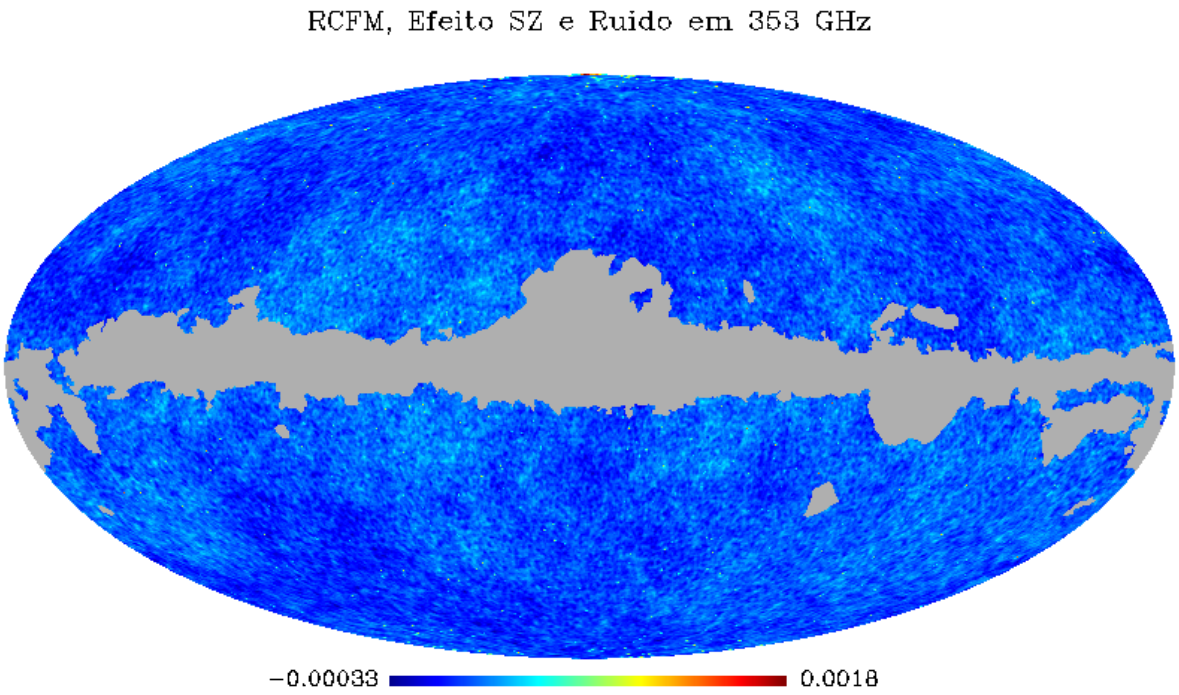
Matriz de saída onde cada linha corresponde a uma fonte (SZ, CMB, Galáxia).

Alguns Resultados

- Casos:
  - RCFM, SZ e Ruído – $N_{side} = 512$,
  - RCFM, SZ, Síncrotron, Poeira e Ruído – $N_{side} = 512$.

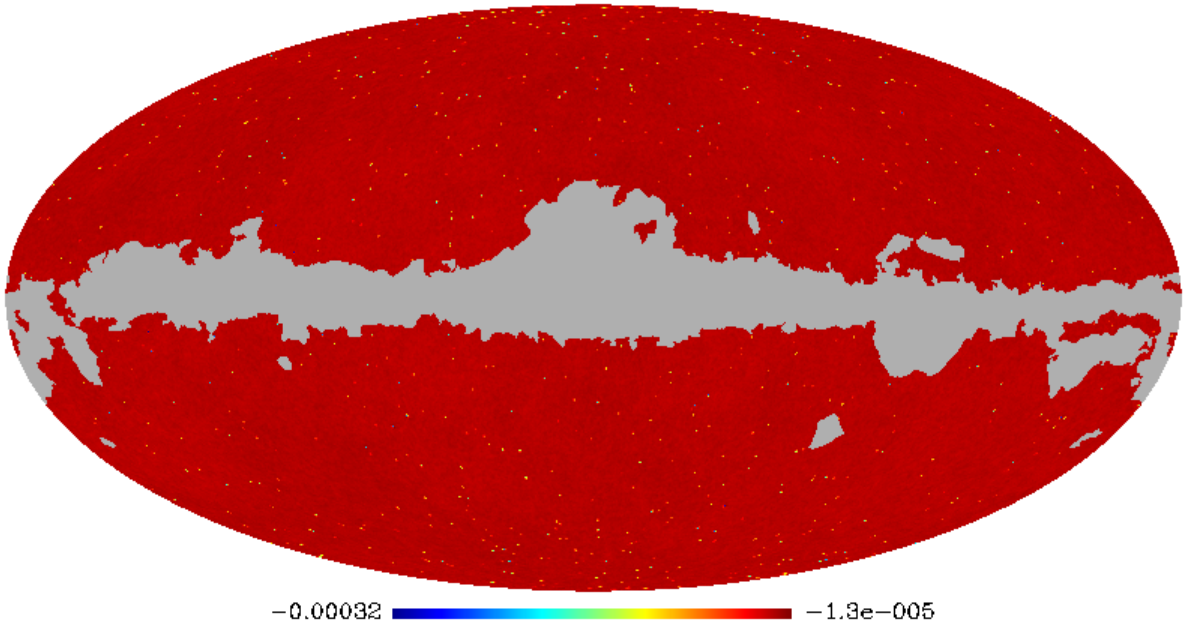
Mapas Simulados: CMB + SZ + Ruído com $N_{SIDE} = 512$



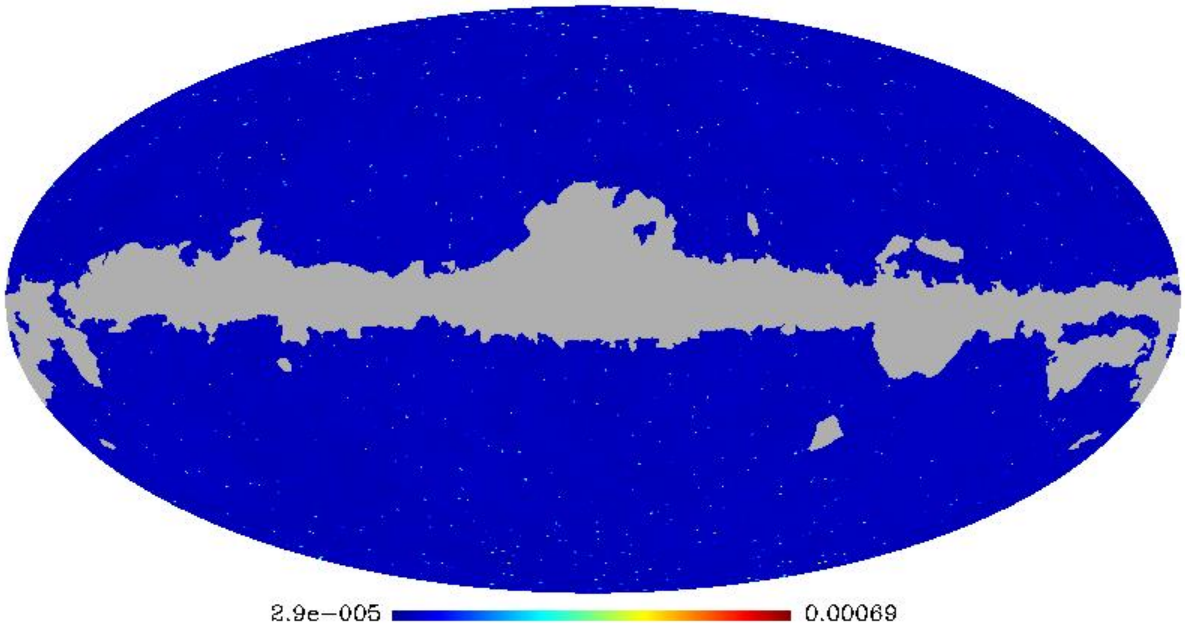


Resultado

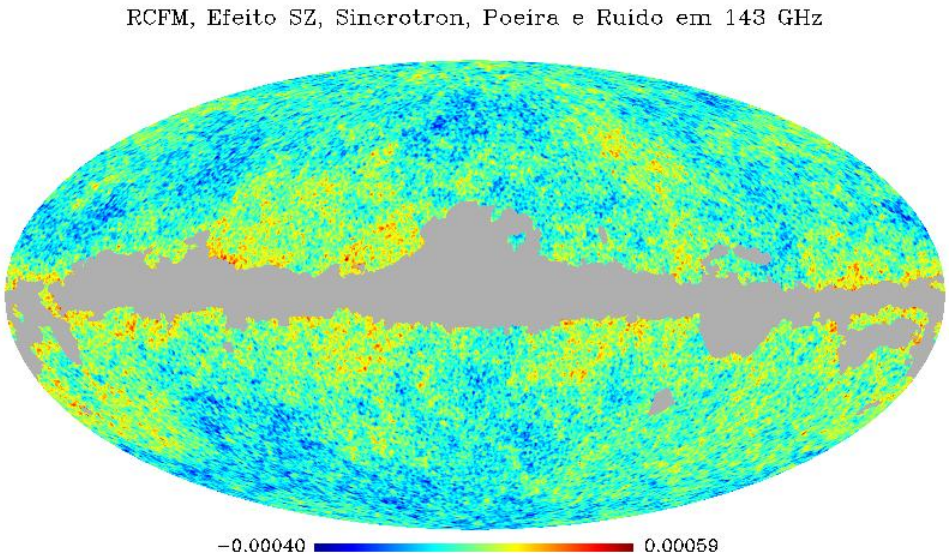
Mapa de Efeito SZ calibrado para 143 GHz

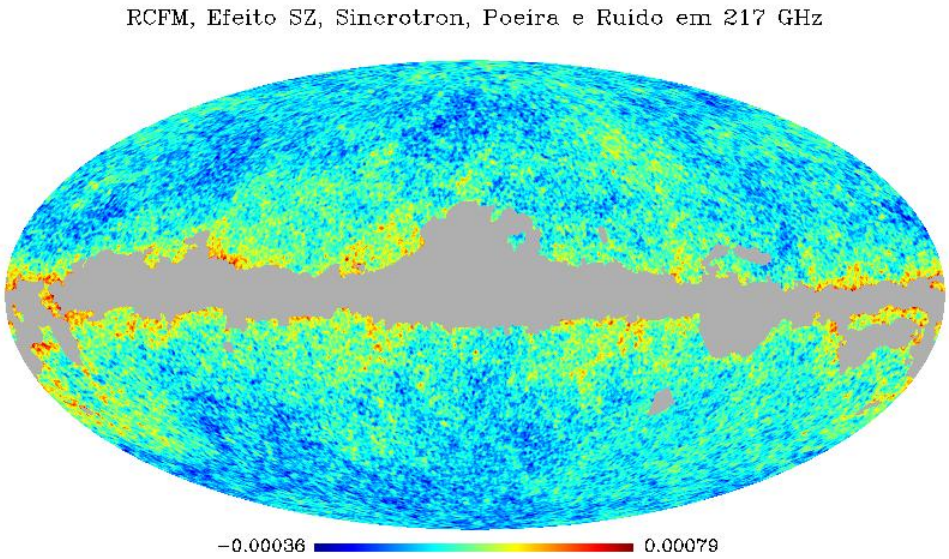


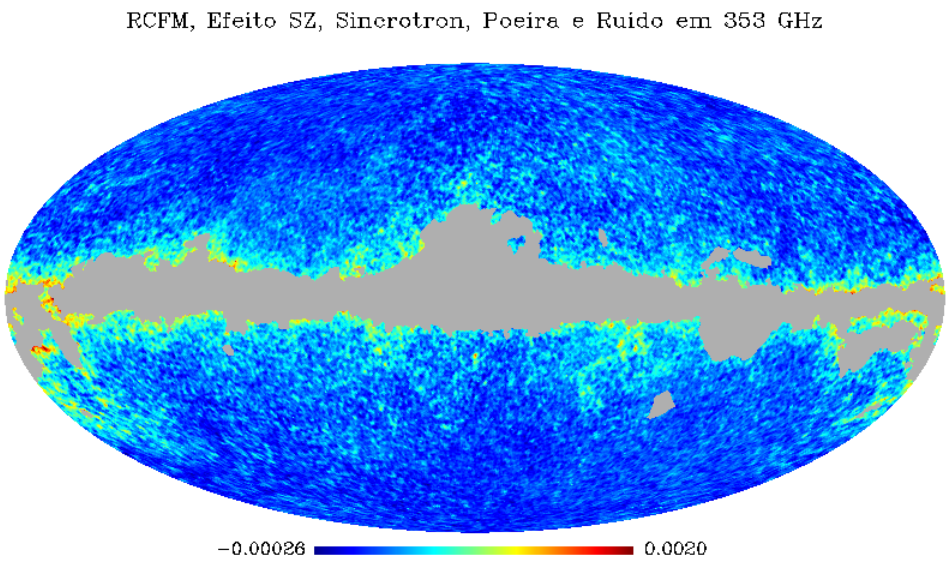
Mapa de Efeito SZ calibrado para 353 GHz

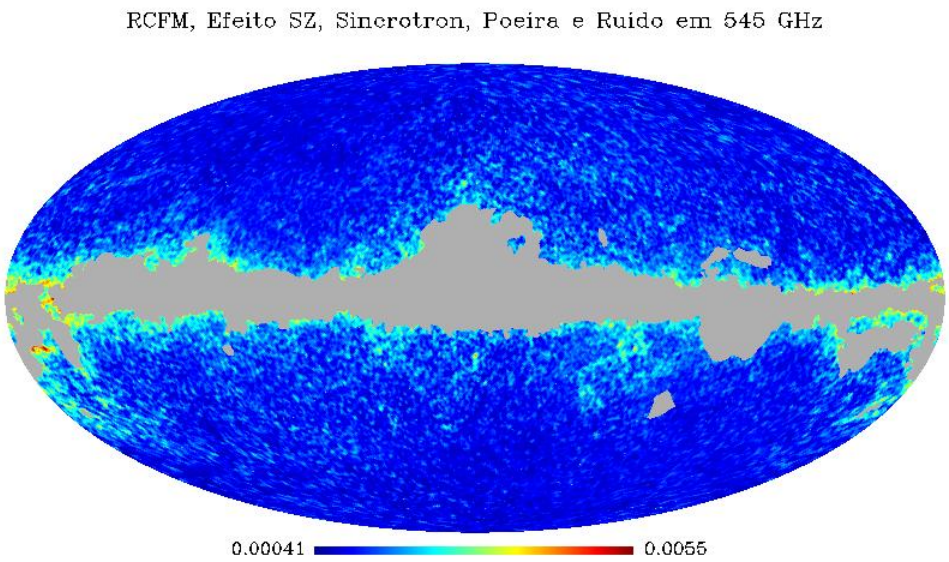


Mapas Simulados: RCFM + SZ + Síncrotron +Poeira + Ruído com $N_{SIDE} = 512$

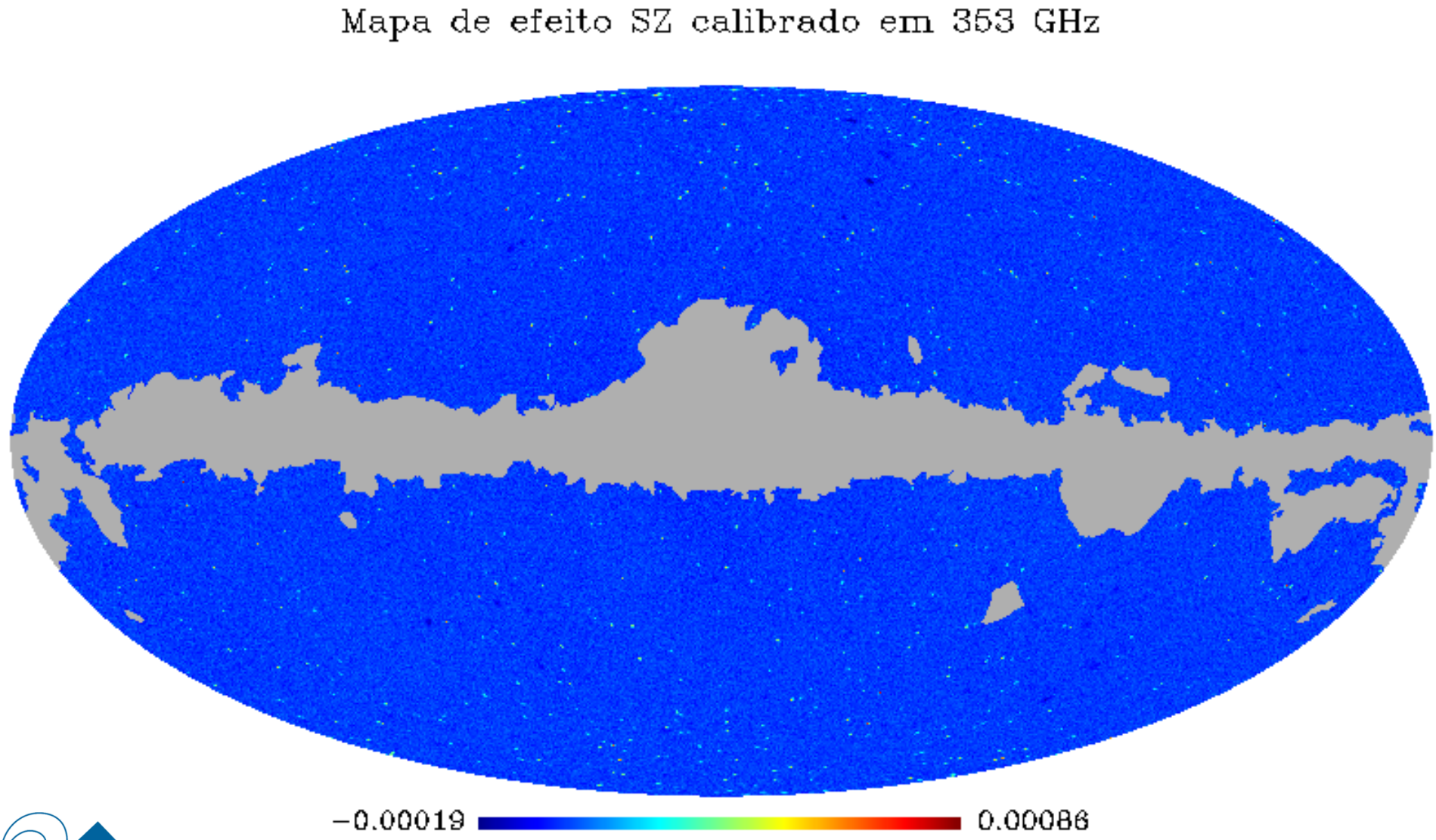








Resultado



Resultados

Combinação Linear	*RCF+SZ+Ruído*	*RCF+SZ+Síncrotron+Poeira+Ruído*
Agl. encontrados pelo SExtractor	762	686
Aglom. Confirmados	702	685

Fim

