

The main logo is a large, horizontally-oriented oval. The left side shows a white grid on a dark background, representing a celestial sphere. The right side is a colorful Cosmic Microwave Background (CMB) fluctuation map. Overlaid on this is the text 'Grupo de Cosmologia Observacional' in a large, bold, red font with a white outline. The word 'Grupo de' is smaller and positioned above 'Cosmologia', which is above 'Observacional'.

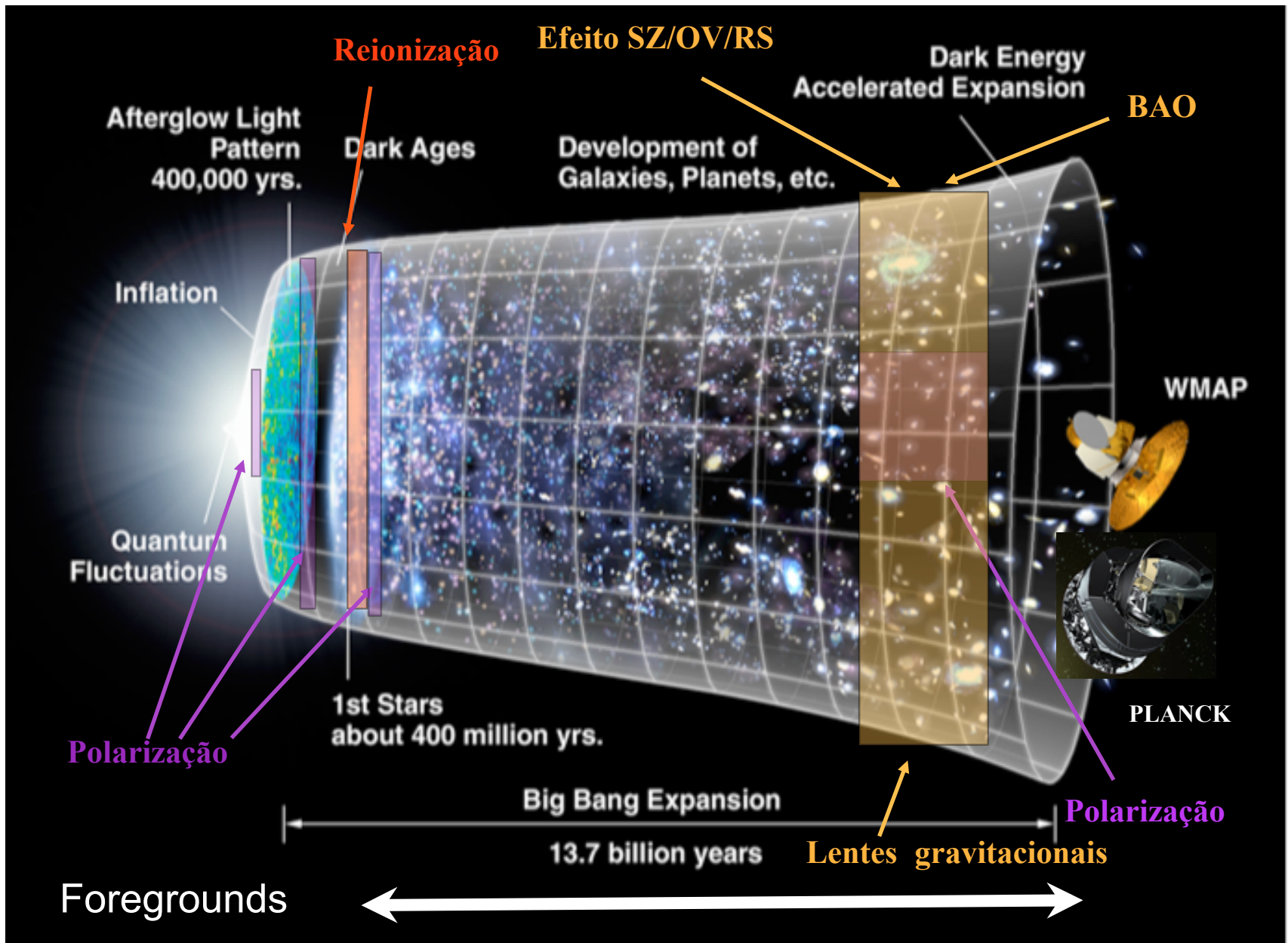
Linha de Pesquisa COSMO

Objetivos de pesquisa da linha COSMO

Obter informações astrofísicas e cosmológicas, através do estudo da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM) e outros observáveis cosmológicos e astrofísicos a ela ligados, para entender os processos físicos responsáveis pela formação e evolução do universo jovem

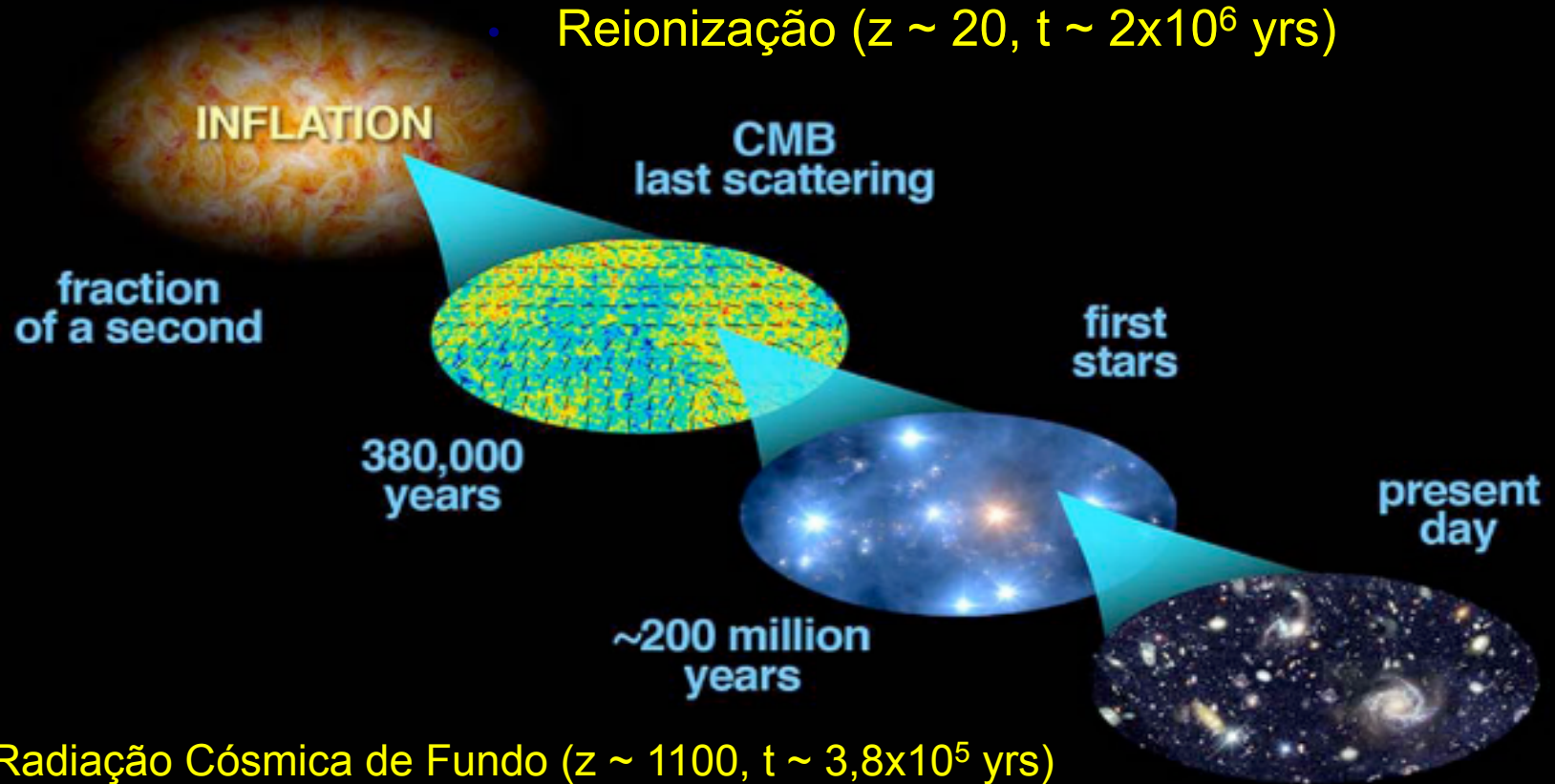
Atuação

- ✓ Observações na faixa de rádio (RCFM e outros)
- ✓ Desenvolvimento de instrumentação na faixa de rádio (receptores, cornetas e itens associados)
- ✓ Análise fenomenológica de dados cosmológicos e testes de cenários do Modelo Cosmológico Padrão



Observáveis em Cosmologia

- Expansão acelerada ($z < 1$, $t \sim 2 \times 10^9$ yrs)
- Recessão das galáxias ($z > 1$, $t \sim 2 \times 10^8$ yrs)
- Reionização ($z \sim 20$, $t \sim 2 \times 10^6$ yrs)

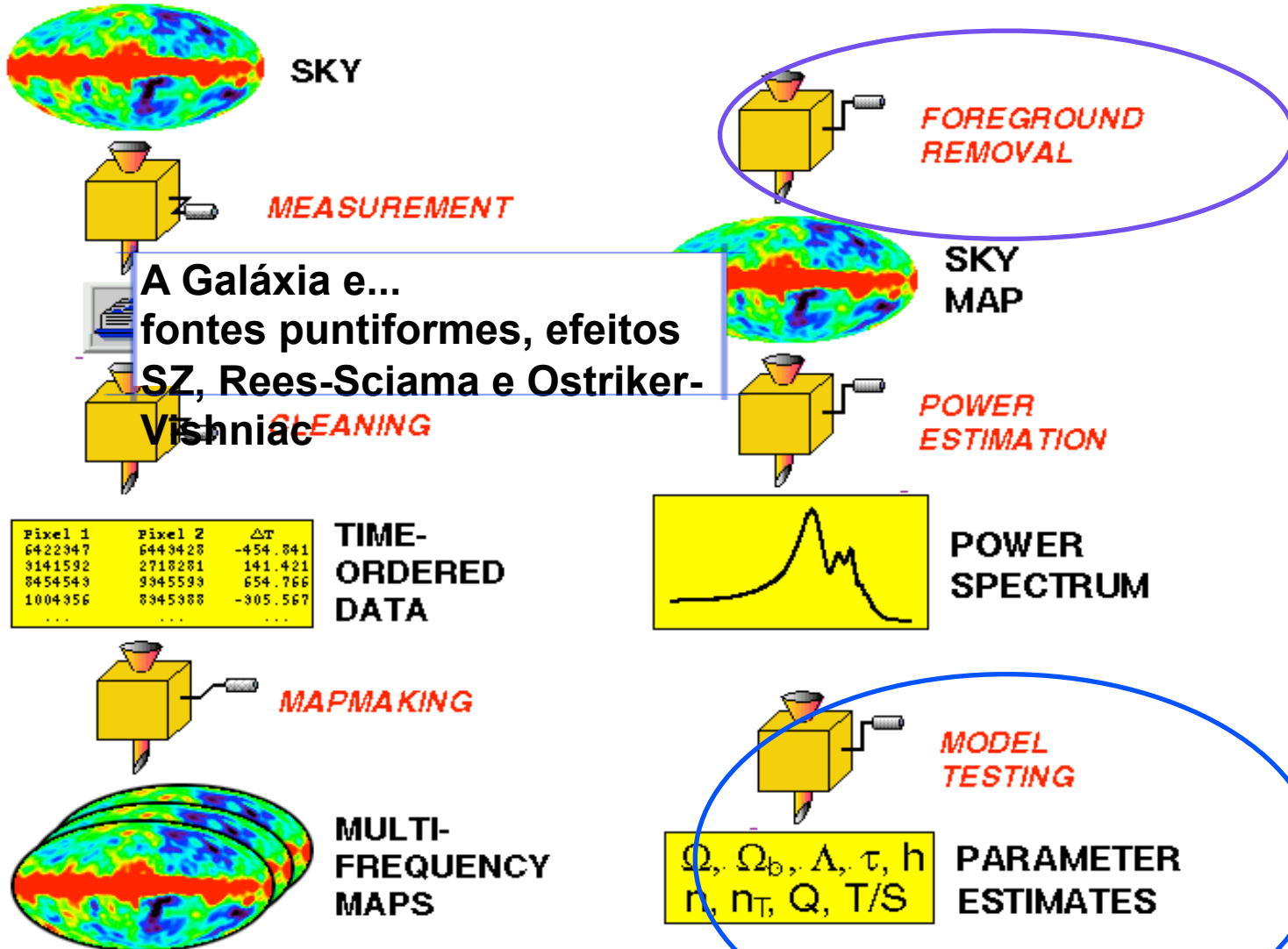


Radiação Cósmica de Fundo ($z \sim 1100$, $t \sim 3,8 \times 10^5$ yrs)

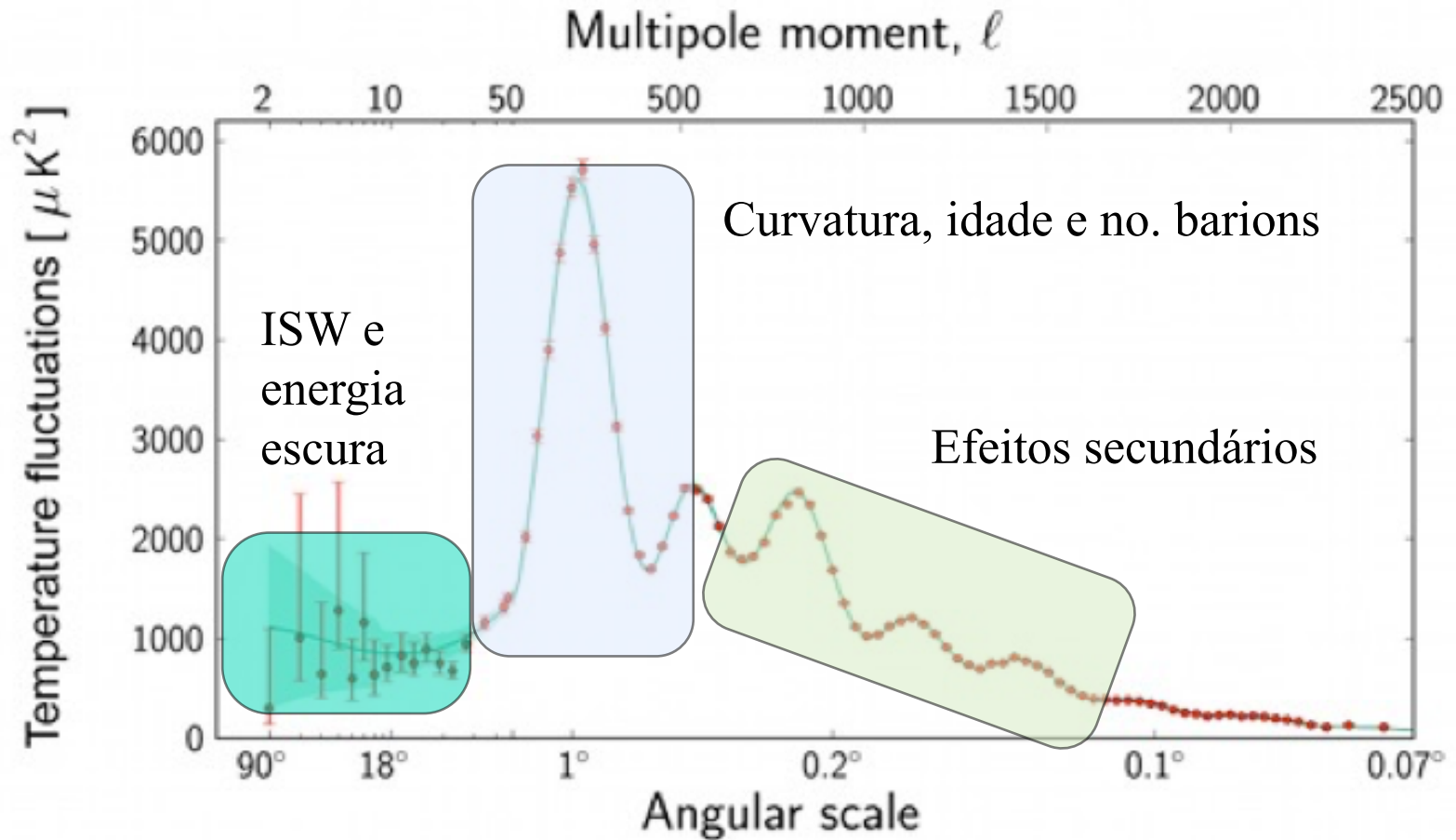
Nucleossíntese primordial ($z \sim 10^8$, $t \sim 3$ minutes)

13.7 billion years

Nosso problema...

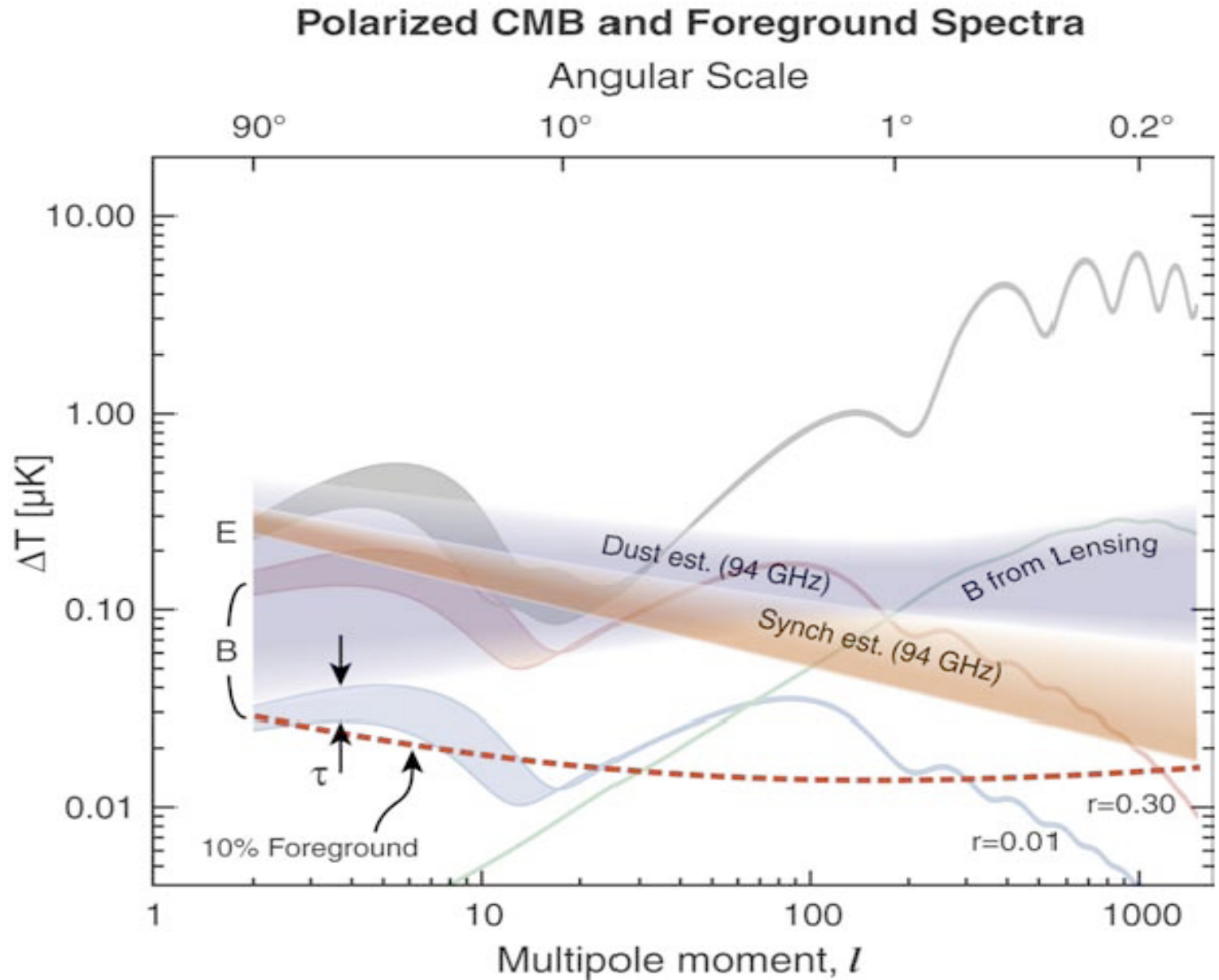


Porque estudar a distribuição angular da RCF?

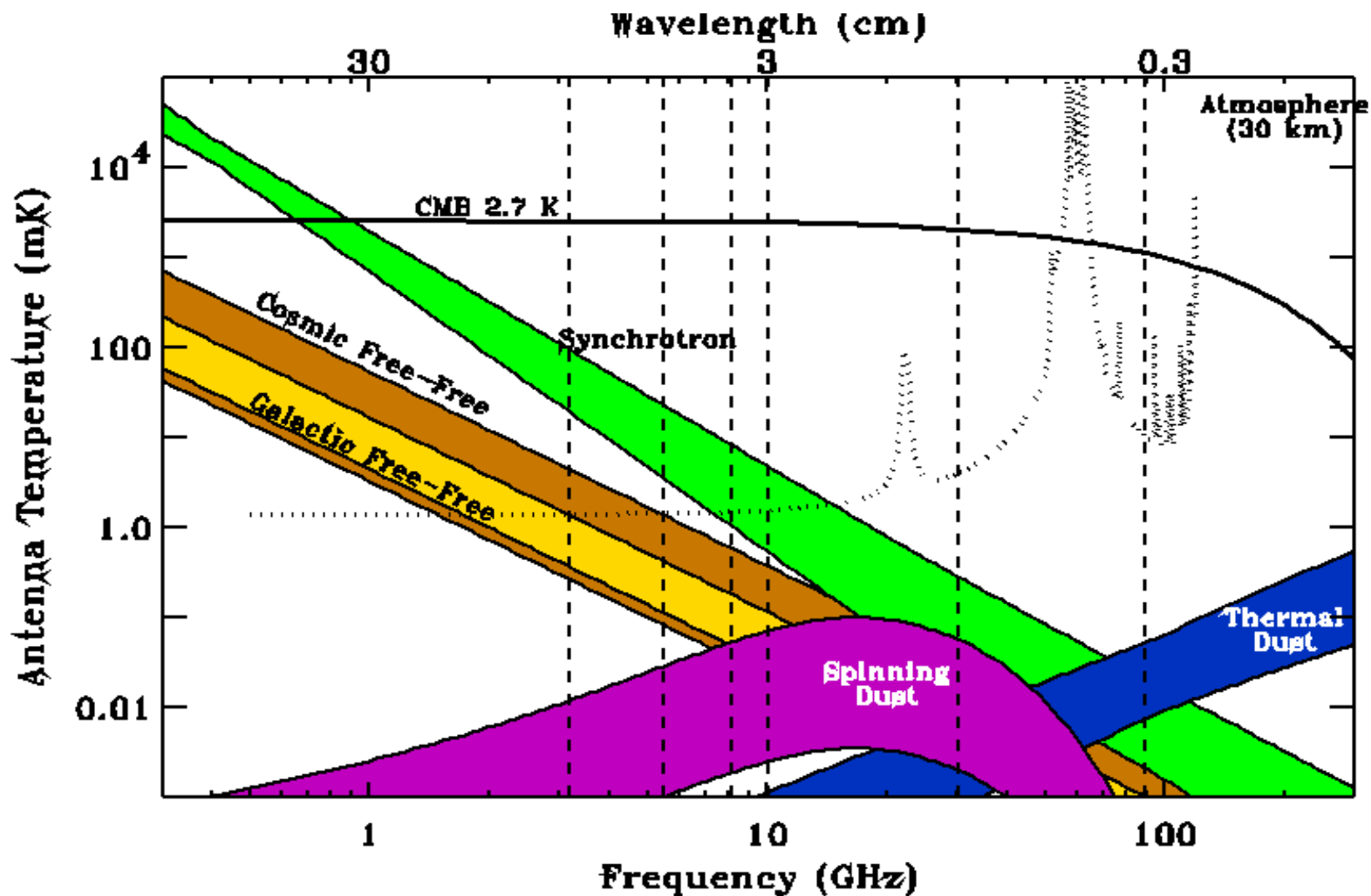


Planck power spectrum (A&A 2016)

Porque estudar a polarização da RCF?

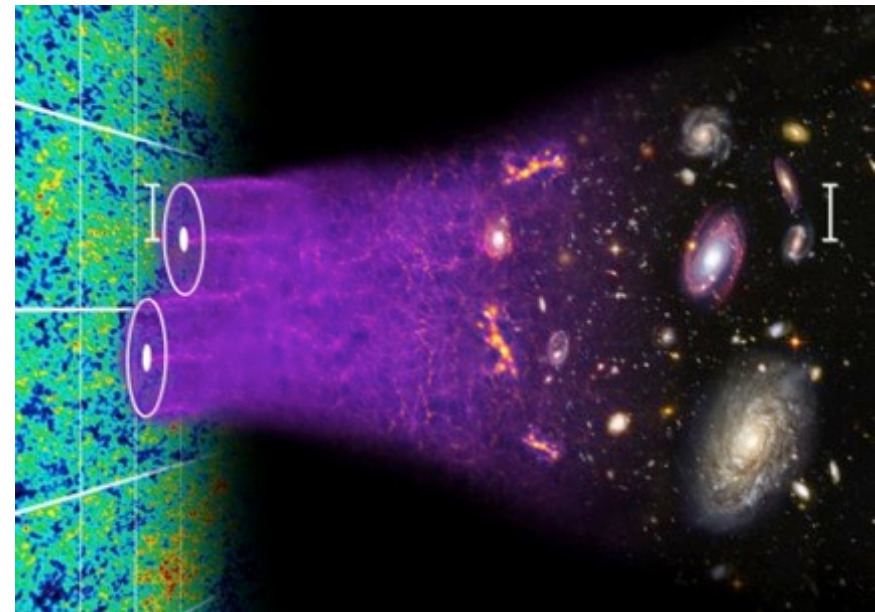
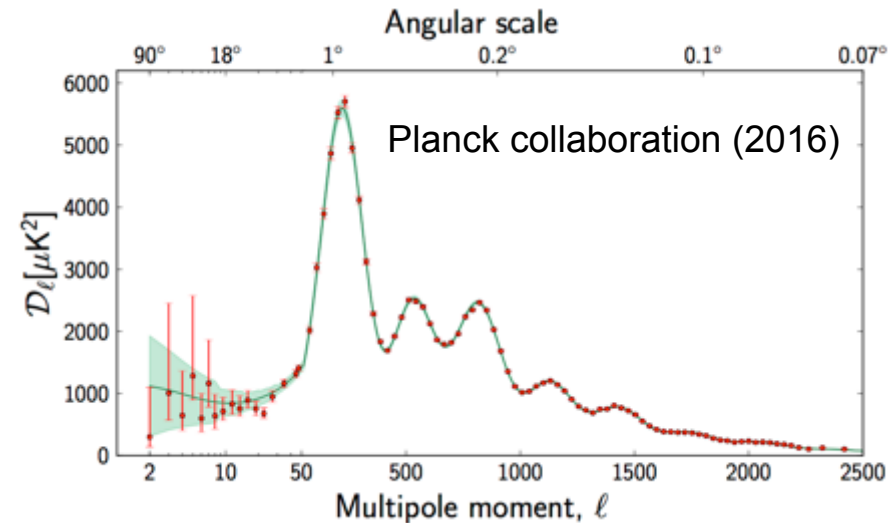


Por que estudar os contaminantes da RCF?



Why study Baryon Acoustic Oscillations (BAO)

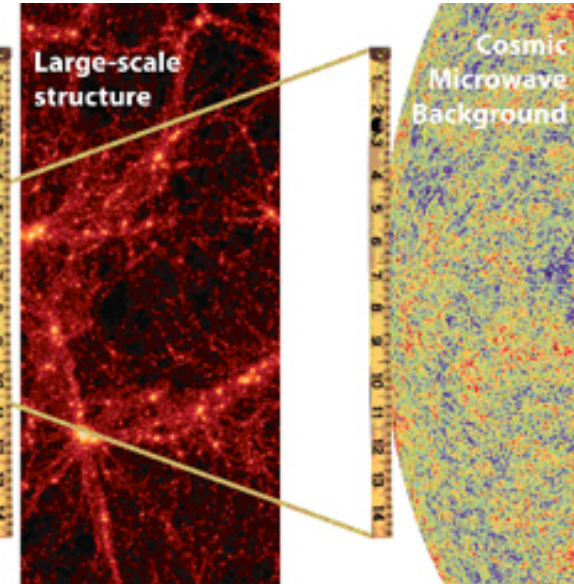
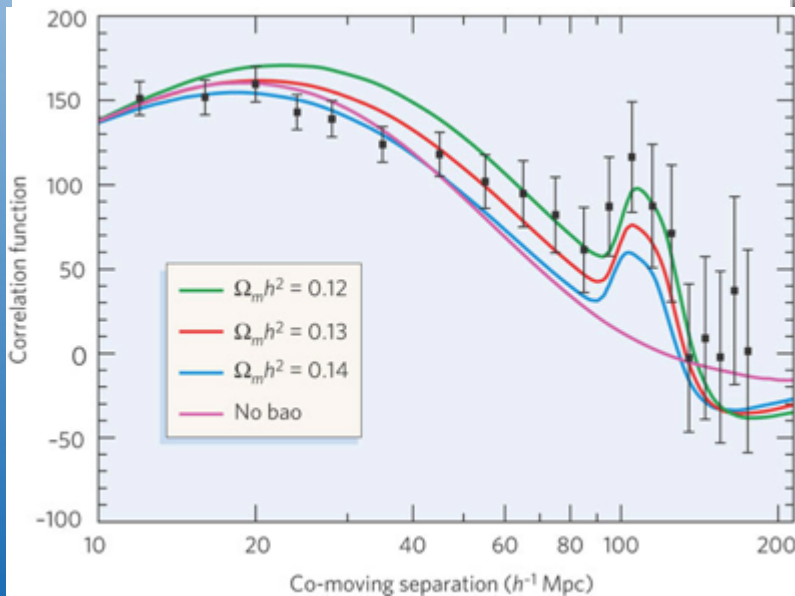
- Acoustic waves imprinted on CMB 380,000 years after Big Bang
- Acoustic scale set by distance light travelled at that time
 - Known **precisely** from CMB power spectrum
 - $D=149 \pm 0.6$ Mpc
- **BAO scale imprinted on all matter in the Universe**
 - Use as a “standard ruler”



Baryon Acoustic Oscillations (BAOs)

- Baryon oscillations seen in the CMB distribution can be observed in the spatial distribution of galaxies

Credit: Bennett, *Nature* (2006)

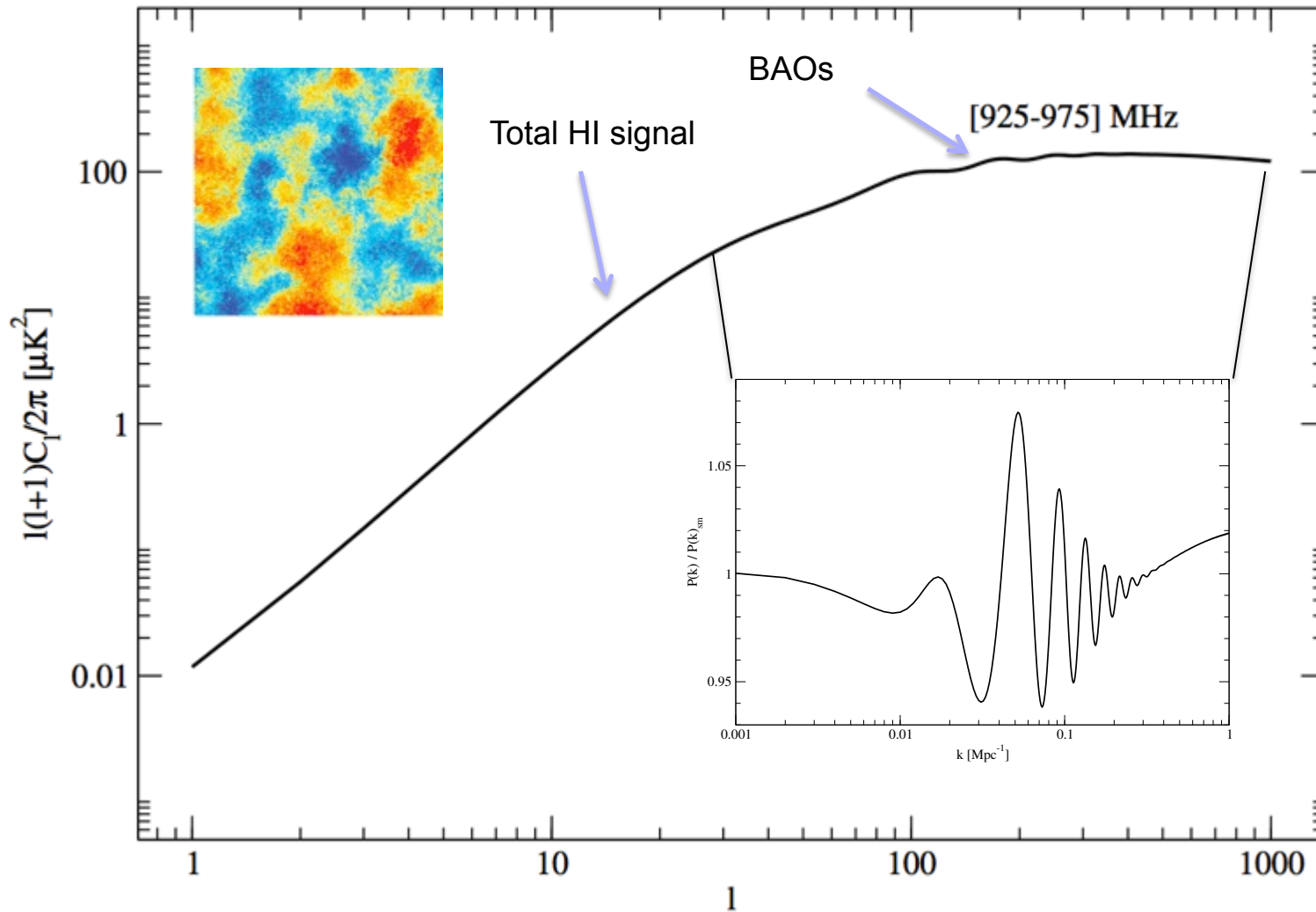


Credit: EUCLID website (ESA)

- The acoustic peak gives the ratio of the distances to $z=0.35$ and $z=1,100$ to 4% fractional accuracy.
- Absolute distance to $z=0.35$ is determined to 5% accuracy.
- Co-moving sound horizon scale $149 h^{-1}$ Mpc.

The HI signal power spectrum

Cosmological HI signal is weak! ($\approx 100 \mu\text{K rms}$) and on degree scales



Temas de pesquisa

BAO e rádio telescópio BINGO – MESTRADO

- Extração de parâmetros cosmológicos dos dados simulados do BINGO em comparação com outros levantamentos
- Estudo dos chamados “Fast Radio Bursts” no contexto do BINGO
- Estudo da contribuição de radio fontes pontuais e do background em rádio na faixa de operação do BINGO

BAO e Radio telescópio BINGO - DOUTORADO

- Separação de componentes cósmicas nos dados do BINGO
- Correlação dos dados do BINGO com outros levantamentos

Colaboração com Thyrso Villela, Camilo Tello, Elcio Abdalla, Raul Abramo, Clive Dickinson e Ian Brouwne.

Temas de pesquisa

Observações de moléculas no meio interestelar –
MESTRADO e DOUTORADO

- Estudo de regiões em Ophiucus, Musca
- Estudo de regiões de emissão maser em Ophiucus

Evolução química do Universo e correlação com
observáveis cosmológicos – MESTRADO e DOUTORADO

- Colaboração com José Williams Vilas-Boas e Oswaldo Miranda

Temas de pesquisa

Radio telescópio GEM - MESTRADO

- Análise de dados do receptor de 5 GHz

- Comparação do mapa atual em 5 GHz com outros mapas na literatura

- Estudos sobre índice espectral da emissão síncrotron Galáctica em baixas frequências

Radio telescópio GEM - DOUTORADO

- Construção do receptor de 10 GHz polarizado

- Novas medidas e produção do mapa de emissão

- Colaboração com Thyrso Villela, Camilo Tello e Ivan Ferreira

Temas de pesquisa

RCFM – MESTRADO e DOUTORADO

- Estudo do efeito Sunyaev-Zeldovich e de lenteamento da RCFM
- Condições não-gaussianas na RCFM
- Assimetrias e anomalias na RCFM
- Emissão cósmica anômala

O Grupo

- Pesquisadores
 - Carlos Alexandre Wuensche
 - Thyrso Villela (CGEE)
 - José Williams Vilas-Boas (linha RÁDIO)
 - Oswaldo Miranda (linha ONG)
- Técnicos/engenheiros (ATDAS)
 - Alan Cassiano
 - César Strauss
 - Luis Reitano
- Pós-docs
 - Mike Peel
 - Karin Fornazier
- Colaboradores brasileiros
 - Élcio Abdala (USP)
 - Raul Abramo (USP)
 - Newton Figueiredo (UNIFEI)
 - Agenor Pina (UNIFEI)
 - Armando Bernui (ON)
 - Camila Novaes (ON)
 - Ivan Ferreira (UnB)
 - André Ribeiro (UESC)
 - Fábio Carvalho (UERN)
 - Edivaldo Santos (UFRJ)
 - Martin Makler (CBPF)
 - Rodrigo Leonardi (AEB)

Colaboradores no exterior

- Prof. George Smoot (Univ. California, Berkeley) – GEM
- Prof. Philip Lubin (Univ. California, Santa Barbara) – COFE/
ARCADE
- Prof. Marco Bersanelli (Univ. Milão) – Satélite Planck
- Prof. Paolo de Bernardis (Univ. Roma) – Satélite Planck
- Dr. Camilo Tello (Newfield Wireless) - GEM
- Dr. Alan Kogut (GSFC/NASA) – Satélite WMAP/ARCADE
- Dr. Domingos Barbosa (Univ. Aveiro) – GEM/efeito SZ
- Prof. Alain Blanchard (Univ. Toulouse) – efeito SZ
- Dr. Larissa Santos (Univ. Beijing) – Assimetrias
- Mariana Penna-Lima (IAP/França) - Aglomerados de galáxias
- Prof. Clive Dickinson (Univ. Manchester) - BINGO
- Prof. Ian Brouwne (Univ. Manchester) - BINGO

Formação de quadros

Alunos formados pelo grupo nos últimos 15 anos

Mestrado: Cristiane Loesch, Márcia Oliveira, Mirko Rajjevic, Marina Trevisan, Carla Coelho, Larissa Santos, Thiago Monfredini, Mariana Chinaglia, Camila Novaes, Mariana Cunha Costa, André Boaventura, Lia Corazza

Doutorado: Agenor Pina da Silva, Ana Paula Andrade, Rodrigo Leonardi, Ivan Soares Ferreira, Camila Paiva Novaes, Dinelsa Machaieie

Desenvolvimentos tecnológicos:

- óptica “off-axis” para microondas
- receptores
- sensores para navegação espacial
- cornetas
- sistema de recepção criogênico de microondas

Publicações recentes (2012-2017)

- "Identification of galaxy clusters in cosmic microwave background maps using the Sunyaev-Zel'dovich effect". Novaes, C. P.; Wuensche, C. A. *Astronomy & Astrophysics*, Volume 545, id.A34 (2012)
- "Asymmetries in the angular distribution of the cosmic microwave background". Santos, L.; Villela, T.; Wuensche, C. A. *Astronomy & Astrophysics*, Volume 544, id.A121 (2012)
- "Quadrant asymmetry in the angular distribution of cosmic microwave background in the Planck satellite data". L. Santos, P. Cabella, T. Villela, A. Balbi, N. Vittorio, C.A. Wuensche. *Astronomy & Astrophysics* 569, A75 (2014)
- "Biases on cosmological parameter estimators from galaxy cluster number counts". M. Penna-Lima, M. Makler, C.A. Wuensche. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* (05), 039 (2014)
- "Fundamental Aspects of Coronal Mass Ejections". C.A. Wuensche. *Handbook of Cosmic Hazards and Planetary Defense*, 1-16, Springer International Publ. (2014)
- "Searching for primordial non-Gaussianity in Planck CMB maps using a combined estimator". C.P. Novaes, A. Bernui, I.S. Ferreira, C.A. Wuensche. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* (01), 018 (2014)
- "A Neural-Network based estimator to search for primordial non-Gaussianity in Planck CMB maps". C.P. Novaes, A. Bernui, I.S. Ferreira, C.A. Wuensche. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, Issue 09, Id 069 (2015)
- "Precision measurements of the cosmic microwave background". Paolo de Bernardis, Silvia Masi, Carlos Alexandre Wuensche. *AIP Conference Proceedings*, Volume 1693, Issue 1, id.050001 (2015)
- "A Bayesian Estimate of the CMB-Large-scale Structure Cross-correlation". Moura-Santos, E.; Carvalho, F. C.; Penna-Lima, M.; Novaes, C. P.; Wuensche, C. A. *The Astrophysical Journal*, Vol. 826, Issue 2, article id. 121 (2016)
- "Properties of Dense Cores Embedded in Musca Derived from Extinction Maps and 13CO, C18O, and NH3 Emission Lines". Machaieie, Dinelsa A.; Vilas-Boas, José W.; Wuensche, Carlos A.; Racca, Germán A.; Myers, Philip C.; Hickel, Gabriel R. *The Astrophysical Journal*, Vol. 836, Issue 1, article id. 19 (2017)

Minhas atividades desde 2012

Chefia de Gabinete do INPE – agosto/2012 a outubro/2016

Palestras, cursos e conferências ministradas (externos ao INPE) 2012

- IV EVFITA (15/02/2012)
- Conferencia sur TeleReach (México, Abril)
- XI Nova Física no Espaço (Campos do Jordão, SP, Julho)
- "The Physics of the Cosmic Microwave Background", XV Brazilian School on Cosmology and Gravitation (CBPF, Angra dos Reis, Agosto)
- XII Encontro Nacional de Estudos Estratégicos (Escola Naval, RJ, Novembro)
- "Análise de dados da RCF em microondas", II Curso Especial de Reducao e Tratamento de dados de Observatorios Espaciais (ON, Rio de Janeiro, Novembro)
- Coordenador Geral das provas da International Olympiad on Astronomy and Astrophysics (Vassouras, RJ, Agosto)

Minhas atividades desde 2012

Palestras, cursos e conferencias ministradas externos ao INPE

2013

- “Introduction to Astrophysics” Curso ministrado na International Space University (Adelaide, Australia – Janeiro)
- “Space Sciences” Curso ministrado na International Space University (Adelaide, Australia – Janeiro)
- Revisor do Plano Nacional do Livro Didático – Ensino Fundamental III e IV (S. Paulo, SP – 1Fevereiro)
- “Astrobiology”. Curso ministrado na International Space University (Estrasburgo, França – Julho)

Minhas atividades desde 2012

Palestras, cursos e conferencias ministradas externos ao INPE

2014

- “The SZ effect and the CMB” (ICRA Meeting – CBPF, RJ – Abril)
- Membro da banca de concurso para professor adjunto (Obs. Valongo, Maio)
- Membro da banca de mestrado de Rodrigo S. B. do Carmo (UFSCar, Maio)
- “53 anos de atividades espaciais no Brasil” (SBPC 2014, Rio Branco, AC – Julho)
- “As perspectivas de um físico na área espacial” (UF S. João del Rey, MG – Setembro)
- “Arqueologia cósmica com a Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (UNICSUL, S. Paulo – Outubro)

Minhas atividades desde 2012

Palestras, cursos e conferencias ministradas externos ao INPE

2015

- “Física e Música - o mistério da produção dos sons” (FURG, Março)
- “Oportunidades de carreira de físicos na área espacial” (FURG, Março)
- “Física e Música - o mistério da produção dos sons” (Parque Vicentina Aranha, Março)
- “The impact of galactic and extragalactic foregrounds in the measurements of the Cosmic Microwave Background Radiation” (2nd Cesare Lattes Meeting - ICRANET , RJ, Abril)
- “The impact of Copernicus program on Earth Observation Services”. Coordenador de Mesa Redonda - XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (Abril)
- A Radiação Cósmica de Fundo em Microondas e a Origem do Universo (Palestra convidada, SBPC, julho)
- “A Radiação Cósmica de Fundo em Microondas e a Origem do Universo” (UESC, Agosto)
- “Space Agencies Round Table”, COSPAR 2015: Water and Life in the Universe (Novembro)
- “A Radiação Cósmica de Fundo em Microondas e a Origem do Universo”. (Palestra convidada Casa da Ciência UFRJ - Luz para poetas, Novembro)

Minhas atividades desde 2012

2016

- BINGO Collaboration Meeting (S. Paulo, Abril)
- Seleção de sítios para o Projeto BINGO (Uruguai, Maio)
- “Astrobiologia: a vida no contexto cósmico” (Fac. Medicina USP, Agosto)
- “Astrobiologia: a vida no contexto cósmico” (Escola Municipal de Astrofísica, Agosto)
- “Astrobiologia: a vida no contexto cósmico” (USP Leste, Agosto)

2017

- BINGO Collaboration Meeting (S. Paulo, Março)
- “The BINGO Project” (4th Argelian Conference in Astronomy and Astrophysics, Argelia, Março)

Projetos e auxílios em andamento

- BINGO – um instrumento para medir BAOs (FAPESP)
- Bolsa de produtividade– nível 1D (renovada em Fevereiro/2015)

OBRIGADO