

Luzes do passado

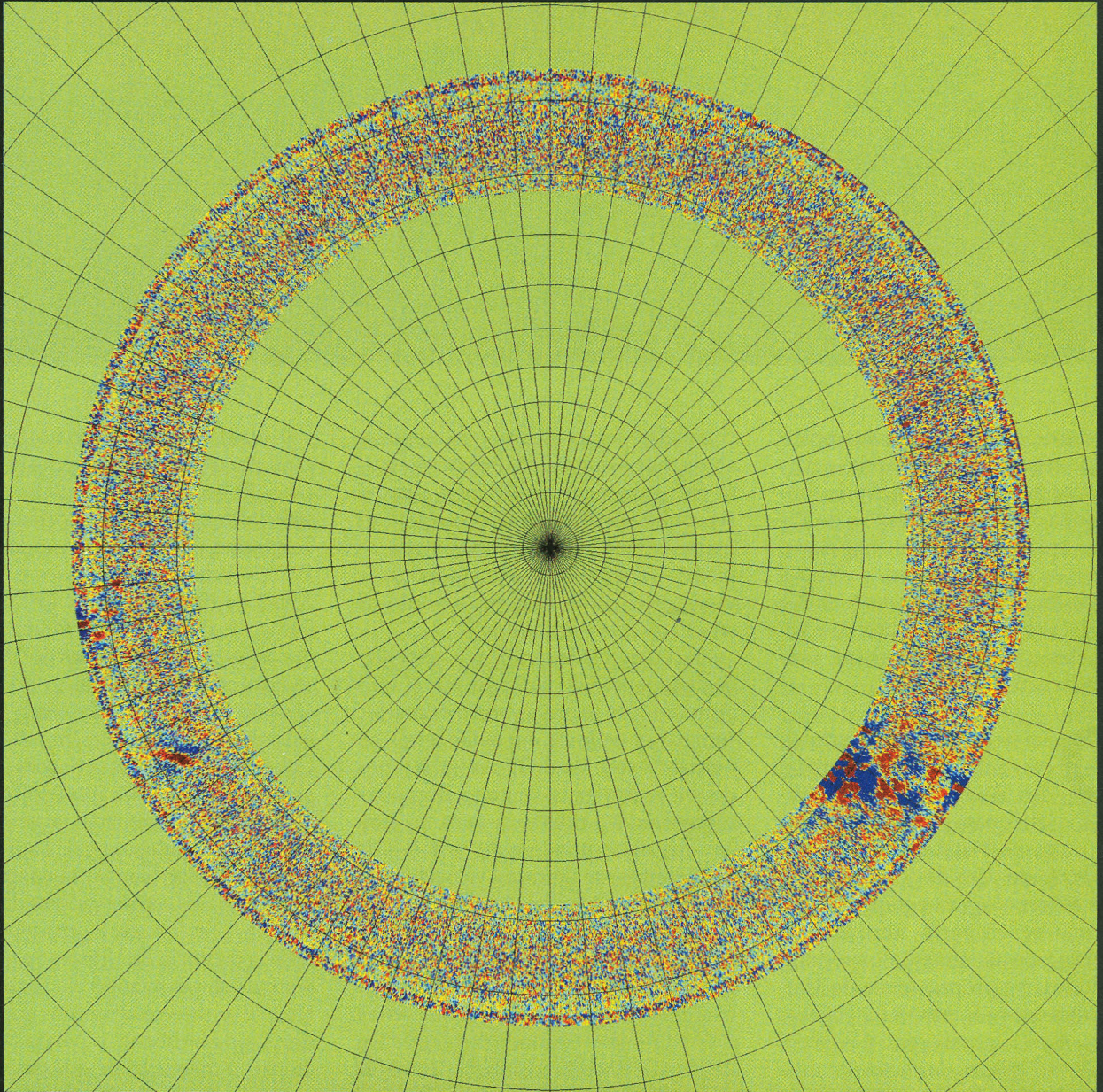
Dois projetos registram as variações de temperatura que mostram o Universo há 13 bilhões de anos

Em fevereiro, dois projetos divulgados quase simultaneamente deixaram um pouco mais claros a origem e o futuro do Universo, do qual agora se pode afirmar que tem uma idade bastante próxima a 13,7 bilhões de anos e um destino definido: expandir-se para sempre. No dia 11 de fevereiro, a Nasa, agência espacial norte-americana, apresentou os dados de seu satélite Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), lançado em junho de 2001 a um custo de US\$ 45 milhões. Antes, porém, um grupo que trabalhou em paralelo – formado por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), de três instituições de pesquisa norte-americanas e de duas universidades italianas – conseguiu pôr no ar suas próprias conclusões, que se encontram desde o dia 3 no astro-ph, um espaço na Internet para o qual os cientistas enviam resultados inéditos quando não querem esperar os trâmites habituais de uma revista científica.

Enquanto a equipe da qual os brasileiros participaram comemorou o pioneirismo na publicação dos resultados, embora com um trabalho de porte menor que o da Nasa, os especialistas em cosmologia ganharam duas bases de dados complementares, ambas construídas com a mesma matéria-prima: a chamada radiação cósmica de fundo em microondas, um tipo de radiação eletromagnética produzida nos momentos iniciais do Universo. O estudo coordenado pela Nasa com outras cinco universidades norte-americanas é mais abran-

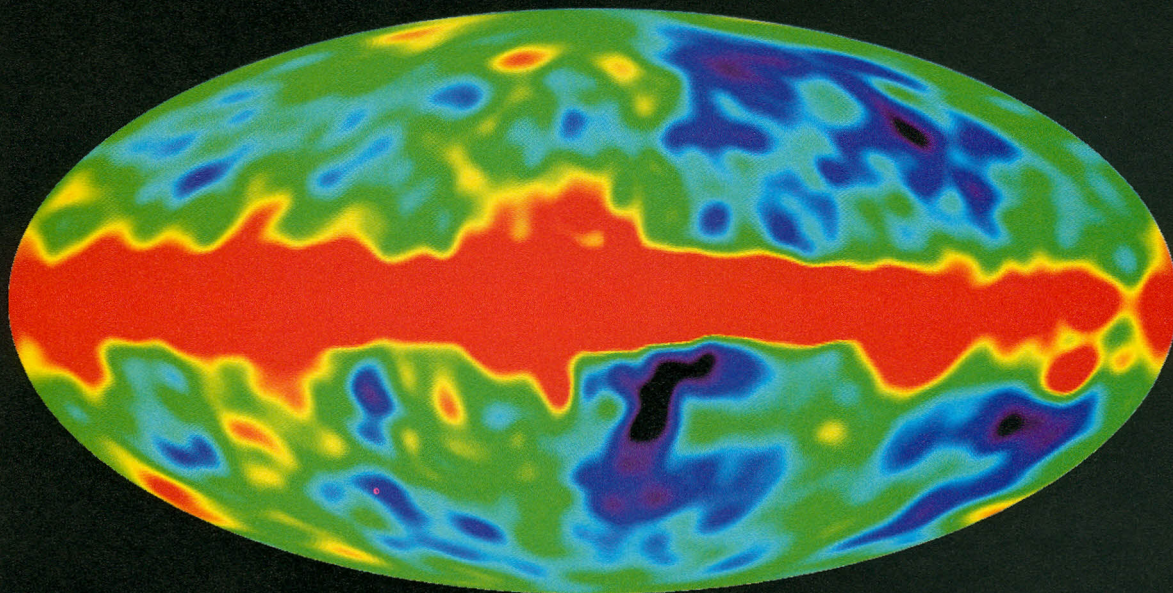
gente: registrou as sutis variações de temperatura que correspondem à radiação de fundo no céu todo e em cinco frequências de microondas. O outro projeto, chamado Advanced Cosmic Explorer (ACE), concentrou-se em uma área equivalente a 4% da esfera celeste, que inclui parte de nossa galáxia, a Via Láctea, analisada há dois anos em apenas duas faixas de frequência por meio do radiotelescópio Background Emission Anisotropy Scanning Telescope (Beast). O Beast exhibe, porém, um olhar mais apurado das regiões do céu e nas frequências que observou, nas quais tem uma resolução de imagem cerca de 50% melhor que a do satélite da Nasa.

Cada um a seu modo – o satélite a 1,6 milhão de quilômetros da Terra, o radiotelescópio a 4 mil metros de altitude, no topo de uma montanha no oeste dos Estados Unidos –, os dois aparelhos mediram as variações na temperatura da radiação cósmica de fundo, com oscilações de milionésimos em torno do valor médio, que é de 2,73 kelvin, pouco acima do zero absoluto, 273°C negativos ou 0 kelvin. Desse modo, mostram como era o Universo há 13 bilhões de anos, pouco depois de ter se formado. Como nesse tempo as estruturas do Universo, como os planetas e as galáxias, ainda não haviam se formado, a arquitetura original era bem diferente da atual. É como se os físicos resolvessem descobrir quantos torcedores foram a um jogo de futebol examinando, no dia seguinte à partida, os resquícios deixados na arquibancada – onde houvesse mais latinhas de refrigerante, por exemplo, provavelmente havia



ACE/BEAST

Pistas sobre a origem do Universo: variações da ordem de 50 milionésimos de graus Celsius no céu. Vermelho e amarelo indicam as áreas com temperatura acima da média do Universo atual (-270°C); verde e azul, as regiões com temperatura abaixo desse valor. As manchas correspondem à Via Láctea, e o centro da circunferência, ao Pólo Norte da Terra



Definição ampliada: o Universo visto pelo Cobe em 1992 e pelo...

mais pessoas. Começa agora a reconstrução do cenário original, refeito a partir da distribuição da radiação de fundo, emitida 380.000 anos depois do Big Bang, a explosão que teria originado o Universo – nesses tempos, quando a temperatura era de cerca de 3.000°C, somente os átomos de hidrogênio e hélio, os elementos químicos mais simples, poderiam existir.

Para os astrofísicos, as primeiras conclusões que emergem dos dois mapeamentos valem quase como um presente de Natal que chega um pouco atrasado. Um dos pontos esclarecidos sobretudo pela equipe ligada à Nasa, que se encontra num estágio mais avançado de análise dos resultados obtidos, é a própria idade do Universo, antes estimada entre 8 e 20 bilhões de anos. Agora, o mais certo é algo em torno de 13,7 bilhões de anos, com uma margem de erro de apenas 1%, bastante pequena diante dos 20% de antes. A análise da radiação eletromagnética que viajou 13 bilhões de anos à velocidade da luz até chegar à Terra conduz a outra conclusão importante: as primeiras estrelas começaram a brilhar somente 200 milhões de anos depois do Big Bang, muito antes do que os astrofísicos imaginavam. Pôde-se também definir melhor a composição do Universo. A maior parte, 73%, consiste da

chamada energia escura, que ninguém ainda sabe o que é; 23% é matéria escura fria, igualmente misteriosa; a matéria conhecida, feita de átomos, que formam as moléculas, os seres vivos, os planetas e as galáxias, não passa de 4%, uma participação modesta a ponto de ser chamada de impureza.

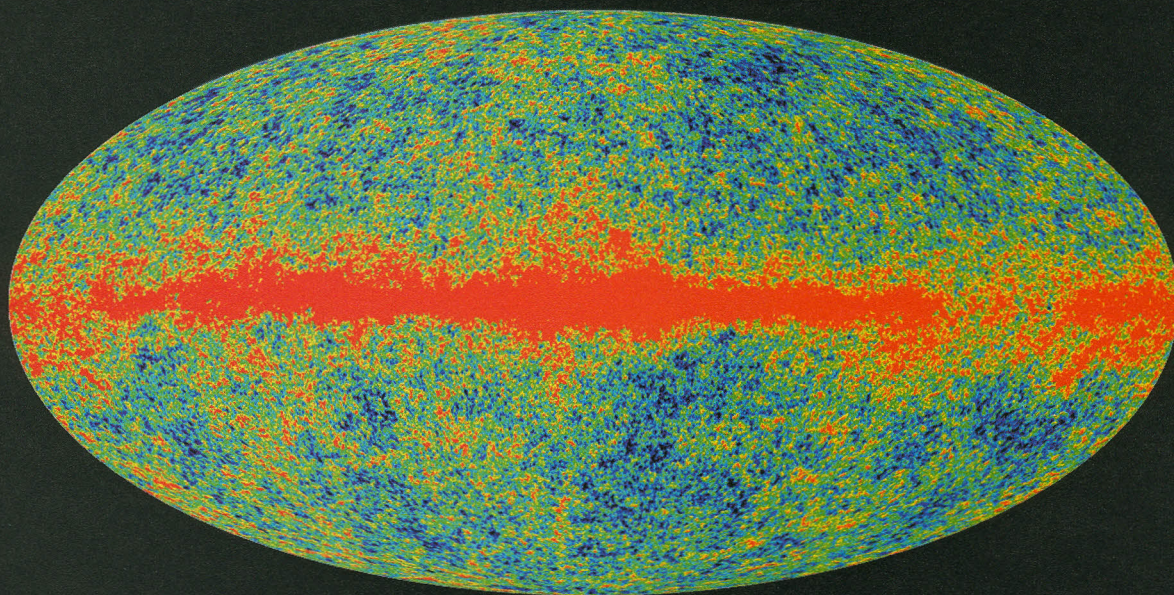
Ficou acertada também a velocidade de expansão do Universo em 71 quilômetros por segundo por megaparsec (um parsec equivale, em quilômetros, ao número 3 seguido de 13 zeros). De modo um pouco mais concreto, dois pontos separados 1 milhão de anos-luz (um ano-luz corresponde a 9,5 trilhões de quilômetros) se afastam à velocidade de 21,8 quilômetros por segundo.

O próprio destino do Universo parece certo: expandir-se para sempre, embora não tenha sido descartada definitivamente a possibilidade de que venha a se contrair no futuro. A perspectiva de expansão contínua sugere cenários chocantes, sobre os quais os físicos já fizeram alguns cálculos. Em 10^{40} (o número 1 seguido de 40 zeros) anos, a matéria (planetas e galáxias) deve se desintegrar, como um gelo virando gás, e em 10^{100} anos até os buracos negros devem evaporar, resultando em uma sopa cósmica – não escaldante, como no Big Bang, mas gelada.

Vista como uma espécie de fóssil celeste, a radiação cósmica de fundo foi descoberta acidentalmente em 1965

pelo alemão naturalizado norte-americano Arno Penzias e pelo norte-americano Robert Wilson, dois físicos que trabalhavam nos laboratórios da Bell Telephone, dos Estados Unidos – em 1978, o achado rendeu-lhes o Prêmio Nobel de Física. O primeiro mapa das flutuações da radiação de fundo associadas às estruturas originais do Universo só saiu em 1992, por meio do satélite Cosmic Background Explorer (Cobe), lançado três anos antes pela Nasa. “O Cobe só registrava as variações de temperatura em grandes áreas do céu, provavelmente relacionadas à origem de superaglomerados de galáxias”, afirma Thyrso Villela Neto, pesquisador do Inpe e um dos coordenadores do projeto ACE. “Temos agora uma visão mais realista do início do Universo e de como eram as coisas quando ele se formou.” Hoje se conhecem estruturas muito menores, possivelmente o ponto de partida para a formação de galáxias.

Visão detalhada - O que permitiu esse detalhamento foi o avanço no poder de definição dos telescópios, a chamada resolução angular – a capacidade de distinguir dois objetos próximos entre si. Optando por um mapa menor, mas o mais detalhado possível, a equipe que trabalhou com o telescópio Beast fez da resolução angular um de seus diferenciais em relação ao satélite da Nasa. “Para melhorar a resolução angular de



...WMAP (a faixa vermelha representa as emissões de microondas da Via Láctea)

um telescópio em relação a outro que observa na mesma faixa de frequências, deve-se, principalmente, aumentar o diâmetro de seu espelho ou a superfície coletora de radiação”, explica Villela.

Com um espelho de captação de radiação com 2,2 metros de diâmetro, o Beast distingue dois objetos a uma distância angular de 23 minutos de arco (um minuto de arco corresponde, geometricamente, a 1/60 de grau) na frequência de 40 gigahertz (hertz é a unidade de medida de frequência, que equivale a um ciclo por segundo). Nessa mesma faixa, o WMAP, com um espelho com 1,6 metro de diâmetro, só informará se há dois e não um objeto se ambos estiverem separados 32 minutos de arco um do outro.

“O radiotelescópio funciona como um receptor de rádio sofisticado”, observa o físico Newton Figueiredo, da Universidade Federal de Itajubá. “Mas, em vez de procurar uma emissora, sintoniza uma faixa de microondas.” Com as ondas captadas, os pesquisadores constroem um mapa do céu na faixa de microondas, representando em amarelo ou vermelho as regiões de temperatura mais alta e em azul, as mais frias aparecem. Depois, preparam um gráfico conhecido como espectro de potência, que apresenta uma linha contínua,

no qual as curvas sobem e descem. O desenho final se parece com um eletrocardiograma, o exame que registra as correntes elétricas do coração.

Foi Figueiredo quem projetou o sistema óptico do Beast. Colocando o foco – o ponto para o qual convergem as ondas – fora do eixo principal do espelho, conseguiu reduzir as interferências dos sinais que chegavam aos oito receptores de microondas que se encontram no plano focal do espelho do telescópio. Instalado no início de 2001 no ponto mais alto da White Mountain, na divisa dos estados norte-americanos da Califórnia e de Nevada, o Beast varreu o céu pela primeira vez de julho a dezembro de 2001. No ano passado, houve mais duas semanas de observações em fevereiro e uma temporada mais longa, de agosto a outubro.

Filtrando sinais - Houve outra inovação brasileira na pesquisa da radiação de fundo. Desde 1998, em um projeto paralelo, pesquisadores do Inpe e da Universidade da Califórnia, em Berkeley, nos Estados Unidos, observam o céu do Hemisfério Sul, que inclui a Via Láctea, uma das principais fontes de contaminação das medidas de radiação de fundo, por meio de um radiotelescópio que hoje está no Inpe, em Cachoeira Paulista, depois de operar nos Estados Unidos, nas Ilhas Canárias, na Antártica e na Colômbia. Camilo Tello, pesquisador do Inpe, conseguiu separar os sinais do céu daqueles indesejados, como a radiação emitida pela própria Terra ou por emissoras de rádio e televisão. O modelo matemático que ele fez tem aplicações em outras áreas, como na telefonia celular, na medida em que pode melhorar a cobertura das antenas de transmissão de sinais.

O Beast é uma espécie de protótipo do satélite Planck, que a Agência Espacial Européia (ESA) pretende lançar em 2007. Sua missão será buscar informações ainda mais detalhadas sobre o Universo. “Na próxima década, teremos diversos mapas para comparar”, afirma Thyrsó. Com os novos levantamentos, talvez seja possível saber, por exemplo, se o Universo é finito ou infinito. “Se for infinito, vai se expandir para sempre”, diz Figueiredo. “Se for finito, um dia vai se contrair.”

O PROJETO

Radiação Cósmica de Fundo em Microondas e Formação de Estruturas no Universo

MODALIDADE
Projeto temático

COORDENADOR
REUVEN OPHER – IAG/USP

INVESTIMENTO
R\$ 2.342.292,29