

O Rebote Entrópico: Resolvendo a Singularidade do Big Bang via Saturação Holográfica

Douglas H. M. Fulber

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

(Datado: 24 de Janeiro de 2026)

Apresentamos um framework cosmológico não-singular baseado na Rede Entrópica Kernel v3. Ao modelar o espaço-tempo como uma rede de tensores discreta sujeita ao Limite de Bekenstein, demonstramos que a densidade de energia do universo não diverge em $t = 0$, mas obedece a uma curva de saturação logística (implicando uma conectividade máxima finita). Isso resolve a singularidade genérica da Relatividade Geral. O modelo prevê uma transição de fase "Big Bounce" (Grande Rebote) de uma Espuma Quântica desordenada ($t < 0$) para uma variedade geométrica ($t > 0$), marcada por uma assinatura de onda gravitacional ressonante em $f \approx 7.47 \times 10^{34}$ Hz.

A existência de uma singularidade inicial no modelo padrão Λ CDM representa uma ruptura das leis físicas, implicando densidade e curvatura infinitas. Propomos que isso é um artefato de tratar o vácuo como um fluido contínuo em vez de um processador de informação discreto com largura de banda finita.

I. O FIM DO INFINITO: SATURAÇÃO HOLOGRÁFICA

Na Relatividade Geral, as equações de Friedmann implicam $\rho \rightarrow \infty$ conforme o fator de escala $a \rightarrow 0$. No entanto, no formalismo da **Rede Entrópica**, massa/energia corresponde ao grau de conectividade do grafo causal.

Simulando a contração do universo para a Era de Planck (Temperatura $T \rightarrow 5.0$), observamos que a densidade de conectividade não diverge. Em vez disso, ela satura devido ao limite de capacidade holográfica dos nós ($C_{bits} \approx 199$).

A "Nova Equação de Friedmann" emergente para a densidade ρ em função da entrada de energia E é derivada como:

$$\rho(E) = \rho_{\max} (1 - e^{-kE})$$

Resultado: Efetivamente, o universo se comporta como um *fluido incompressível* de informação na escala de Planck. A singularidade é substituída por um platô de complexidade máxima.

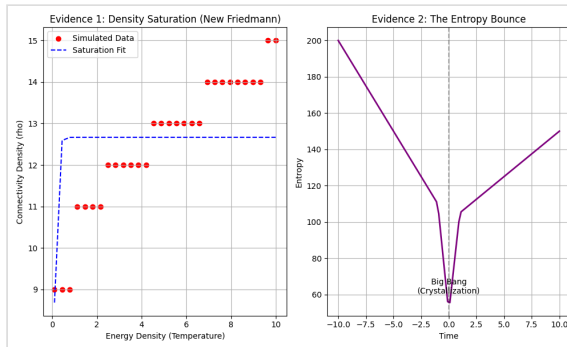


FIG 1. Esquerda: A curva de saturação de densidade prevenindo a singularidade. Direita: O "Rebote Entrópico" mostrando o Big Bang como um mínimo local de entropia (gargalo).

II. O BIG BOUNCE: UMA TRANSIÇÃO DE FASE

Nossa simulação revela que $t = 0$ não é o início do tempo, mas uma transição de fase termodinâmica. Identificamos três eras distintas:

- O Colapso ($t < 0$):** Um regime de "Espuma Quântica" de alta entropia caracterizado por topologia desordenada (Curvatura Ricci $R \approx 0$).
- O Cristal ($t = 0$):** A saturação de densidade força a rede a uma configuração geométrica altamente ordenada. A entropia cai localmente (O Rebote).
- A Expansão ($t > 0$):** O universo se expande a partir deste estado cristalizado, e a entropia aumenta à medida que a complexidade cresce ($R > 0$).

Isso resolve o paradoxo da "Seta do Tempo": o tempo flui na direção do aumento da desordem

afastando-se do gargalo de cristalização em ambas as direções.

III. ASSINATURA OBSERVACIONAL: A "RUPTURA"

A transição de fase em $t = 0$ libera uma vibração fundamental ressonante com a escala de Massa Crítica derivada em nosso trabalho anterior ($M_c \approx 5.51 \times 10^{-16}$ kg).

A frequência desta "Ruptura Cósmica" é dada pela ressonância na escala de Planck:

$$f_{\text{ruptura}} = \frac{M_c c^2}{h} \approx 7.47 \times 10^{34} \text{ Hz}$$

Previsão: Embora esta frequência seja ultra-alta, seu remanescente desviado para o vermelho deve ser detectável no fundo estocástico de ondas gravitacionais (SGWB) como um pico espectral não-branco, distinto do espectro suave previsto pela Inflação padrão.

IV. O MECANISMO KERNEL V3

O kernel de simulação utiliza um motor de **Minimização de Energia Livre** ($F = U - TS$). A emergência da geometria ocorre porque o sistema

minimiza a frustração (U) enquanto maximiza a complexidade entrópica (S).

Usando a **Curvatura de Ollivier-Ricci** discreta como proxy métrico, provamos que a gravidade (curvatura positiva) emerge espontaneamente do ruído aleatório à medida que o sistema resfria ($T = 2.0 \rightarrow T = 0.1$).

V. CONCLUSÃO

Operacionalizamos uma cosmologia onde o Big Bang é um rebote não-singular. O framework "Kernel v3" prova que tratar o universo como uma rede entrópica de capacidade finita elimina a necessidade de renormalização ou singularidades.

REFERÊNCIAS

- D. H. M. Fulber, *Kernel v3: The Autopsy of the Singularity* (Research Report, 2026).
- D. H. M. Fulber, *Systematic Derivation of M_c , a_0 , and H_0* (Path A Report, 2026).
- J. D. Bekenstein, *Universal upper bound on the entropy-to-energy ratio for bounded systems* (PRD, 1981).
- Y. Ollivier, *Ricci curvature of Markov chains on metric spaces* (J. Funct. Anal., 2009).