As equações de Friedmann

- As equações de Friedmann não são difíceis de serem obtidas a partir das equações de Einstein. Fazer a conta passo a passo é um bom exercício para quem quer começar a estudar relatividade geral.
- O ponto de partida é uma métrica especialmente simples que é homogênea e isotrópica, cujo único grau de liberdade é a expansão.
- Essa métrica não é a métrica do espaço-tempo "real", pois ela só serve para um universo perfeitamente homogêneo e isotrópico. Contudo, ela é a base a partir da qual se insere perturbações que são úteis para descrever boa parte da evolução de nosso universo.
- A métrica em questão é dada por

$$(g_{\mu\nu}) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a^2(t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a^2(t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a^2(t) \end{pmatrix}, \text{ ou seja, } ds^2 = -dt^2 + a^2(t)\,(dx^2 + dy^2 + dz^2)$$

Para a constante, temos Minkowski.

As equações de Friedmann

- Tudo o que temos de fazer é inserir essa métrica e calcular $G_{\mu\nu}$.

- **Exercício 4 (parte 1):** Calcule todas as componentes não nulas do símbolo de Cristoffel $\Gamma^{\mu}_{\nu\lambda}$ para essa métrica. Comentário além do exercício: Para quem tiver especial interesse no tema, sugiro concluir as contas até encontrar $G_{\mu\nu}$.

- Além do tensor se Einstein, precisamos especificar quem é $T_{\mu\nu}$. Vamos usar o tensor energia momento de um fluido perfeito que é dado por: $(T^{\nu}_{\mu}) = \text{diag}\,(-\rho \quad p \quad p \quad p)$, em que ρ é a densidade de energia do fluido e p é a pressão do fluido. Como estamos considerando espaço homogêneo, ρ e p só podem depender do tempo.