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.

As equações de Friedmann

- A equação de Einstein é $G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$, e isso nos leva às seguintes duas equações:

$$\frac{\dot{a}^2}{a^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho$$
$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3}\left(\rho + \frac{3p}{c^2}\right)$$

Essas duas equações são EDO's e chamadas de equações de Friedmann.

Uma é uma equação diferencial para a velocidade de expansão $\dot{a}$, a outra para a aceleração da expansão $\ddot{a}$. É uma combinação exótica para a mecânica: $\dot{a}$ não está livre.

O fator $\frac{\dot{a}}{a} \equiv H$ é chamado de **parâmetro de Hubble**.