

Por que olhar para trás

- ▶ Engenharia evolui por necessidade + método
- ▶ Histórias revelam padrões de decisão
- ▶ Meta: extrair lições práticas (não “curiosidades”)



O que é engenharia

- ▶ Resolver problemas com restrições reais
- ▶ Converter ciência em solução aplicável
- ▶ Otimizar custo—prazo—segurança—impacto

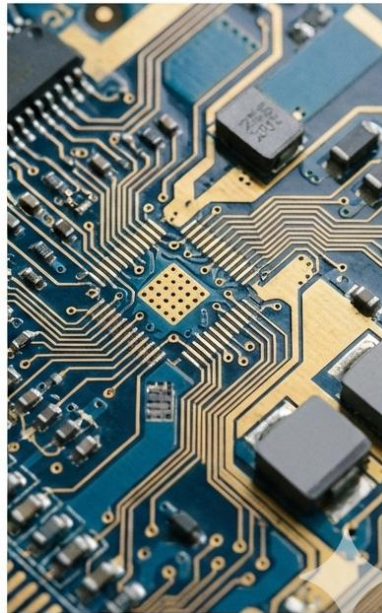
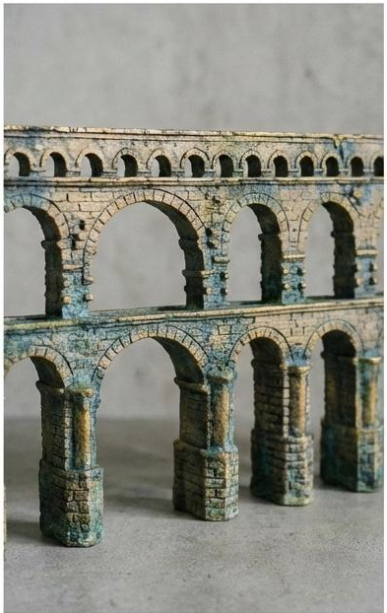


Ciência × Engenharia

3

Característica	Ciência (Investigação)	Engenharia (Design)
Objetivo Final	Compreensão / Explicação	Solução / Artefato Funcional
Direção Lógica	Análise (Reduccionismo)	Síntese (Integração)
Lida com	O que existe (Natureza)	O que pode existir (Artifícios)
Variáveis	Isoladas e Controladas	Interdependentes e Complexas
Restrições	Leis Naturais, Tecnologia Experimental	Custo, Tempo, Segurança, Leis Naturais
Resultado	Teorias, Artigos, Conhecimento	Produtos, Estruturas, Processos
Critério de Sucesso	Verdade / Falsificabilidade	Utilidade / Segurança / Custo-benefício

Marcos rápidos



- ▶ Antiguidade: infraestrutura e técnicas
- ▶ Revoluções industriais: energia e produção
- ▶ Era digital: sistemas complexos e dados

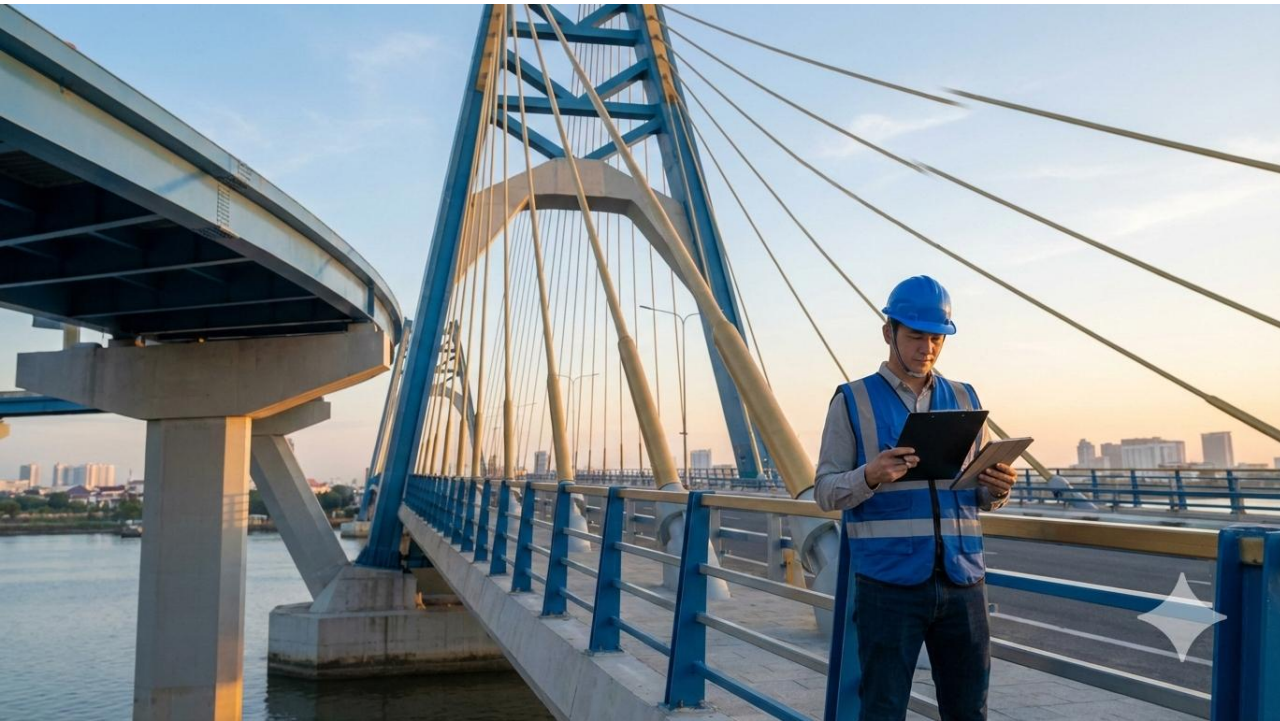
Como a engenharia evolui

5

- ▶ Falhas revelam limites do projeto
- ▶ Sucessos consolidam boas práticas
- ▶ Normas nascem de lições acumuladas



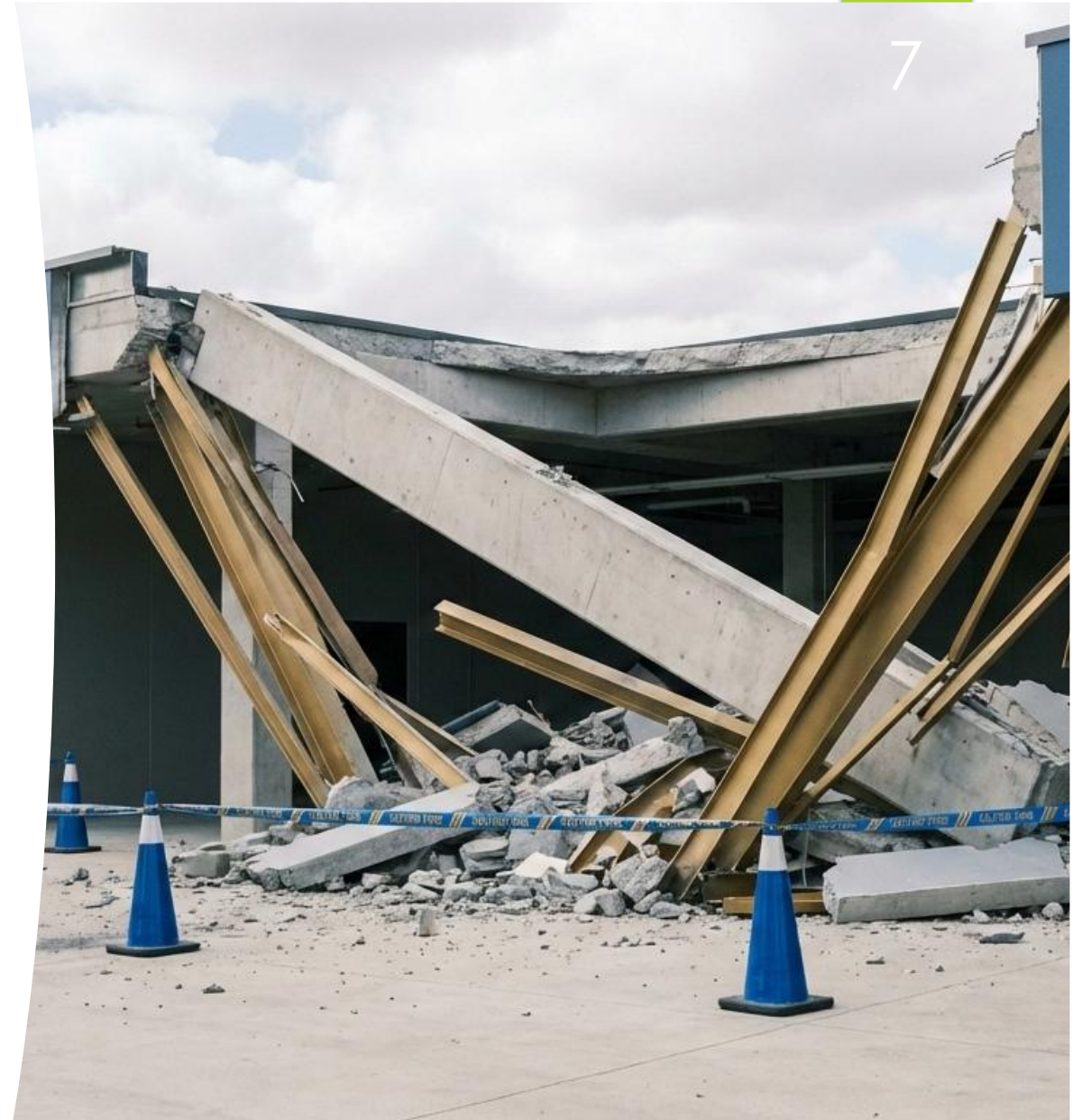
Padrão do sucesso



- ▶ Requisitos claros e verificáveis
- ▶ Margens e redundâncias no projeto
- ▶ Execução com controle e inspeção

Padrão da falha

- ▶ Alertas fracos ignorados
- ▶ Pressão prazo/custo → atalhos
- ▶ Falha é sistêmica (cadeia de causas)



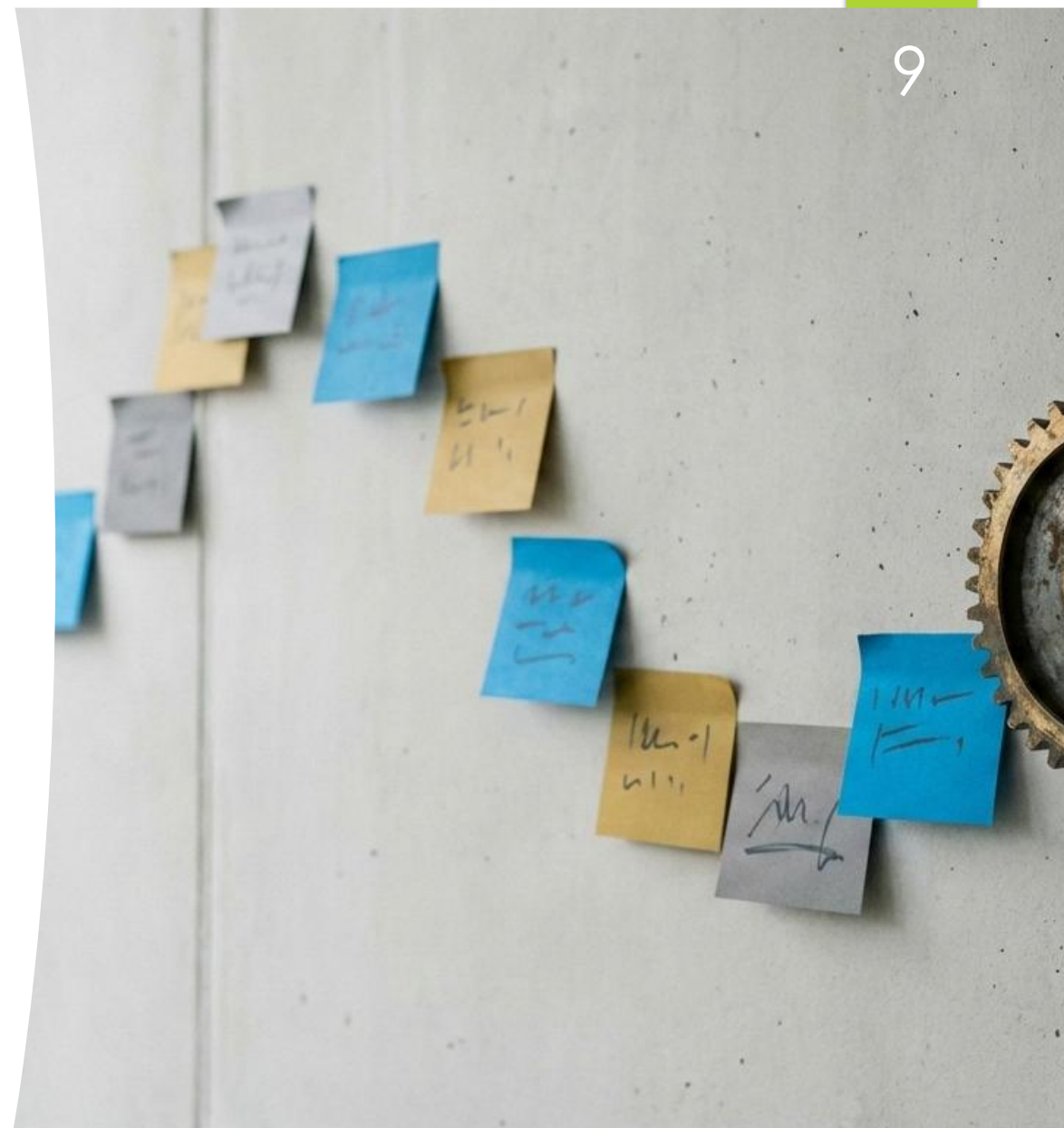
Cadeia de causas



- ▶ Causa raiz \neq “culpado”
- ▶ Técnica + processo + cultura
- ▶ Pergunta-chave: “como isso passou?”

Ferramenta: 5 Porquês

- ▶ Comece do evento e pergunte “por quê?”
- ▶ Vá até decisão/processo controlável
- ▶ Saída: ação preventiva verificável



A ferramenta "5 Porquês" é uma técnica simples de gestão criada por Sakichi Toyoda para identificar a causa raiz de um problema, perguntando "por quê?" cinco vezes sucessivamente até chegar à origem real. Diferente de focar apenas no sintoma, ela ajuda a prevenir a recorrência de defeitos, sendo amplamente usada em melhoria contínua e Lean Manufacturing.

Principais Aspectos:

Origem: Desenvolvida na Toyota, popularizada por Taiichi Ohno.

Funcionamento: Ao encontrar um problema, pergunte "por que ele aconteceu?" e, com a resposta, repita a pergunta mais quatro vezes.

Aplicação: Ideal para problemas simples a moderados, sendo eficaz quando baseada em fatos, não em suposições.

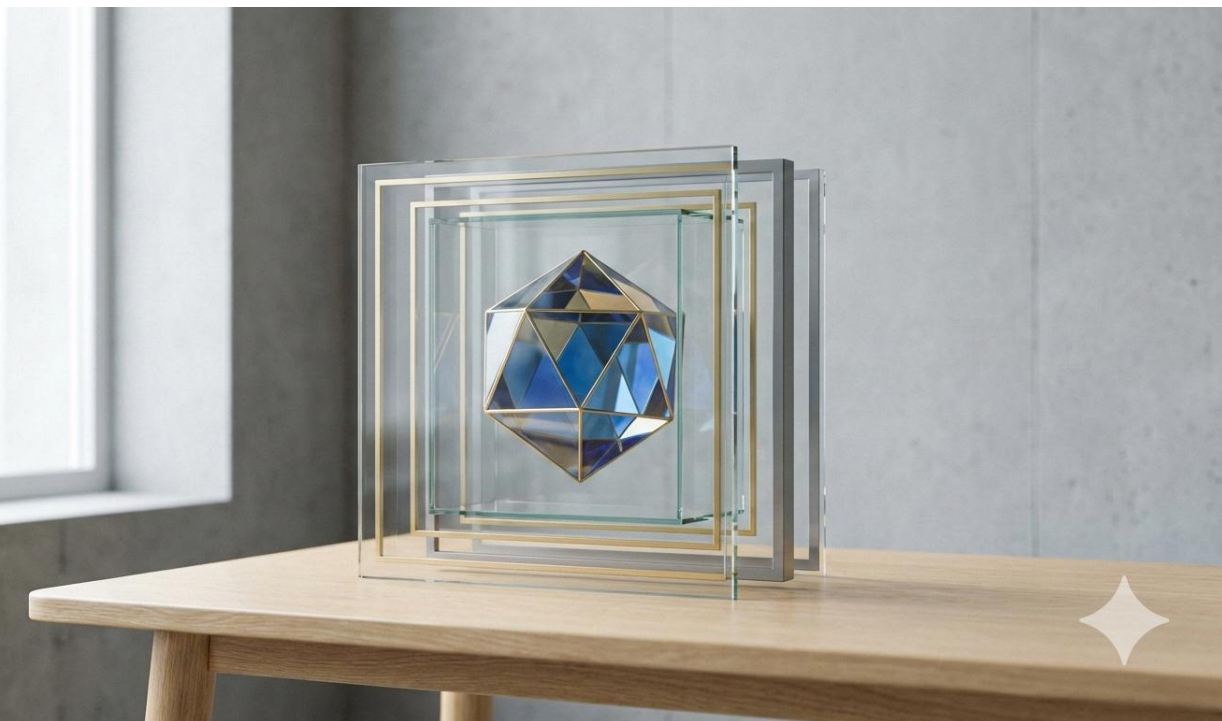
Uso em Conjunto: Frequentemente utilizada com o **Diagrama de Ishikawa** (Espinha de Peixe).

Exemplo Prático (Café Queimado):

- Problema:** O café tem gosto de queimado.
- Por quê?** O café queimou.
- Por quê?** Ficou na cafeteira ligada por muito tempo.
- Por quê?** Não foi colocado na garrafa térmica.
- Por quê?** A garrafa térmica quebrou e não foi substituída.
 - Causa Raiz:** A garrafa térmica quebrada, não apenas "o café queimou".



Barreiras e redundância



- ▶ Segurança = camadas de defesa
- ▶ Redundância reduz falha catastrófica
- ▶ Checagem independente evita viés

Trade-offs responsáveis

- ▶ Todo projeto tem trocas
- ▶ Nunca negociar segurança essencial
- ▶ Documentar decisões (rastreadabilidade)

12



TRADE-OFF

O *trade-off* é um conceito econômico que representa uma situação de escolha conflitante, onde renunciar a uma opção é necessário para obter os benefícios de outra. Envolve ponderar custos e benefícios para decidir entre alternativas, como escolher entre maior qualidade ou menor custo, ou mais tempo livre ou maior renda.

Exemplos Práticos de *Trade-off*:

- **Logística:** Escolher entre frete aéreo (rápido e caro) ou rodoviário (lento e mais barato).
- **Finanças Pessoais:** Usar o dinheiro para consumo imediato (celular novo) ou investi-lo para satisfação futura (poupança).
- **Gestão de Tempo:** Dedicar horas extras ao trabalho para ganhar mais, sacrificando o tempo de lazer e descanso.
- **Empresas:** Decidir entre aumentar a cobertura de um produto (quantidade) versus focar na qualidade (serviço premium).
- **Investimentos:** Risco vs. Retorno. Para obter maior rentabilidade, é necessário assumir maior risco, e vice-versa.

O *trade-off* é fundamental para a tomada de decisão estratégica, onde não se pode obter o melhor de dois mundos simultaneamente.

Dinâmica: ficha do caso



- ▶ Problema – decisão – consequência – lição
- ▶ Identificar 1 causa técnica + 1 causa de processo
- ▶ Propor 2 ações: prevenir + detectar

3 lições de bolso



- ▶ Método > opinião: **evidência e verificação**
- ▶ Projeto é humano: cuide de **comunicação**
- ▶ Ética: responda por **impactos e segurança**