

# Vibrações Induzidas por Vento em Cabos de Pontes Estaiadas e Suspensas

**Lucas Canizza**

**[lucas.canizza@aluno.ifsp.edu.br](mailto:lucas.canizza@aluno.ifsp.edu.br)**






**Raniely da Silva Leite Costa**

**[raniely.c@aluno.ifsp.edu.br](mailto:raniely.c@aluno.ifsp.edu.br)**



# Introdução








-  Pontes modernas;
-  Maior sensibilidade ao vento;
-  Cabos como elementos críticos;
-  Vibrações podem gerar riscos;
-  Importância da análise aeroelástica.





# O que são Vibrações Induzidas por Vento?

-  Oscilações causadas pelo escoamento do ar;
-  Cabos vibram mesmo com ventos moderados;
-  Baixo amortecimento → alta sensibilidade;
-  Diferentes tipos de fenômenos envolvidos;
-  Consequências estruturais.









# Tacoma Narrows (1940)

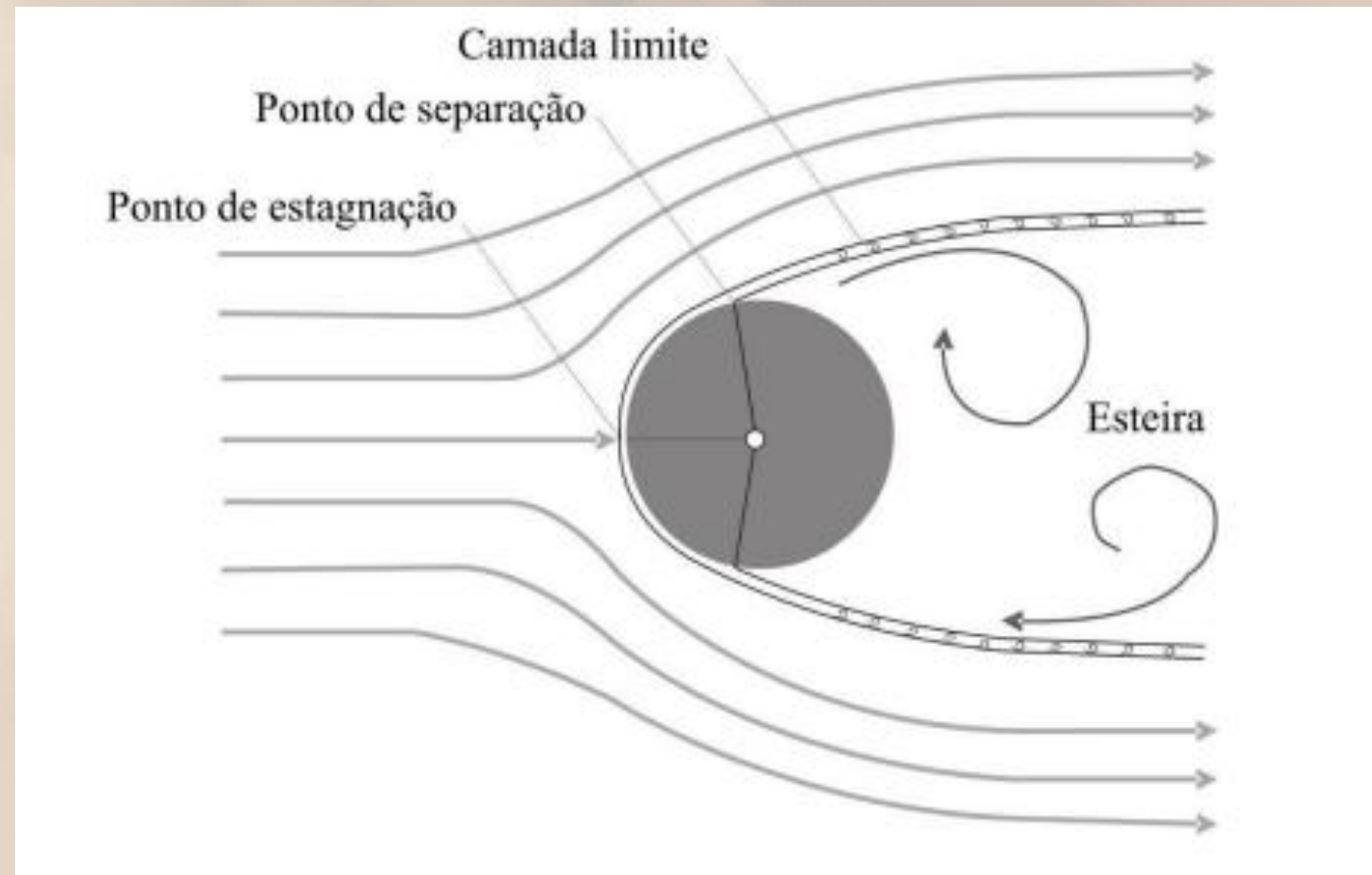
- ✈️ Ponte extremamente esbelta;
- ✈️ Oscilações desde a inauguração;
- ✈️ Ressonância aeroelástica;
- ✈️ Colapso em 1940;
- ✈️ Marco histórico da engenharia.





# Aerodinâmica de Cabos (Conceitos Básicos)

-  Cabos  $\approx$  cilindros circulares;
-  Reynolds, Strouhal e Scruton;
-  Baixo amortecimento estrutural;
-  Tendência à ressonância.

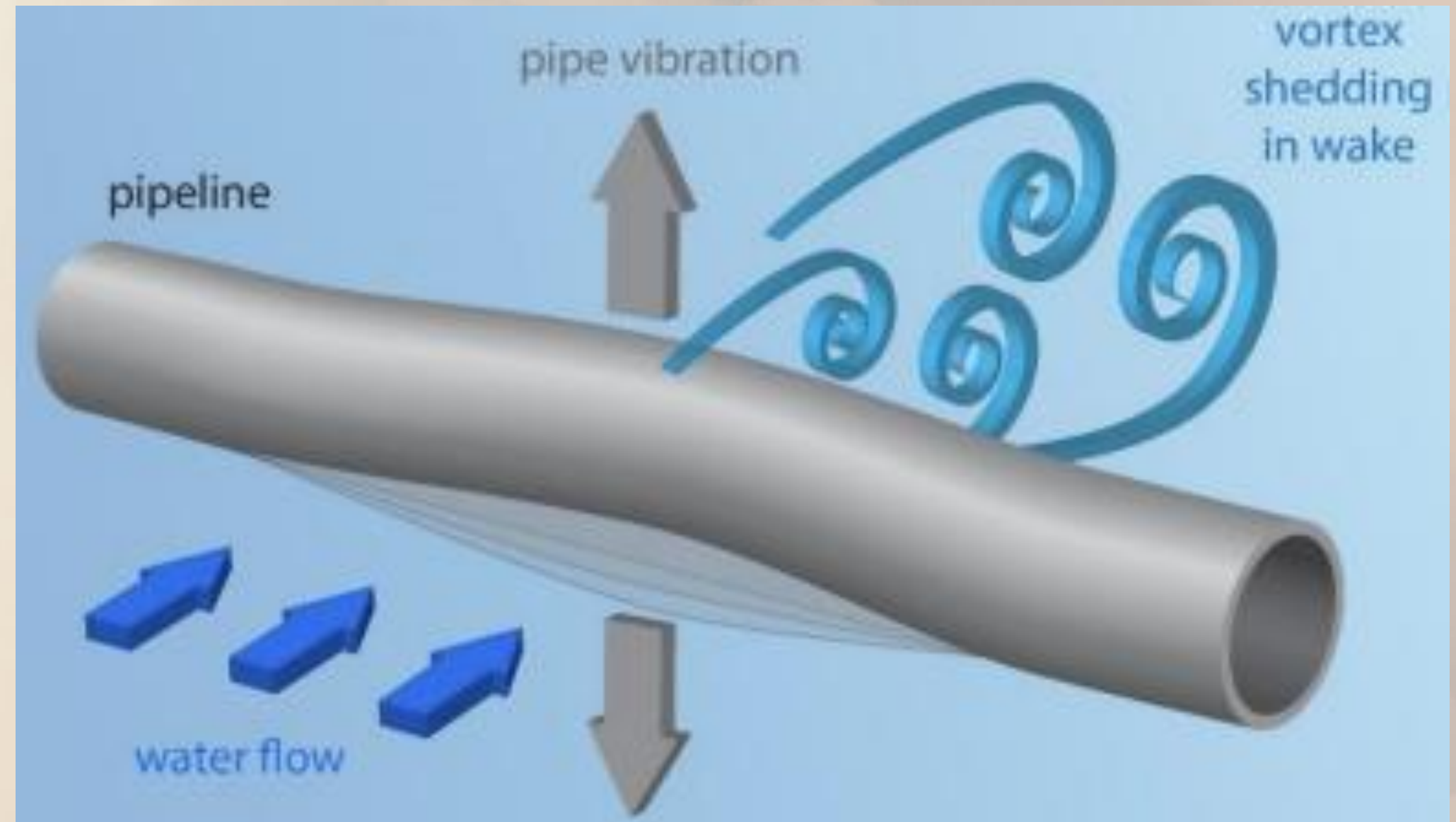










# Desprendimento de Vórtices (Vortex Shedding)

- ✈ Esteira de Von Kármán;
- ✈ Forças transversais periódicas;
- ✈ Risco de lock-in;
- ✈ Vibrações repetitivas → Fadiga.





# Galopamento

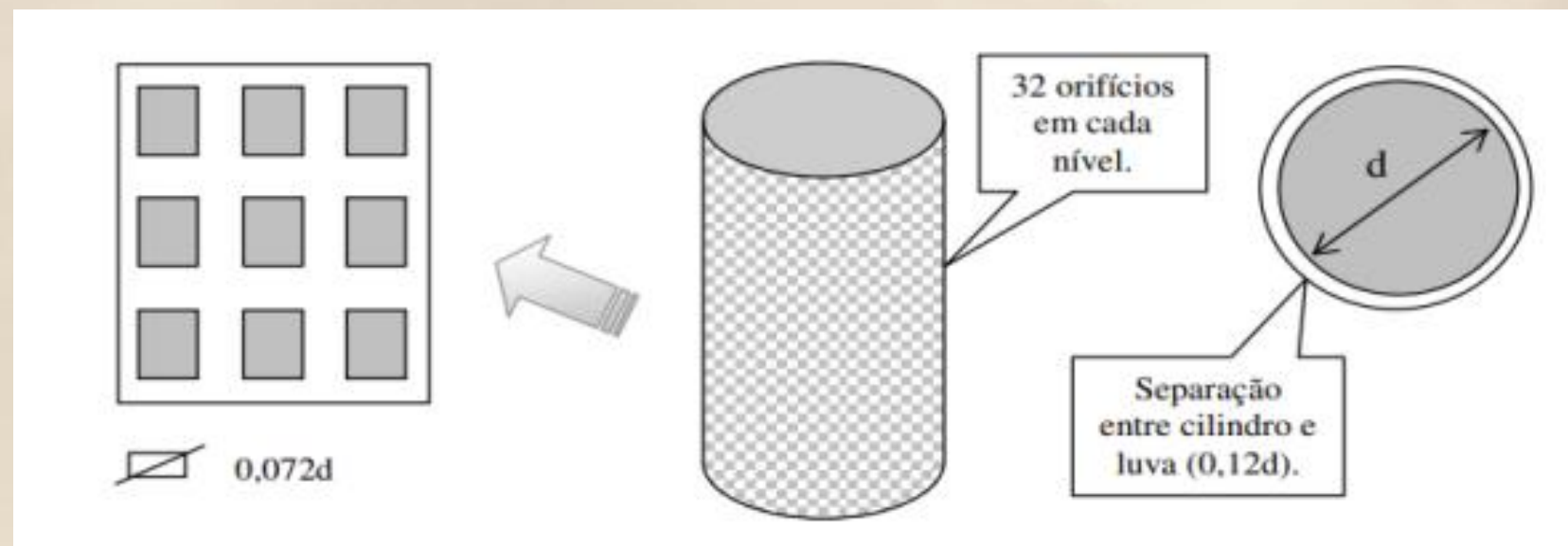
-  Vibração autoexcitada;
-  Amortecimento aerodinâmico negativo;
-  Grandes amplitudes;
-  Risco imediato.



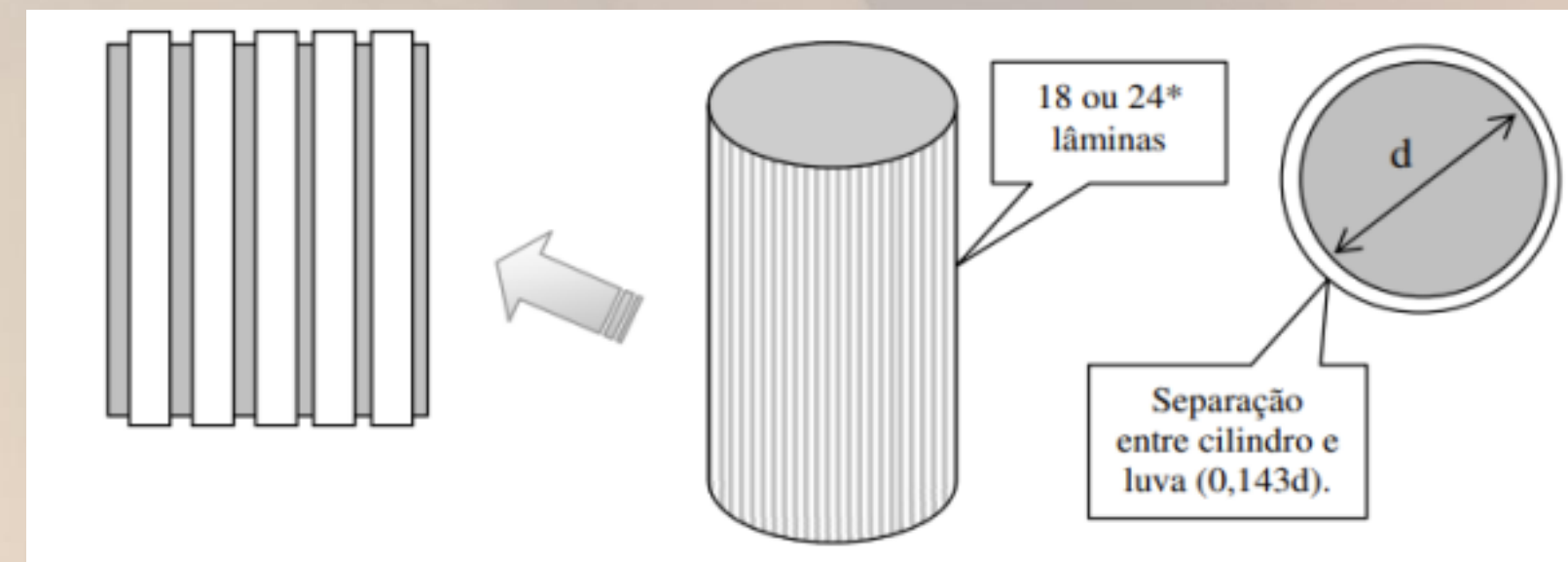


# Medidas Mitigatórias Aerodinâmicas

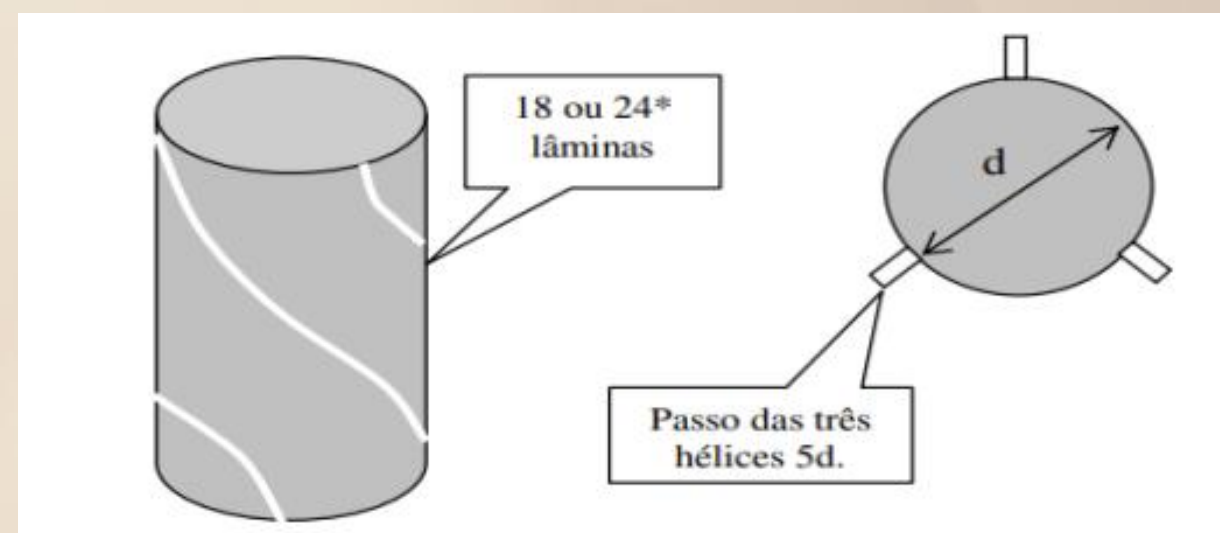
## Luvas Perfuradas



## Lâminas longitudinais







## Filetes Helicoidais







# Medidas Mitigatórias Estruturais

-  Amortecedores viscoelásticos;
-  Amortecedores hidráulicos;
-  Cross-ties;
-  Aumento de rigidez.







# Conclusões

- ✈ Vortex shedding → vibrações repetitivas;
- ✈ Galopamento → vibrações severas;
- ✈ Considerar efeitos no projeto;
- ✈ Mitigação combinada;
- ✈ Segurança e vida útil da estrutura.



**Obrigado Pela Atenção**

