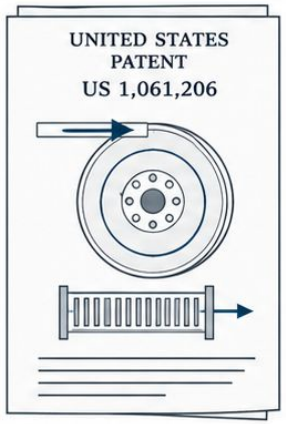
TURBINA DE TESLA

Uma turbomáquina sem pás.
Fundamentos • desempenho experimental • aplicações • perspectivas
GT2 TECNOLOGIA | REVISÃO TÉCNICA 2026

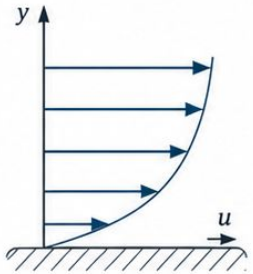
GT2 TECNOLOGIA

Turbina de Tesla — Linha do tempo

1913 — Patente de Nikola Tesla (US 1,061,206)

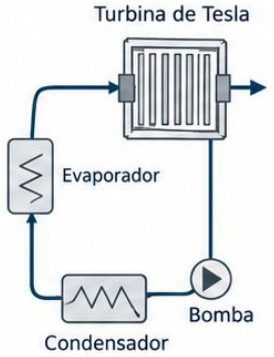


meados do século XX — Estudos acadêmicos sobre turbinas de camada-limite

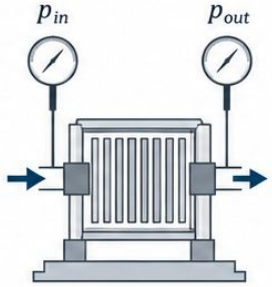


$$\tau_w = \mu\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right|_{y=0}$$

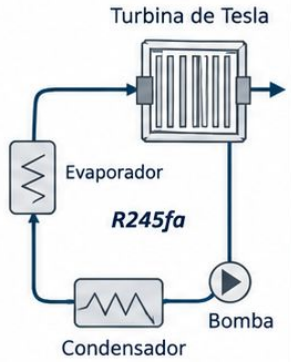
2020 — Protótipo ORC com turbina de Tesla



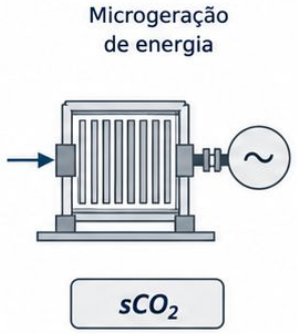
2022 — Ensaios experimentais com ar



2025 — Mini-ORC com R245fa e maior eficiência reportada



2026 — Pesquisas em microgeração e sCO_2



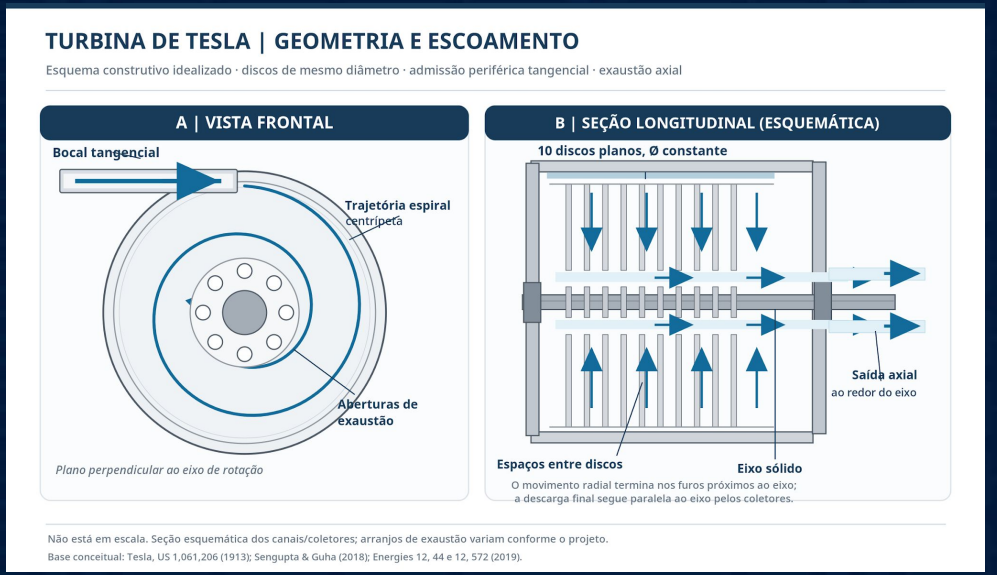
COMO FUNCIONA?

O fluido entra tangencialmente na periferia do rotor, percorre canais entre discos paralelos e sai próximo ao eixo.

A tensão de cisalhamento viscoso transfere momento angular ao rotor.

$\tau = \mu \, (\partial u / \partial n) \quad | \quad P = T\omega$

A viscosidade transmite torque, mas também provoca dissipação irreversível.



Fonte: Tesla, US 1,061,206; Capata & Calabria (2026).

SIMPLICIDADE NÃO É AUSÊNCIA DE PROJETO

Principais elementos: discos coaxiais, espaçadores, eixo, bocais, carcaça, mancais, vedações e exaustão central.

Parâmetros decisivos: vão entre discos, razão de diâmetros, geometria dos bocais, folgas e rotação.

Desafios: planicidade, balanceamento, deformação térmica, vedação e resistência centrífuga.

Fonte: Talluri et al. (2020); Capata & Calabria (2026).

COMO MEDIR O DESEMPENHO?

Eficiência isentrópica baseada na potência no eixo:

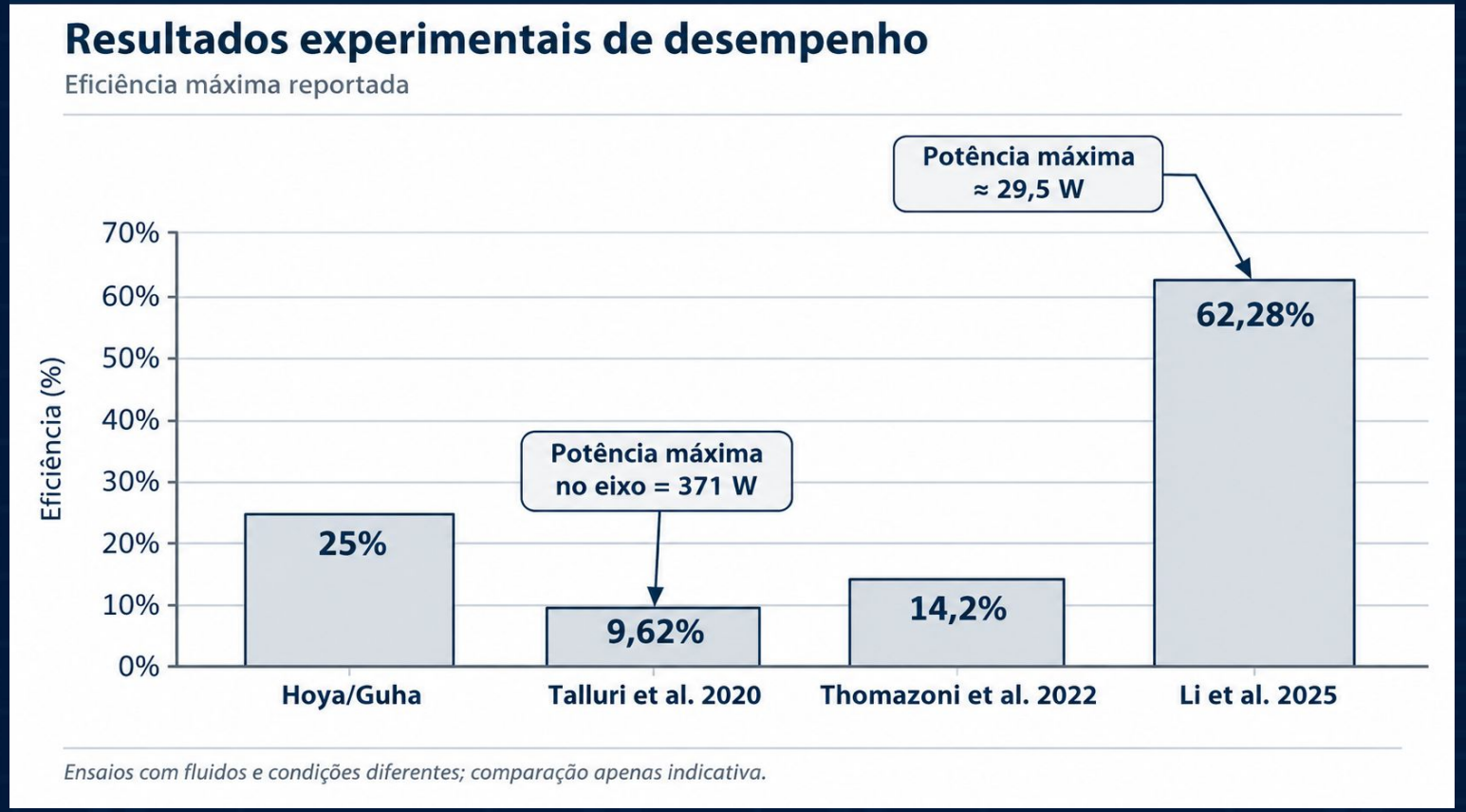
$\eta is = Peixo / [\dot{m} (h01 - h2s)]$

É indispensável distinguir eficiência do rotor, da turbina completa, do eixo e eficiência elétrica.

Máximos de potência e eficiência podem ocorrer em pontos operacionais distintos.

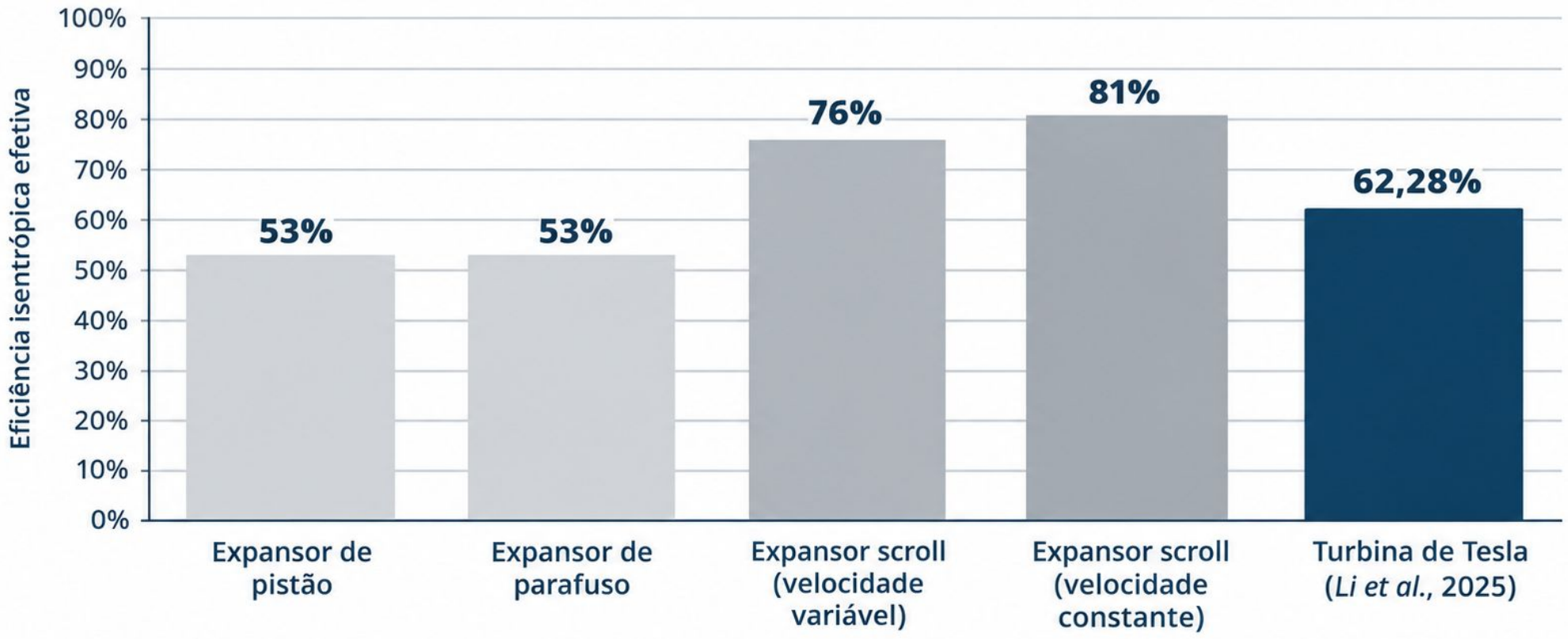
Comparações exigem fluido, potência, razão de expansão e fronteiras equivalentes.

O QUE OS ENSAIOS MOSTRAM?



Comparação com outras tecnologias

Expansores ORC de pequeno porte



Ensaios não realizados sob condições idênticas nem na mesma escala de potência.

TECNOLOGIA

POR QUE NÃO SE CONSOLIDOU?

Eficiência historicamente baixa em muitos protótipos.

Perdas de admissão, vazamentos, descarga e atrito mecânico.

Dificuldades de escala e estabilidade dos discos em altas rotações.

Vantagem de fabricação do rotor não garante menor custo total da instalação.

Concorrência de turbinas com pás e expansores volumétricos tecnicamente maduros.

Fontes: Talluri et al. (2020); Capata & Calabria (2026).

ONDE PODE HAVER VIABILIDADE?

Micro-ORC: recuperação de calor residual com fluidos orgânicos.

Quedas de pressão: aproveitamento energético em pequenas estações e processos.

Micro-CAES: expansão de ar comprimido em sistemas de baixa potência.

CO_2 supercrítico e escoamento bifásico: linhas de pesquisa ainda em validação.

Viabilidade física em bancada ≠ competitividade econômica comprovada.

PROJETOS: O QUE FOI DEMONSTRADO?

Florença/Liège (2020) | ORC com R1233zd(E): protótipo ensaiado.

Pesquisa brasileira (2022) | turbina com ar: ensaio e análise paramétrica.

Grupo de Li et al. (2025–26) | mini-ORC com R245fa e pesquisas posteriores.

Gdańsk/Proturb (2025) | integração com gerador axial de microescala.

Estado documentado: pesquisa e demonstração experimental; sem produção comercial confirmada.

PROJETOS: O QUE ESTÁ EM DESENVOLVIMENTO?

ECO-SEARCHERS / Politecnico di Milano | protótipos com sCO_2, estudos CFD.

SCO2OP-TES (UE, até 2027) | armazenamento térmico com sCO_2; turbina Tesla investigada como componente.

2T Energy (EUA) | protótipo anunciado para recuperação de pressão em poços; teste de campo não confirmado independentemente.

Não confundir eficiência numérica com eficiência medida.

Fontes: Drogo (2026); CORDIS; desenvolvedor 2T Energy.

PERSPECTIVAS E QUESTÕES EM ABERTO

Prioridades de pesquisa: geometria de bocais e canais; seleção de fluidos; CFD 3D e transientes; integração eletromecânica.

Para chegar ao mercado: ensaios comparativos, escala em kW, durabilidade, operação fora do ponto e custo da energia.

Perspectiva documentada: nichos de microgeração e recuperação de energia.

Não há evidência suficiente de substituição generalizada de turbinas convencionais.

CONCLUSÃO

Princípio físico estabelecido desde a patente de 1913.

Resultados recentes mostram potencial, mas com grande dispersão experimental.

A oportunidade está em aplicações especializadas, não na substituição generalista de turbinas com pás.

Desafio decisivo: converter eficiência de laboratório em desempenho, confiabilidade e custo demonstrados em campo.

REFERÊNCIAS | 1/2

Tesla, N. (1913). US Patent 1,061,206, Turbine.

Talluri et al. (2020). Applied Thermal Engineering 174, 115293. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2020.115293.

Talluri et al. (2020). Energy 211, 118570. DOI: 10.1016/j.energy.2020.118570.

Thomazoni et al. (2022). Energy 261, 125159. DOI: 10.1016/j.energy.2022.125159.

Li et al. (2025). Energy 324, 136067. DOI: 10.1016/j.energy.2025.136067.

REFERÊNCIAS | 2/2

Kosowski et al. (2025). Energy 337, 138731. DOI: 10.1016/j.energy.2025.138731.

Capata & Calabria (2026). Eng 7(1), 30. DOI: 10.3390/eng7010030.

Drogo (2026). 3D CFD modelling of sCO_2 Tesla turbine prototypes. Politecnico di Milano.

Teng et al. (2026). Energy Conversion and Management. DOI: 10.1016/j.enconman.2026.121370.

Comissão Europeia. SCO2OP-TES, CORDIS, grant 101136000.