



A Arquitetura do Valor na Geração Termelétrica

Desconstruindo a dinâmica entre CAPEX, OPEX e a economia de contratação no setor elétrico brasileiro.



O Novo Paradigma Operacional do Parque Termelétrico



O Passado: Seguro Emergencial

Historicamente pautado pela fonte hídrica. Térmicas eram acionadas apenas em períodos de baixa pluviosidade para evitar racionamento.

Lógica Financeira

Foco em minimizar o investimento inicial (CAPEX), aceitando altos custos de acionamento (CVU elevado).



O Presente/Futuro: Suprimento Estrutural

Redução da capacidade de regularização dos reservatórios hídricos e forte inserção de renováveis intermitentes. As térmicas tornam-se a base estabilizadora contínua do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Lógica Financeira

Exige eficiência contínua, onde o menor custo de combustível (OPEX variável) compensa maiores investimentos em infraestrutura.

A Anatomia Econômica: O Trade-off Fundamental

CAPEX (Capital Expenditure)

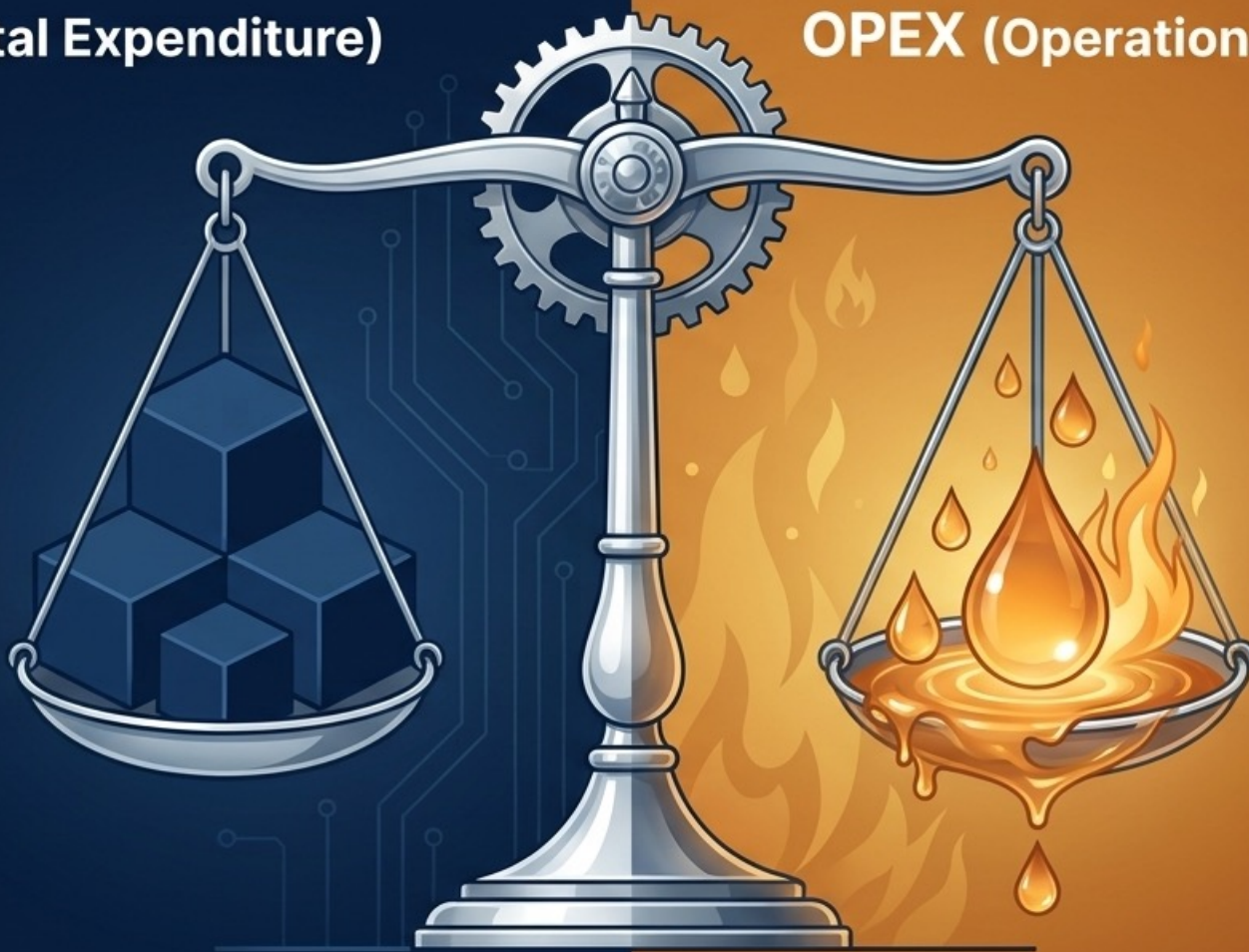
Definição:

O capital imobilizado. Investimento em terreno, turbinas, licenciamento, infraestrutura de conexão (EPC) e juros.

Dinâmica:

Ocorre ANTES da operação.

Elevado em termos absolutos, ativado no balanço e depreciado ao longo de 20 a 60 anos. Custo "afundado" e fixo.



OPEX (Operational Expenditure)

Definição:

Despesas recorrentes. Dividido em O&M Fixo (folha de pagamento, manutenção) e Variável (Custo Variável Unitário - CVU).

Dinâmica:

Ocorre DURANTE a operação.

O combustível é o elemento dominante. Fortemente atrelado à eficiência térmica e exposto à volatilidade.

O Contraste Estrutural: Infraestrutura vs. Combustão

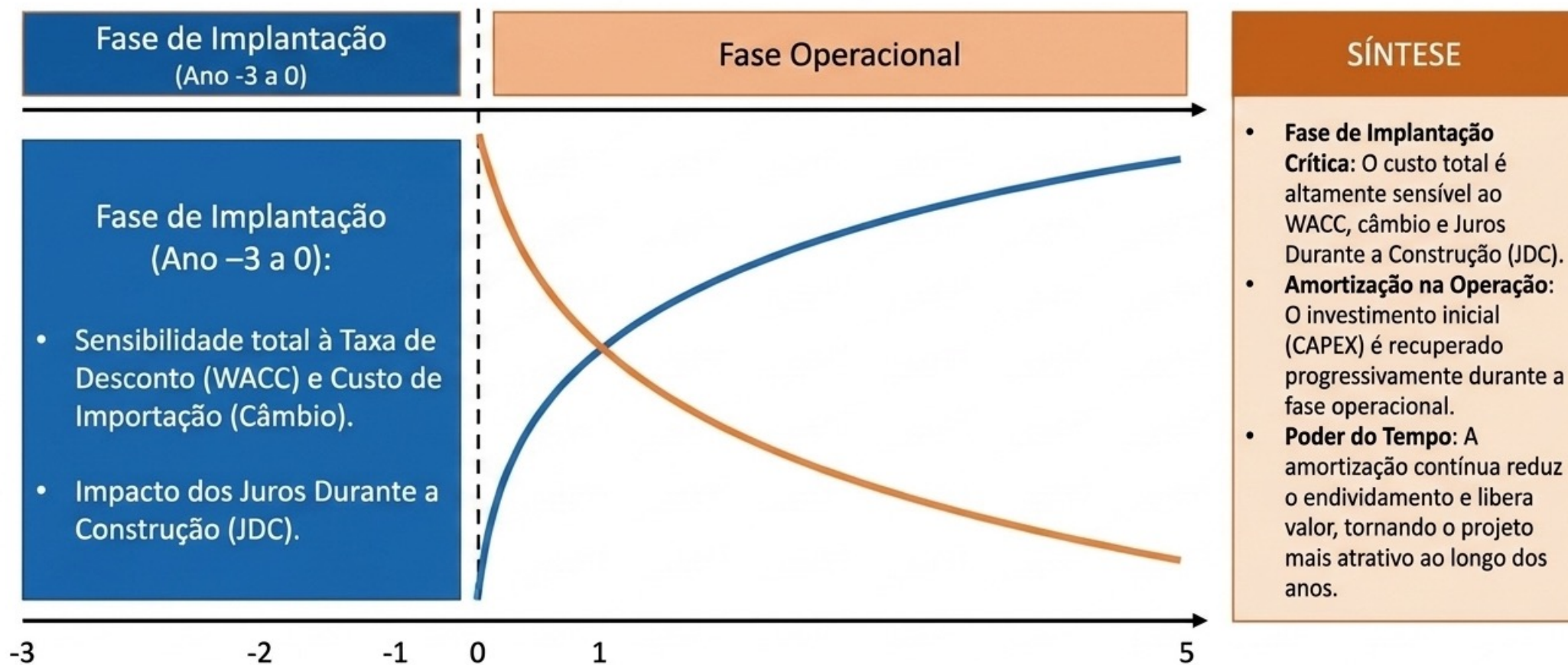


Intensivas em Capital: LCOE altamente estável. Sol e vento não possuem custo marginal. Viabilidade depende do custo do financiamento.

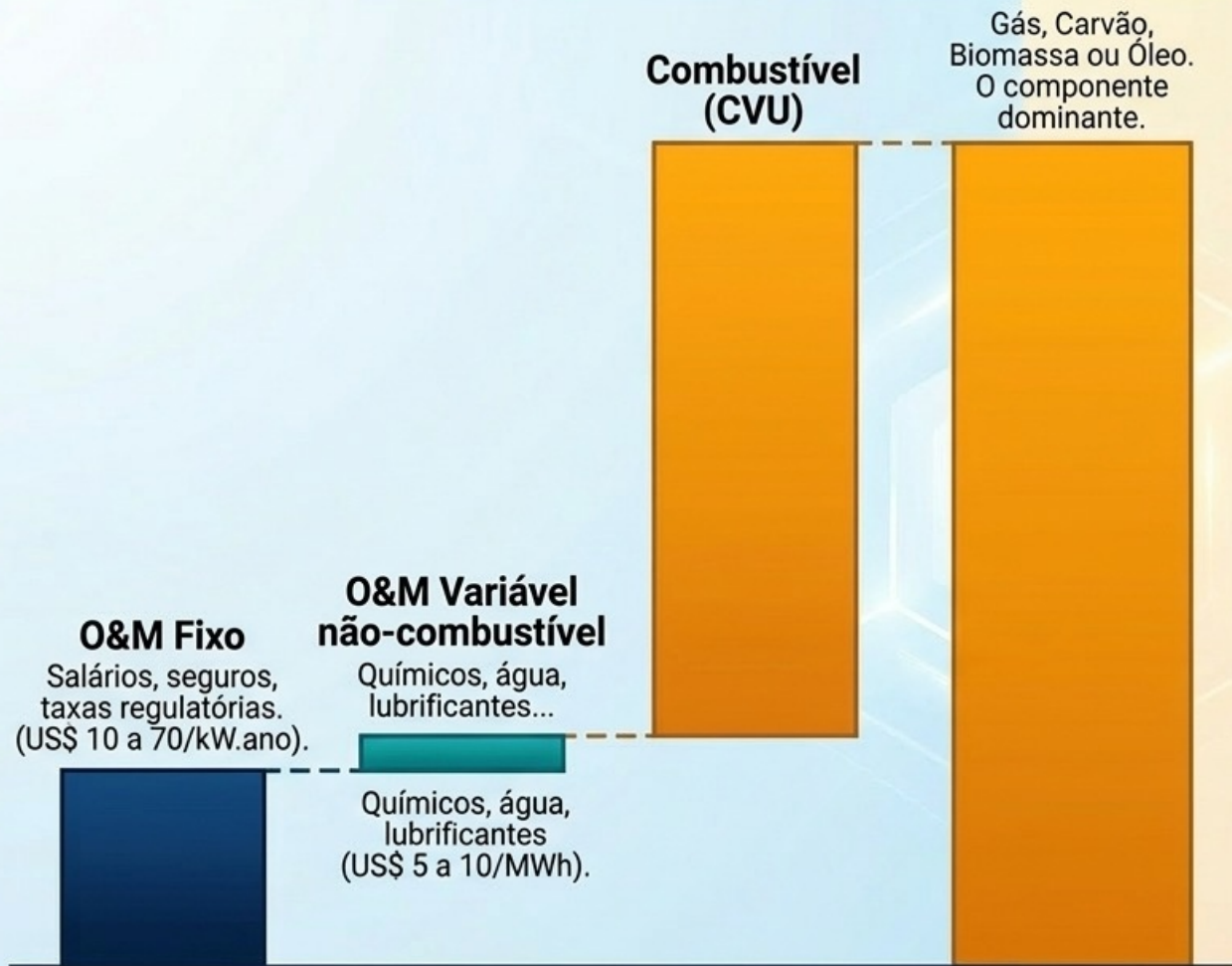


Intensivas em Combustível: O CAPEX define a viabilidade inicial, mas o OPEX dita a competitividade de longo prazo. Inerentemente volátil.

Dinâmica do CAPEX: O Poder da Amortização Contínua



Dinâmica do OPEX: A Tirania do Custo Variável



Painel de Risco Operacional

Dinâmica: Como o OPEX é parcialmente variável, usinas que operam mais geram maior custo absoluto de combustível, porém diluem o custo fixo.

A Regra de Ouro: O Custo de Combustível pode representar de 60% a 90% do custo total de geração. A competitividade operacional é refém do preço da commodity.

Matriz de Diagnóstico Tecnológico

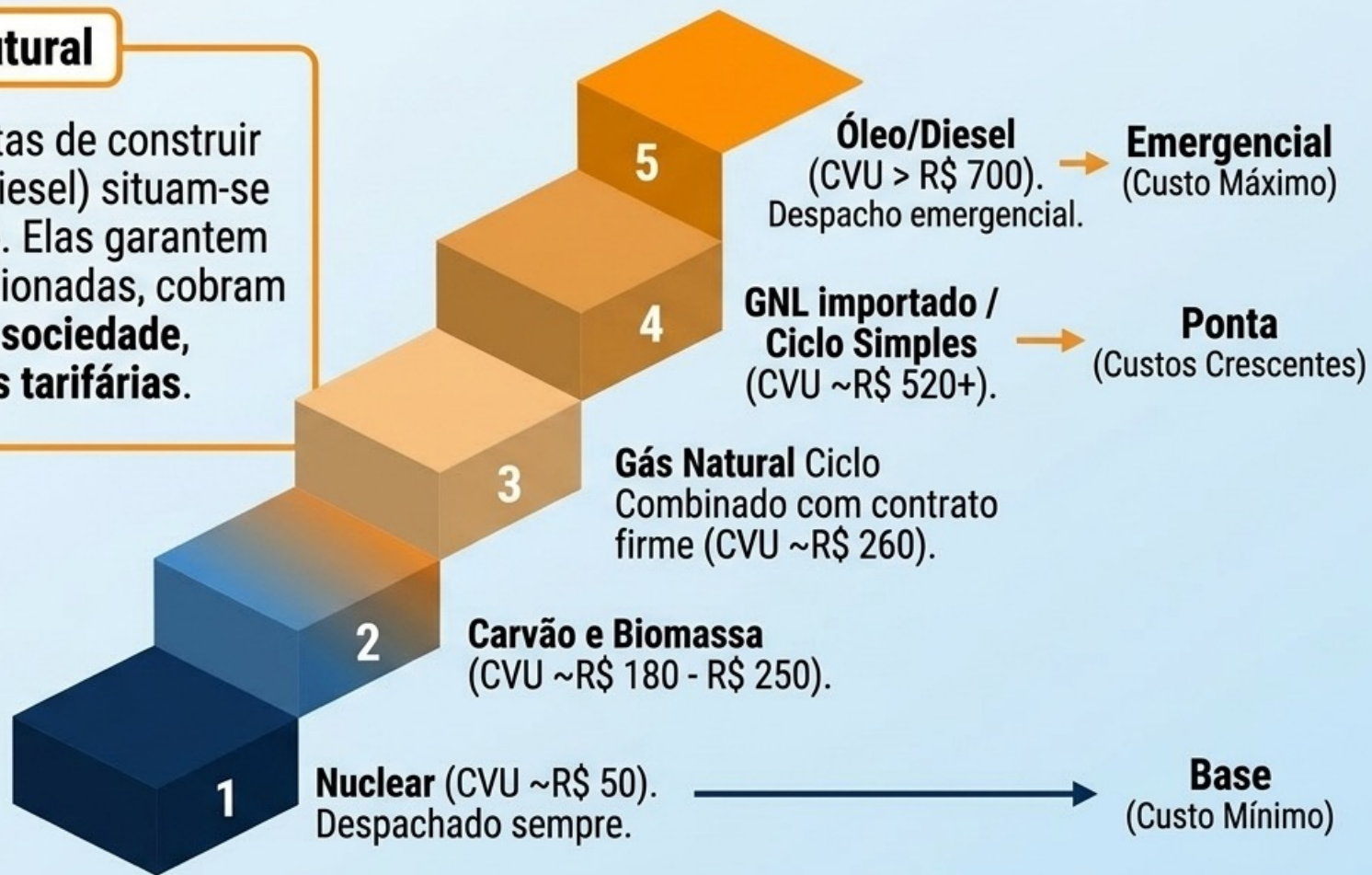
Tecnologia	CAPEX (US\$/kW)	CVU (R\$/MWh)	Vida Útil	Perfil Operacional
Gás Nat. (Ciclo Combinado)	US\$ 800 - 1.200	R\$ 260 - 560	25 - 30 anos	Base/Flexível (A referência)
Gás Nat. (Ciclo Simples)	US\$ 500 - 800	R\$ 520 - 730	20 - 25 anos	Ponta/Reserva (Menos eficiente)
Carvão Mineral	US\$ 1.800 - 2.500	~R\$ 180	30 - 40 anos	Base (Alto risco ambiental)
Biomassa (Cavaco)	US\$ 1.500 - 2.200	~R\$ 250	20 - 25 anos	Base Sustentável
Nuclear	US\$ 5.000 - 10.000	~R\$ 50	40 - 60 anos	Base Rígida (Mínimo CVU)
Óleo Diesel/Combustível	US\$ 400 - 700	> R\$ 700	20 - 25 anos	Emergencial (Caro para a sociedade)

*Fonte: EPE / IRENA 2023-2024

O Paradoxo do Despacho e a Ordem de Mérito

Paradoxo Estrutural

Usinas extremamente baratas de construir (baixo CAPEX, como Óleo Diesel) situam-se no topo da ordem de mérito. Elas garantem o sistema, mas ao serem acionadas, cobram um **preço altíssimo da sociedade, encarecendo bandeiras tarifárias.**



A Lente Global: Desconstruindo o LCOE

Numerador: Custo Total de Ciclo de Vida (Descontados pelo WACC)



Limitação Oculta: O Levelized Cost of Energy (LCOE) padroniza a comparação de custos, mas é 'cego' à flexibilidade. Ele não precifica a capacidade de despachabilidade controlada, essencial em momentos de escassez hídrica.

A Lente Regulatória Brasileira: O Índice Custo Benefício (ICB)

RF (Receita Fixa): Paga pela disponibilidade. Cobre o CAPEX imobilizado e o OPEX fixo.

COP (Custo de Operação): A expectativa de gasto com o combustível baseada em simulações probabilísticas de despacho.

$$\text{ICB} = \frac{\text{RF} + \text{COP} + \text{CEC}}{\text{GF}}$$

CEC (Custo de Déficit): O custo punitivo macroeconômico de faltar energia se a usina não gerar.

GF (Garantia Física): O fator de divisão. O lastro real que a usina entrega ao sistema elétrico.

Diferente do LCOE, o ICB simula o mundo real: equilibra o custo fixo certo (RF) contra o custo variável provável (COP) para selecionar o projeto mais vantajoso.

A Evolução da Seleção: Corrigindo o Viés do CAPEX

Fase 1: O Viés Histórico (Passado)

Dinâmica: Competição baseada em CAPEX baixíssimo e Receita Fixa (RF) mínima.

Resultado: Contratação massiva de térmicas a Óleo Diesel.

Tarifa: Ilusão de economia inicial, mas custo repassado drasticamente em bandeiras vermelhas quando o despacho é necessário.

Fase 2: A Necessidade Estrutural (Atual/Futuro)

Dinâmica: Operação térmica contínua de base para poupar reservatórios (transição hídrica).

Resultado: Exigência de baixo CVU e alta eficiência (Usinas a Gás Natural de Ciclo Combinado).

Tarifa: Viabiliza a modicidade tarifária a longo prazo através de eficiência térmica (55-60%), absorvendo um CAPEX superior.

Pressões Macro e a Transição Energética



Volatilidade do Combustível

A exposição a choques geopolíticos. Preços indexados ao Brent e gargalos de importação de GNL criam risco severo no OPEX de longo prazo.



Exposição Cambial

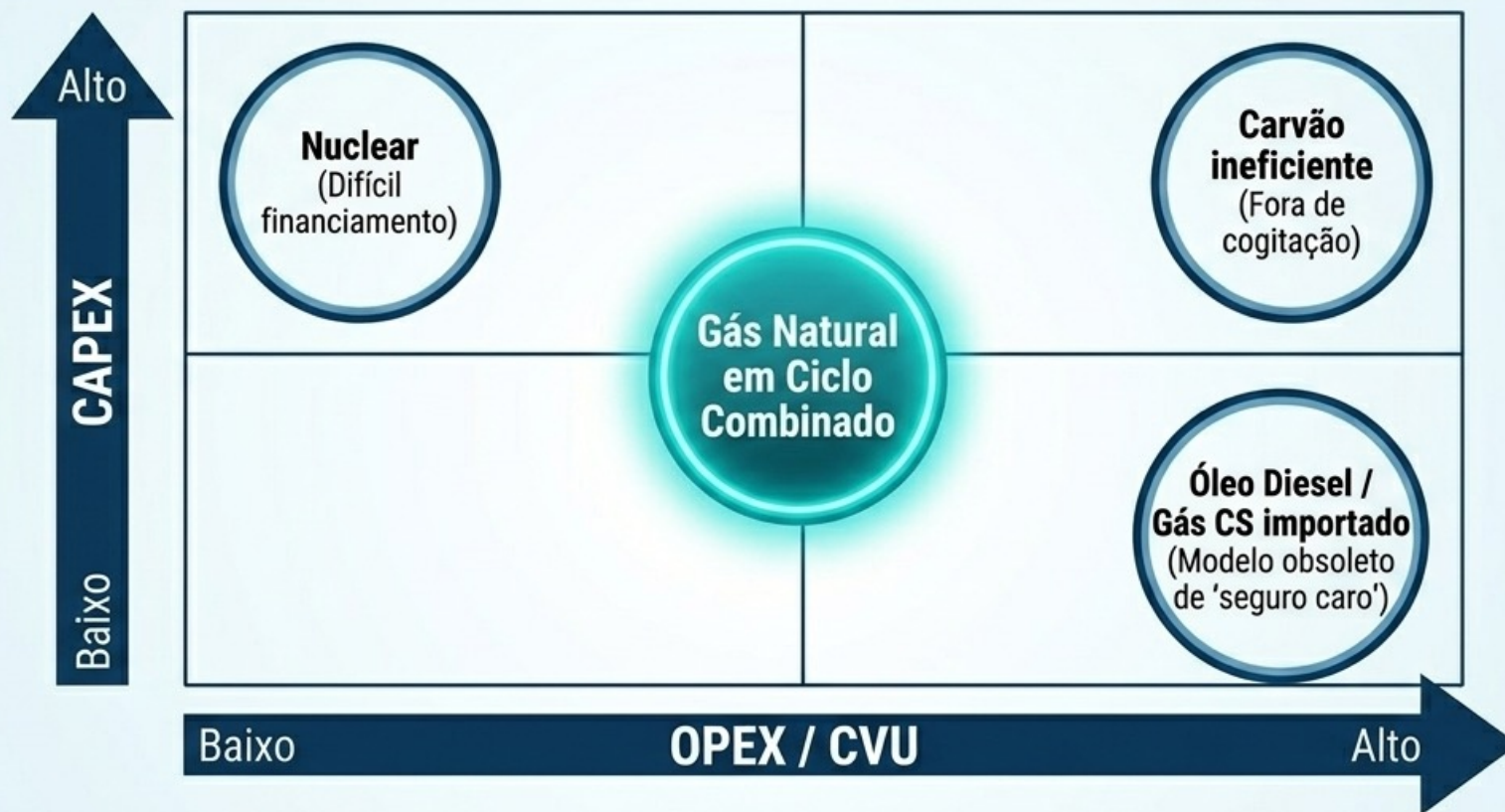
Descasamento estrutural. Equipamentos intensivos em capital (turbinas) são importados em Dólar/Euro, inflando o CAPEX em Reais.



Externalidades Climáticas

Risco de precificação de carbono. Impostos sobre emissões podem transformar o mérito operacional de térmicas, encarecendo o CVU.

Síntese Estratégica: O 'Sweet Spot' da Transição



A modicidade tarifária exige abandonar a lógica emergencial. O equilíbrio reside em aceitar um CAPEX inicial robusto em troca da excelência operacional que imunize o país contra a volatilidade do combustível!



TECNOLOGIA

www.gt2.com.br