

Quanto custa de verdade uma tonelada de vapor? GLP, óleo, gás natural, lenha e SynMaxx lado a lado

Custo nivelado por tonelada de vapor, incluindo o investimento, o combustível, a manutenção e a energia auxiliar. Escolha o tamanho da caldeira e informe os preços que você paga. Todos os números aparecem e podem ser alterados.

Base do cálculo neste PDF: caldeira 3 MW 4,6 t/h · combustível atual GLP · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈6.700 h/ano · SynMaxx com Cavaco de eucalipto seco e peneirado, 8–25 mm · câmbio R\$ 6,0/€ · vapor saturado a 18 barg.
Faça o cálculo com os seus números na calculadora online: combustível atual, preços, câmbio, tamanho da caldeira e horas de operação.

A TECNOLOGIA

O que é o SynMaxx Genesis?

O **queimador SynMaxx** é uma tecnologia híbrida. Ele gera a chama e o calor finais a partir de uma combinação parcial e controlada de dois processos: a conversão do carbono do combustível sólido e a combustão dos gases voláteis liberados por ele.

Jenesis são caldeiras aquatubulares horizontais alimentadas pelo queimador. O feixe tubular foi projetado para combustíveis com baixo ponto de fusão das cinzas, para que elas não reduzam a troca térmica. Queimador e caldeira são sempre fornecidos juntos: a caldeira é projetada para a chama e as cinzas do SynMaxx, para que mesmo combustíveis difíceis, como resíduos agrícolas, não a sujem, e é isso que permite garantir a eficiência e as emissões. Cada novo combustível é avaliado antes da proposta. Plantas de 1 t/h (≈0,7 MW) a 10 MW são montadas com módulos. Caldeiras de 12 a 100 barg, para vapor saturado ou superaquecido, conforme o processo. Conforme o projeto, a faixa de modulação vai de 5% a 35% da capacidade nominal.

Marcação CE

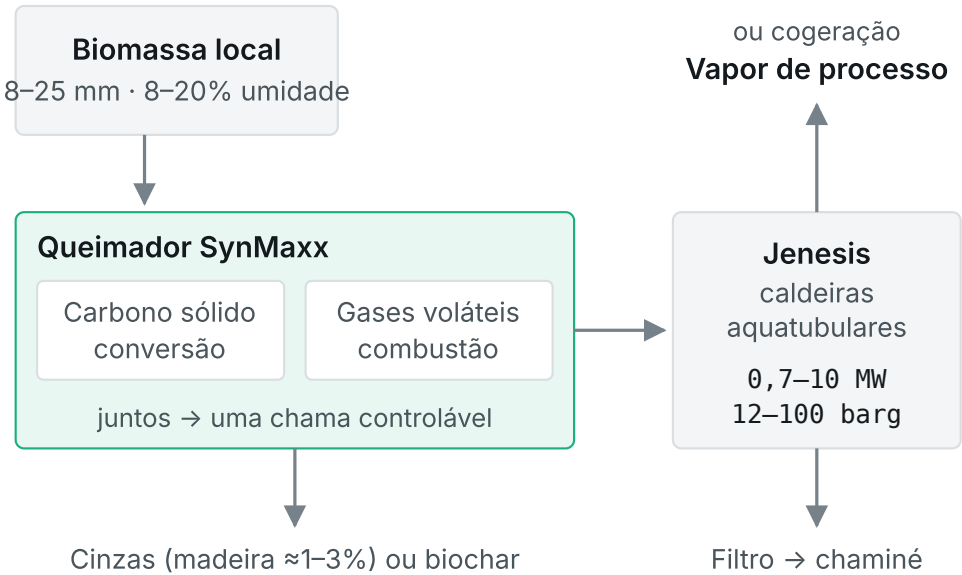
Queimador a gás de reserva opcional no mesmo equipamento

Não é gaseificador / syngas

Não é queimador direto de sólidos

Não é caldeira de grelha

Qual a diferença para a gaseificação? Um gaseificador primeiro transforma o combustível em gás num reator separado, e esse gás normalmente precisa ser limpo de alcatrão e poeira antes de ser queimado numa caldeira ou num motor. No SynMaxx, os gases liberados pelo combustível são queimados imediatamente no mesmo equipamento, junto com o carbono sólido: não há limpeza de gás nem manuseio de alcatrão, e o vapor sai direto da caldeira.

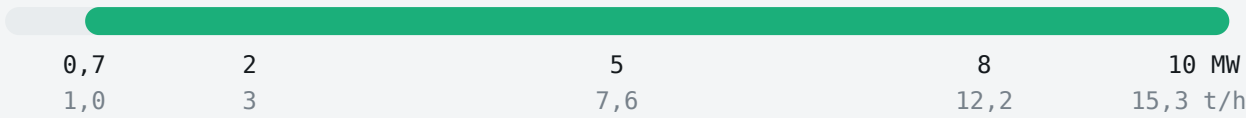


FEITO PARA

0,7–10 MW

1–15 t/h de vapor saturado ou superaquecido · de 12 a 100 barg, conforme os dados do processo · projeto modular para casa de caldeiras nova ou existente, com planta em contêiner relocável como opção · ≈1,3× a área de uma caldeira a gás

Planta modular: opere apenas os módulos de que precisa, mantenha um de reserva e acrescente outros conforme a produção cresce.



Madeira e biomassa agrícola Picada, triturada ou peletizada, da própria empresa, da região ou de um fornecedor. Preparada para 8–25 mm e 8–20% de umidade. Cavaco de eucalipto Resíduos de madeira limpos, triturados Pellets de madeira Pellets de resíduos agrícolas: palha de cana, casca de café, palha e casca de arroz e cereais, capim-elefante Casca de dendê Casca de coco (parte dura) Cascas de castanhas e nozes Outras biomassas preparadas Opção de biochar um segundo produto A conversão controlada do carbono permite retirar biochar como subproduto, em vez de cinzas.	Partida rápida 5–15 min até plena carga A quente ou a frio. Uma caldeira de grelha precisa de horas. Combustível seguro e estável local, estocável, sem dólar Biomassa de fornecedores da região, que pode ser estocada no local por semanas. O vapor de instalações críticas continua quando o fornecimento de GLP, óleo ou gás é interrompido. Compacta e relocável: a planta em contêiner pode ser instalada em local protegido e mudada de lugar se necessário. Vários módulos e vários combustíveis: nenhum ponto único de falha.	Modula como gás resposta suave e rápida A potência acompanha o processo quando a demanda de vapor varia, próximo de um queimador a gás. Pronto para cogeração vapor hoje, vapor + energia depois O mesmo tipo de queimador alimenta caldeiras aquatubulares de vapor superaquecido com turbina, produzindo vapor de processo e energia elétrica. Onde a rede é fraca ou a energia é cara, a mesma planta pode gerar parte da sua própria energia elétrica. <i>Exemplo:</i> uma planta de 12 t/h a 38 barg / 380 °C entrega 10 t/h de vapor de processo a 12 barg e 350 kWe com gerador síncrono, o que permite operar também sem conexão à rede: depois de uma alimentação curta para a partida, a planta cobre o próprio consumo de energia elétrica.
---	--	--

SynMaxx com 3 MW (4,6 t/h)

Comparado com GLP · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈24 mil t de vapor por ano

Com estes dados, o vapor do SynMaxx custa **R\$ 195 por tonelada**, contra R\$ 418 com GLP. A economia é de cerca de **R\$ 6,39 mi por ano**; o investimento de cerca de R\$ 7,52 mi se paga em cerca de **1,2 anos**.

Em 15 anos: manter a caldeira a GLP custa ≈R\$ 146,33 mi em operação; o SynMaxx custa ≈R\$ 58,02 mi incluindo o investimento, ≈R\$ 88,31 mi a menos. Uma caldeira a GLP é barata para comprar e cara para manter: o custo real é o combustível, não a caldeira.

Combustível que o SynMaxx precisa: cerca de **4.270 t por ano** de cavaco de eucalipto seco e peneirado, 8–25 mm com 15% de umidade (≈ 18.200 MWh), ou ≈ 85 t por semana: cerca de 4 cargas de caminhão por semana. É a quantidade a garantir com um fornecedor.

CUSTO DO VAPOR

R\$ 195 /t

-53% vs GLP

ECONOMIA POR ANO

R\$ 6,39 mi

combustível, manutenção, operação e cinzas

RETORNO

1,2 anos

investimento ≈R\$ 7,52 mi ÷ economia ≈R\$ 6,39 mi por ano

▼ [Vai comprar uma caldeira nova de qualquer forma?](#)

O SynMaxx custa ≈R\$ 6,22 mi a mais que uma caldeira nova a GLP; a economia cobre isso em ≈1,0 anos.

INVESTIMENTO

R\$ 7,52 mi

importado, com 25% de importação e 15% para armazenagem

Vapor limpo ou culinário

Para contato com o produto (alimentos, bebidas, farmacêutica): fornecemos também o gerador de vapor limpo.

Biochar

O SynMaxx pode retirar biochar como subproduto, em vez de cinzas: um segundo produto para venda ou uso no solo.

Opções sob consulta, não incluídas no cálculo acima. Diga na sua mensagem se tem interesse.

Base de cálculo: vapor saturado a 18 barg, a faixa de pressão mais comum na indústria (até cerca de 20 barg). As caldeiras SynMaxx Jenesis são construídas para 12–100 barg; pressão menor custa menos, e pressão maior ou vapor superaquecido mudam o investimento. Peça um cálculo para a sua pressão.

Quer este cálculo com os seus dados? Envie os seus números e receba uma comparação para a sua planta.

Pedir cálculo pelo WhatsApp

[Como é calculado?](#)

Onde o SynMaxx compensa mais

Em qualquer região, estas são as situações em que os números ficam mais fortes.

GLP ou óleo hoje

Vapor gerado com GLP, óleo BPF ou diesel: a maior economia por tonelada de vapor.

Sem gás canalizado

Regiões sem rede de gás natural e plantas no fim de redes elétricas fracas, onde uma turbina a vapor pode gerar parte da própria energia.

Resíduos na porta

Usinas, agroindústrias e madeireiras com resíduos de madeira, casca de dendê, coco ou castanhas, ou palha e cascas que podem ser peletizadas, ou regiões onde esses resíduos sobram.

Caldeira a lenha com muita mão de obra

Alimentação manual, cinzas e limpeza: o SynMaxx é alimentado automaticamente por silo e precisa de um operador por turno.

Casa de caldeiras apertada

Substituir uma caldeira a GLP ou óleo na casa de caldeiras existente, onde uma grelha e o pátio de lenha não caberiam.

Produção que para e retoma

Bateladas e plantas que param à noite ou no fim de semana: o SynMaxx parte em 5–15 minutos e acompanha a carga.

FOUNDERS SERIES · 10 UNIDADES · PLANTA DE DEMONSTRAÇÃO NO FIM DE OUTUBRO DE 2026

Reserve uma das 10 primeiras unidades

A primeira série de produção é limitada a 10 unidades SynMaxx Jenesis entre 0,7 e 10 MW. Projetos reservados recebem as primeiras datas de entrega e condições de parceiro de lançamento. Com a planta operando, a alta do GLP, do óleo ou do dólar deixa de mudar o custo do seu vapor.

1 · Cálculo para sua planta

Envie a demanda de vapor, a pressão, as horas de operação e os resíduos disponíveis na região. Você recebe esta comparação refeita com os seus números.

2 · Veja funcionando

Peça o vídeo da planta de demonstração, os dados medidos ou uma demonstração ao vivo por vídeo: partida, variações de carga e medições de gases em tempo real. Enviamos sob pedido ao contato identificado da sua empresa.

3 · Reserve sua vaga

Um sinal de 10%, abatido integralmente do pedido, garante sua vaga e as condições de lançamento. Fabricação em 4–5 meses, mais transporte.

Gás de reserva opcional
Um queimador a gás opcional no mesmo equipamento mantém o vapor se faltar biomassa. Incluído só quando a planta precisa.

Marcação CE e garantia de fábrica
Garantia do fabricante para queimador e caldeira, com desempenho escrito no contrato.

Sinal abatido
O sinal de reserva de 10% é descontado integralmente do valor do pedido.

Engenharia europeia, montagem local
Fabricado na Europa e importado. Instalação por equipe local sob supervisão da fábrica. Engenharia e serviço ProCon SLS, especialista em vapor e condensado.

Fale conosco

ProCon SLS

Process Control and Steam Liquid Solutions · Brasil

Jüri Salumäe, diretor · [LinkedIn](#)

WHATSAPP

+55 11 97830-5301

Conversar no WhatsApp

E-MAIL

info@proconsls.eu

Copiar

SITE

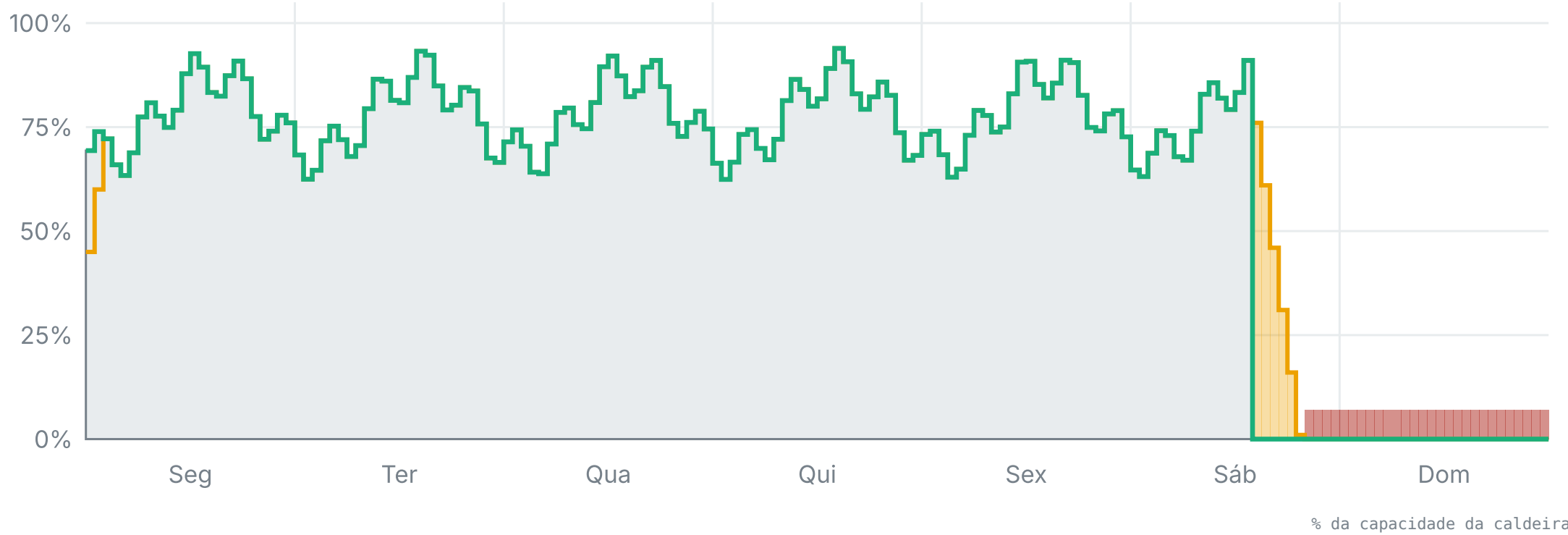
proconsls.eu/pt-br

Uma semana na casa de caldeiras

3 MW · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈6.700 h/ano · R\$ 6,00/€

Tamanho e perfil escolhidos. O SynMaxx desliga quando o processo para e volta em minutos. A grelha mantém o fogo aceso, não desce abaixo da carga mínima e acompanha as variações devagar.

Vapor que o processo precisa Produção SynMaxx Produção da grelha Vapor que ninguém usa Combustível queimado em espera



GRELHA: COMBUSTÍVEL DESPERDIÇADO

4%

854 MWh por ano, R\$ 112 mil

SYNMAXX: COMBUSTÍVEL DESPERDIÇADO

0%

22 MWh por ano, quase só nas partidas

GRELHA: DEMANDA DE VAPOR NÃO ATENDIDA

0,4%

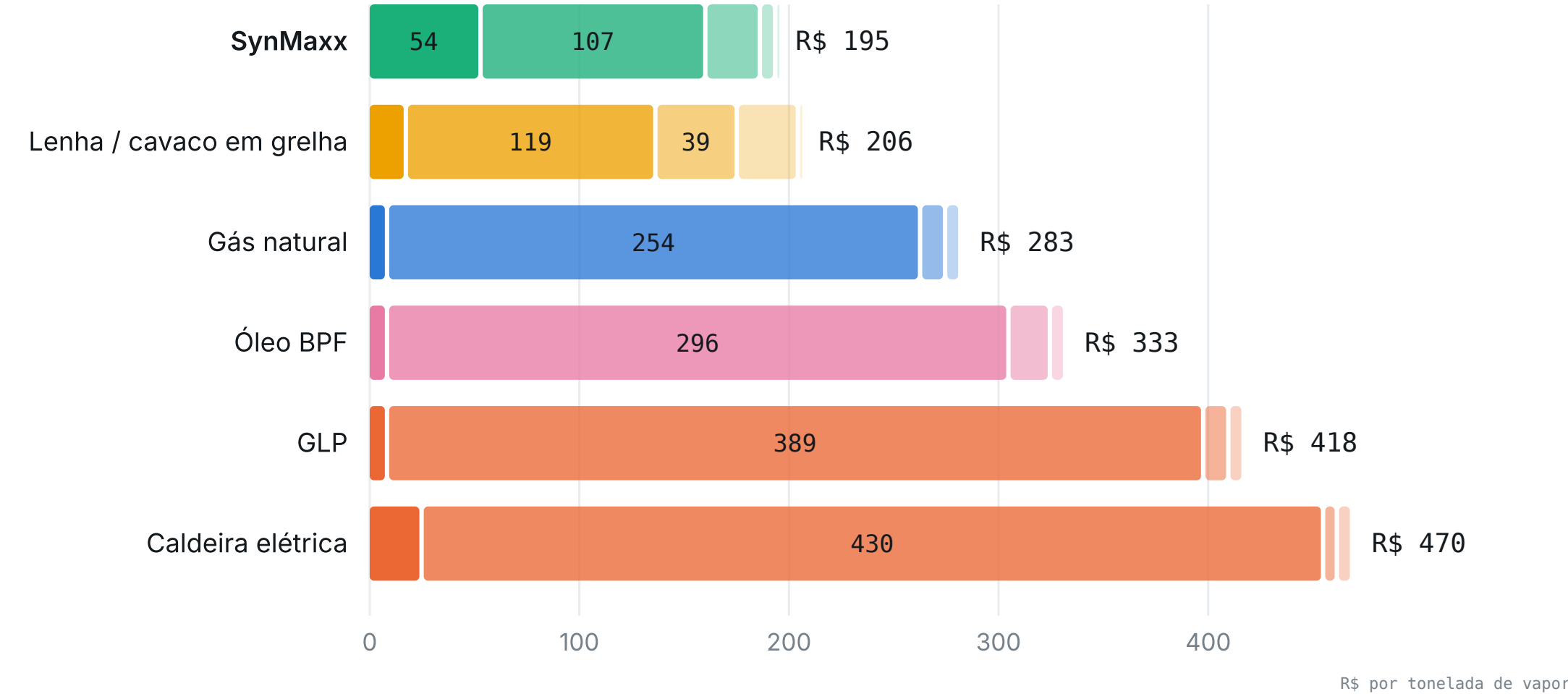
da demanda não atendida a tempo, porque a carga sobe mais rápido do que a grelha acompanha

Custo por tonelada de vapor

3 MW · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈6.700 h/ano · R\$ 6,00/€

Do que é feito o preço de uma tonelada, no tamanho escolhido.

Investimento Combustível Manutenção + energia auxiliar Operação (mão de obra) Cinzas tom = parte do custo, cor = tecnologia



R\$ POR TONELADA	INVESTIMENTO	COMBUSTÍVEL	MANUTENÇÃO + ENERGIA AUXILIAR	OPERAÇÃO	CINZAS	TOTAL
SynMaxx	54	107	26	7	0,5	195
Lenha / cavaco em grelha	18	119	39	29	0,6	206
Gás natural	9	254	12	7	—	283
Óleo BPF	9	296	20	7	—	333
GLP	9	389	12	7	—	418
Caldeira elétrica	26	430	7	7	—	470

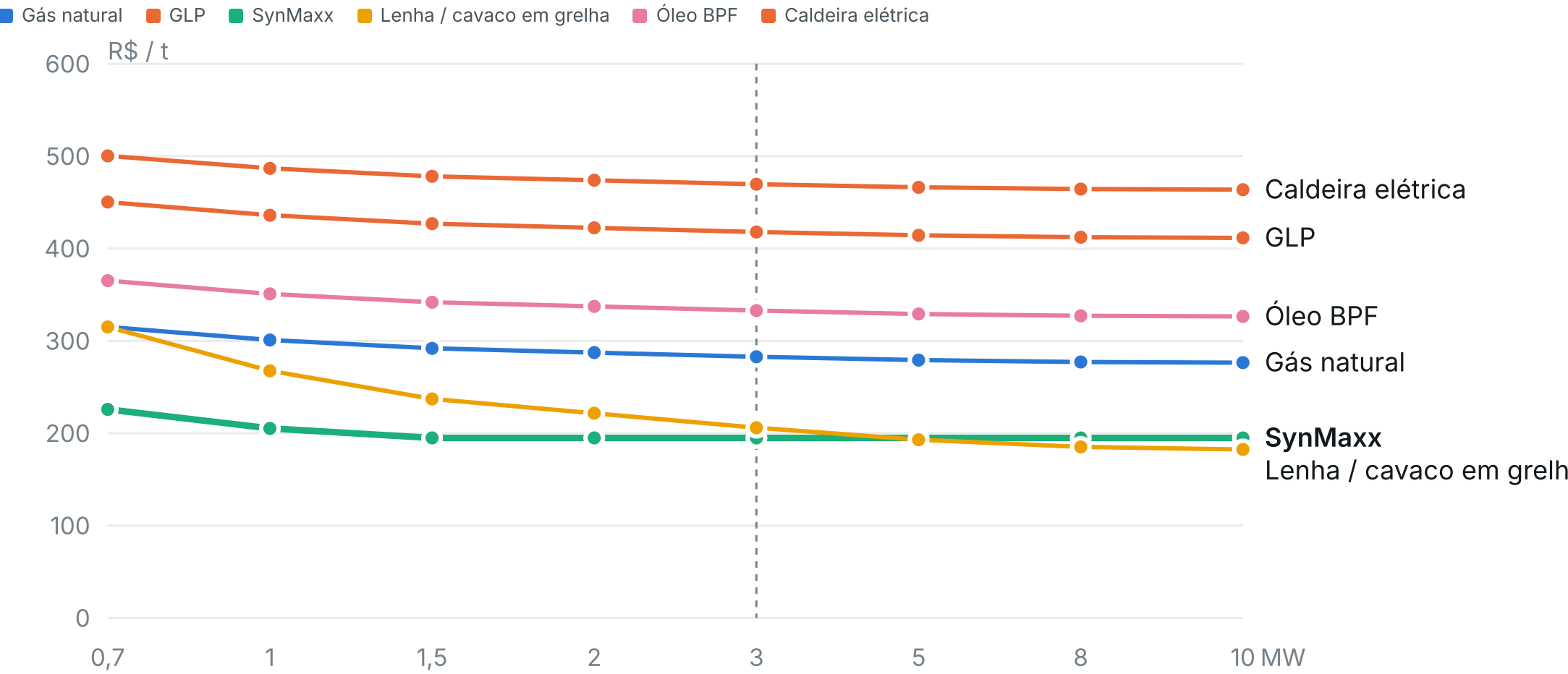
Caldeira elétrica como única caldeira. Ela precisa cobrir todas as horas de demanda e paga a tarifa média de energia informada nos dados de entrada. No mercado livre, no horário fora de ponta ou em contratos com sobra de geração solar e eólica, a energia pode sair bem mais barata em parte das horas, e é aí que a caldeira elétrica compensa como segunda caldeira. A conexão à rede é o custo principal e mais específico de cada local: a partir de alguns MW pode exigir conexão em média ou alta tensão bem mais cara que a considerada aqui, ou a potência pode nem estar disponível.

Opção: SynMaxx + caldeira elétrica, em solução híbrida. A caldeira elétrica produz vapor nas horas de energia barata e o SynMaxx cobre as demais. O SynMaxx reduz a carga ou desliga em minutos quando a energia fica barata e retoma quando o preço sobe, o que uma caldeira de grelha não consegue. Calculamos a solução híbrida para a sua planta, com o seu contrato de energia.

Em toda a faixa de potência

3 MW · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈6.700 h/ano · R\$ 6,00/€

R\$ por tonelada de vapor de 0,7 a 10 MW. Caldeiras pequenas carregam mais investimento por tonelada.



Investimento e custo operacional

3 MW · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈6.700 h/ano · R\$ 6,00/€

Tamanho escolhido. Investimento indicativo, chave na mão; sua planta muda o valor.

TECNOLOGIA	INVESTIMENTO	EFICIÊNCIA	COMB. R\$/MWH	COMBUSTÍVEL POR ANO	R\$/T VAPOR	COMB. PERDIDO	CUSTO OPERACIONAL/ANO	ECONOMIA/ANO
SynMaxx	R\$ 7,52 mi	86%	141	4.270 t	195	0%	R\$ 3,37 mi	
Lenha / cavaco em grelha	R\$ 2,54 mi	75%	131	8.580 t	206	4%	R\$ 4,46 mi	
Gás natural	R\$ 1,30 mi	92%	357	1.735.000 m³	283	0%	R\$ 6,53 mi	
GLP (atual)	R\$ 1,30 mi	92%	547	1.330 t	418	0%	R\$ 9,76 mi	
Óleo BPF	R\$ 1,30 mi	88%	398	1.570 t	333	0%	R\$ 7,72 mi	
Caldeira elétrica	R\$ 3,60 mi	99%	650	15.800 MWh	470	0%	R\$ 10,60 mi	

Custo operacional/ano: combustível, manutenção, energia auxiliar, operação e destinação das cinzas, sem o investimento. **Economia/ano vs atual:** quanto o custo operacional anual fica abaixo do combustível atual. **Retorno, mantendo a atual:** o investimento total dividido pela economia anual (retorno simples, sem juros). O custo por tonelada de vapor (R\$/t) inclui também o investimento, com juros.

E se algo mudar?

3 MW · 24 h de seg. a sex., sábado até 14h · ≈6.700 h/ano · R\$ 6,00/€

SynMaxx comparado com GLP. Os números que você informou ficam na linha destacada.

Câmbio

CÂMBIO R\$/€	INVESTIMENTO SYNMAXX	R\$/T VAPOR SYNMAXX	R\$/T GLP	RETORNO VS GLP
5,00	R\$ 6,27 mi	186	418	1,0 anos
5,50	R\$ 6,90 mi	190	418	1,1 anos
6,00	R\$ 7,52 mi	195	418	1,2 anos
6,50	R\$ 8,15 mi	199	418	1,3 anos
7,00	R\$ 8,78 mi	204	418	1,4 anos
8,00	R\$ 10,03 mi	213	418	1,6 anos

Câmbio de equilíbrio. O vapor do SynMaxx continua mais barato por tonelada que GLP até um câmbio de **R\$ 30,83/€**, e mais barato que a lenha até **R\$ 7,23/€** (hoje R\$ 6,00/€).

Preços e operação

CENÁRIO	R\$/T SYNMAXX	R\$/T GLP	ECONOMIA/ANO	RETORNO
Hoje (seus valores)	195	418	R\$ 6,39 mi	1,2 anos
GLP -30%	195	301	R\$ 3,60 mi	2,1 anos
GLP +30%	195	535	R\$ 9,18 mi	0,8 anos
Combustível SynMaxx +30%	227	418	R\$ 5,62 mi	1,3 anos
Investimento SynMaxx +20%	206	418	R\$ 6,39 mi	1,4 anos
Horas de operação -30%	218	422	R\$ 4,47 mi	1,7 anos

O câmbio altera só o preço do SynMaxx importado; os combustíveis são comprados em reais. Retorno simples sobre a diferença de investimento, comparando duas instalações novas.

O que os números não mostram

Características de operação que decidem se a caldeira serve ao processo.

	PARTIDA	RESPOSTA À VARIAÇÃO DE CARGA	OPERAÇÃO	PREÇO E SUPRIMENTO DE COMBUSTÍVEL
 SynMaxx	5–15 min	como gás	alimentação automática	biomassa local
 Lenha / cavaco em grelha	horas	lenta	alimentação e limpeza manuais	biomassa local
 Gás natural	minutos	rápida	automática	rede limitada, tarifa
 GLP	minutos	rápida	automática	petróleo, dólar
 Óleo BPF	aquecimento do óleo	boa	aquecimento, fuligem	petróleo, dólar

Emissões de gases de combustão

Valores garantidos pelo fabricante para uma planta de referência de 12 t/h e 18 barg. mg/Nm³.

	BIOMASSA	QUEIMADOR A GÁS
O₂ de referência	6%	3%
Material particulado	≤20	≤5
NOₓ como NO₂	≤180	≤60
SO₂	≤50	≤10
CO	≤100	≤30
COT / COV	≤10	≤10
Eficiência da caldeira	≥88%	≥92%
Cinzas	conforme o combustível; madeira 1–3%	nenhuma

Filtro de mangas incluído. Combustível: 8–25 mm, 8–20% de umidade.

Premissas e fontes

Cada número desta calculadora tem origem indicada: 11 premissas e 5 fontes, de dados da ANP e do Banco Central a dados do fabricante. Abra para ver todas.

- Vapor:** 1 t/h de vapor saturado a 18 barg com água de alimentação a 105 °C ≈ 0,655 MW.
- Poder calorífico da biomassa:** PCI úmido = PCI seco × (1 – umidade) – 2,44 MJ/kg × umidade. PCI seco típico por combustível no seletor.
- SynMaxx:** os dados de desempenho (eficiência, tempo de partida, faixa de modulação, emissões) são dados de projeto do fabricante, a serem confirmados por medições na planta de demonstração. Preço de fábrica: € 315 mil para 2 t/h só a biomassa, sem contêiner (planta em contêiner relocável: cerca de € 35 mil a mais) e cerca de € 2,475 mi para 12 t/h a 18 barg só a biomassa (a preparação para queimador a gás acrescenta cerca de € 25 mil); os preços valem para 18 barg; caldeiras até 12 barg pertencem a uma classe de pressão menor e custam menos (uma planta só a biomassa de 18 t/h a 12 barg custa cerca de € 2,3 mi), então para vapor de baixa pressão os resultados estão do lado conservador. Preço europeu convertido pelo câmbio e acrescido de 25% de importação (imposto de importação de 13,11% pelo acordo Mercosul–UE, mais frete, seguro e desembaraço; IPI, PIS/COFINS e ICMS considerados creditáveis); mais 15% para silo e alimentação de combustível (ajustável); as outras opções ficam sem armazenagem. Eficiência 86% (82–90% conforme o combustível). Manutenção R\$ 30/MWh e consumo auxiliar de 1,5% são estimativas até haver dados da planta de demonstração. Tamanhos acima de 12 t/h são extrapolados.
- Perfil de operação:** uma semana típica, repetida pelo número de semanas necessário para chegar às horas anuais de operação (50 semanas no padrão). O SynMaxx acompanha a demanda até a sua carga mínima (faixa de modulação de 5% a 35% conforme o projeto; 20% usado salvo alteração) e precisa de cerca de 15 minutos com meia carga de combustível para partir. A grelha não desce abaixo da carga mínima, varia a carga a uma taxa limitada por hora e queima combustível em espera quando não há demanda; vapor acima da demanda é perdido. Caldeiras a gás, GLP e óleo acompanham a demanda sem perdas. Os valores da grelha são estimativas típicas e podem ser alterados.
- Operação:** 4 pessoas por turno na caldeira a lenha (operador e ajudantes para movimentar e alimentar a lenha) e 1 operador por turno no SynMaxx e nas caldeiras a gás, GLP e óleo. R\$ 4.100 por pessoa ao mês: salário médio de operador de caldeira de ≈R\$ 2.600 (CAGED, 2026) com encargos, provisões e benefícios. Informe o quadro real da sua planta.
- Cinzas:** calculadas com o teor de cinzas e o preço de destinação informados no passo 4, para todas as caldeiras a biomassa. Teores padrão, % da massa seca (valores típicos; use a análise do seu combustível): cavaco de eucalipto 1,5; lenha / cavaco para grelha 1,5; pellet de madeira 0,7; cascas de castanhas e nozes 1,5; casca de dendê 3; casca de coco 5; pellet de casca de café 7; pellet de palha de cana e resíduos agrícolas 8. Combustíveis de madeira costumam ter 1–3% de cinzas, raramente até 4%; resíduos agrícolas como palha de cereais e casca de girassol cerca de 8%, a casca de arroz bem mais. Destinação padrão R\$ 200 por tonelada de cinza, nossa estimativa; onde as cinzas são usadas como adubo, o custo pode ser zero. Com a opção de biochar, o resíduo sai como biochar em vez de cinzas: um produto para vender ou usar no solo, e não um custo de descarte; o biochar retém parte da energia do combustível, por isso compensa onde há mercado para ele. A opção de biochar não entra no cálculo.
- Comparação** (estimativas indicativas, fabricação nacional): caldeira a gás, GLP ou óleo R\$ 250 mil + R\$ 350 mil/MW; caldeira de grelha a lenha/cavaco R\$ 1,0 mi × MW^{0,85}; caldeira elétrica R\$ 180 mil + R\$ 1,14 mi/MW com conexão à rede, 99%. Eficiências: gás e GLP 92%, óleo 88%, grelha 75%.
- Modo híbrido** (desligado por padrão): caldeira elétrica de até 20% da capacidade nominal, €80 mil para 200 kg/h a €360 mil para 2 000 kg/h (linear), com importação, mais conexão à rede por kW; eficiência 99%, manutenção R\$ 10/MWh. Opera só nas horas baratas escolhidas (centradas ao meio-dia) e, se escolhidos, nos meses de energia barata o dia inteiro; o cálculo semanal hora a hora inclui as partidas extras do SynMaxx.
- Combustíveis:** GLP 12,8 kWh/kg; óleo BPF 11,3 kWh/kg; gás natural 9,8 kWh/m³ (PCI). GLP P13 teve média de R\$ 8,86/kg em agosto de 2026 (ANP); o granel industrial costuma ser mais barato. Gás natural para a indústria: cerca de US\$ 13–20/MMBtu conforme a fonte. Cavaco úmido para grelha: R\$ 330/t com 45% de umidade, dentro da faixa de anúncios de cavaco de eucalipto de R\$ 300–500/t (MF Rural, outubro de 2026). Cavaco seco e peneirado para o SynMaxx: R\$ 600/t com 15% de umidade, estimativa a confirmar com fornecedores locais. Os demais combustíveis do SynMaxx são precificados já preparados (fração 8–25 mm, 8–20% de umidade), nossas estimativas: pellet de palha de cana e resíduos agrícolas R\$ 550/t, pellet de casca de café R\$ 500/t, casca de dendê R\$ 350/t, casca de coco (endocarpo) seca e triturada R\$ 400/t, cascas de castanhas e nozes R\$ 350/t, pellet de madeira R\$ 800/t. Palha, cascas e outros materiais soltos e finos não servem: as partículas finas bloqueiam a passagem do ar pela camada de combustível e são arrastadas para a caldeira; em pellet, os mesmos materiais funcionam bem. Use os preços dos seus fornecedores.
- Câmbio:** média de agosto de 2026 R\$ 5,97/€ (PTAX). **Juros** de 15% refletem o CDI perto de 14,6%.
- Resultados indicativos, sem obras civis, licenças, incentivos ou créditos de carbono. Um cálculo para a sua planta usa o seu perfil de vapor, a pressão e a oferta local de combustível.
- [Numerando / ANP: preço do GLP, agosto de 2026](#)
- [Numerando / BCB: câmbio do euro, agosto de 2026](#)
- [Brasil Energia / Abrace: preço do gás para a indústria](#)
- [Diário do Comércio / CNI: gás natural para a indústria](#)
- [FAEG: boletim de silvicultura \(lenha e cavaco\)](#)