Categoria Descarbonização e Eficiência Energética
Eixo temático: Energia Elétrica (Eficiência e Gestão)

2026

GESTÃO ESTRATÉGICA DE DEMANDA ELÉTRICA EM MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA

Nexa Recursos Minerais SA

Kauê Novaes
Moises Magnus Bizinoto
Wagner da Silva Lima
Amanda Fazzio Siqueira
Elias Zorzan

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO | BRAZILIAN MINING | MINERÍA DE BRASIL

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO | BRAZILIAN MINING | MINERÍA DE BRASIL

nexa

65.38 30
Zn
Zinc
906.4 1.65

Somos uma das 5 maiores produtoras de zinco do mundo e a única produtora de zinco metálico da América Latina, com exceção do México.

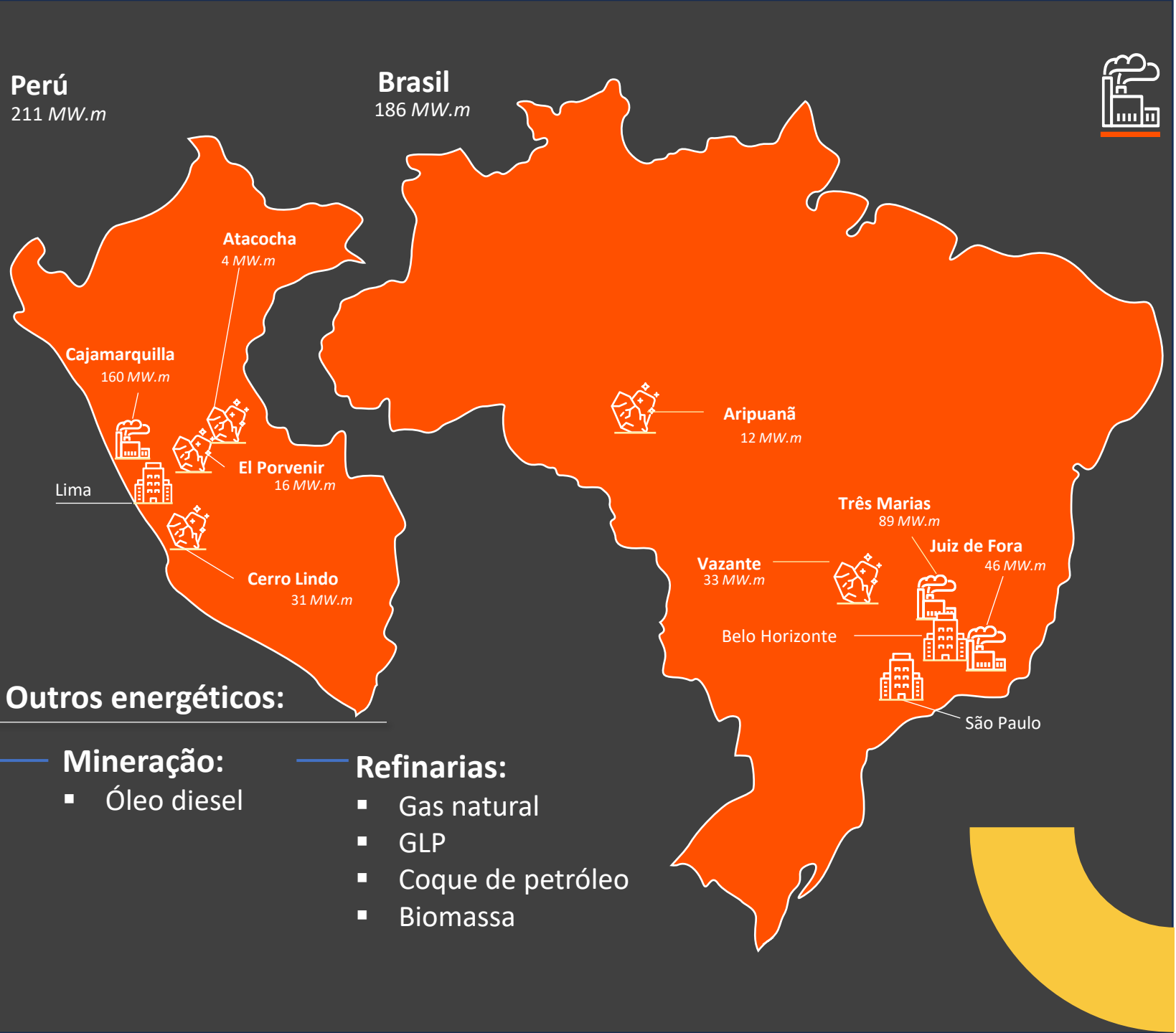
Consumo de Energia

Mineração, beneficiamento e metalurgia,

A Nexa tem **carga** total de **400 *MW.medios*** no Brasil e Perú.

No **Brasil** o consumo é de **186 *MW.medios*** sendo **81%** autoprodução equiparada.

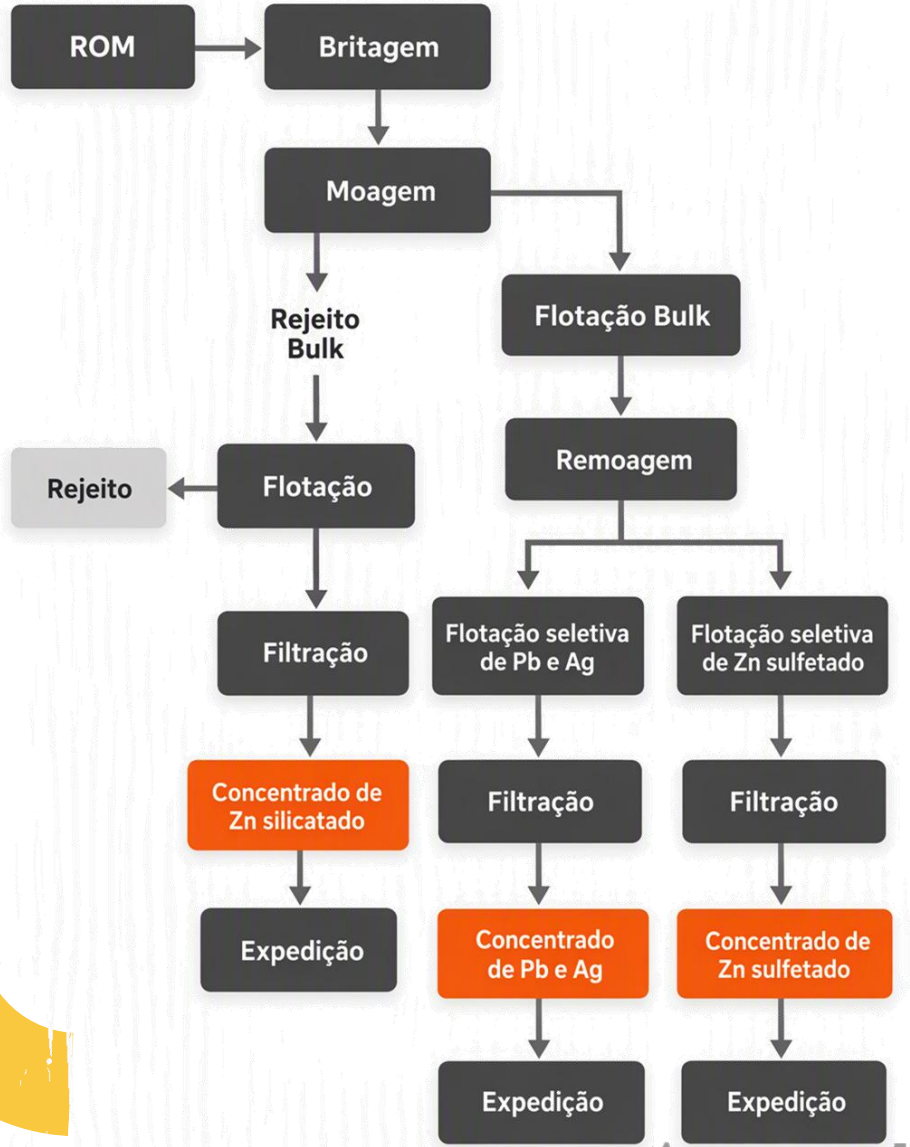
No Perú o consumo é de **211 *MW.medios***, tendo de autoprodução de **3,5 *MW.medios*** em **PCHs** e **2,2 *MW.medios*** em **cogeração***.



Unidade VAZANTE



FLUXOGRAMA DE PROCESSO









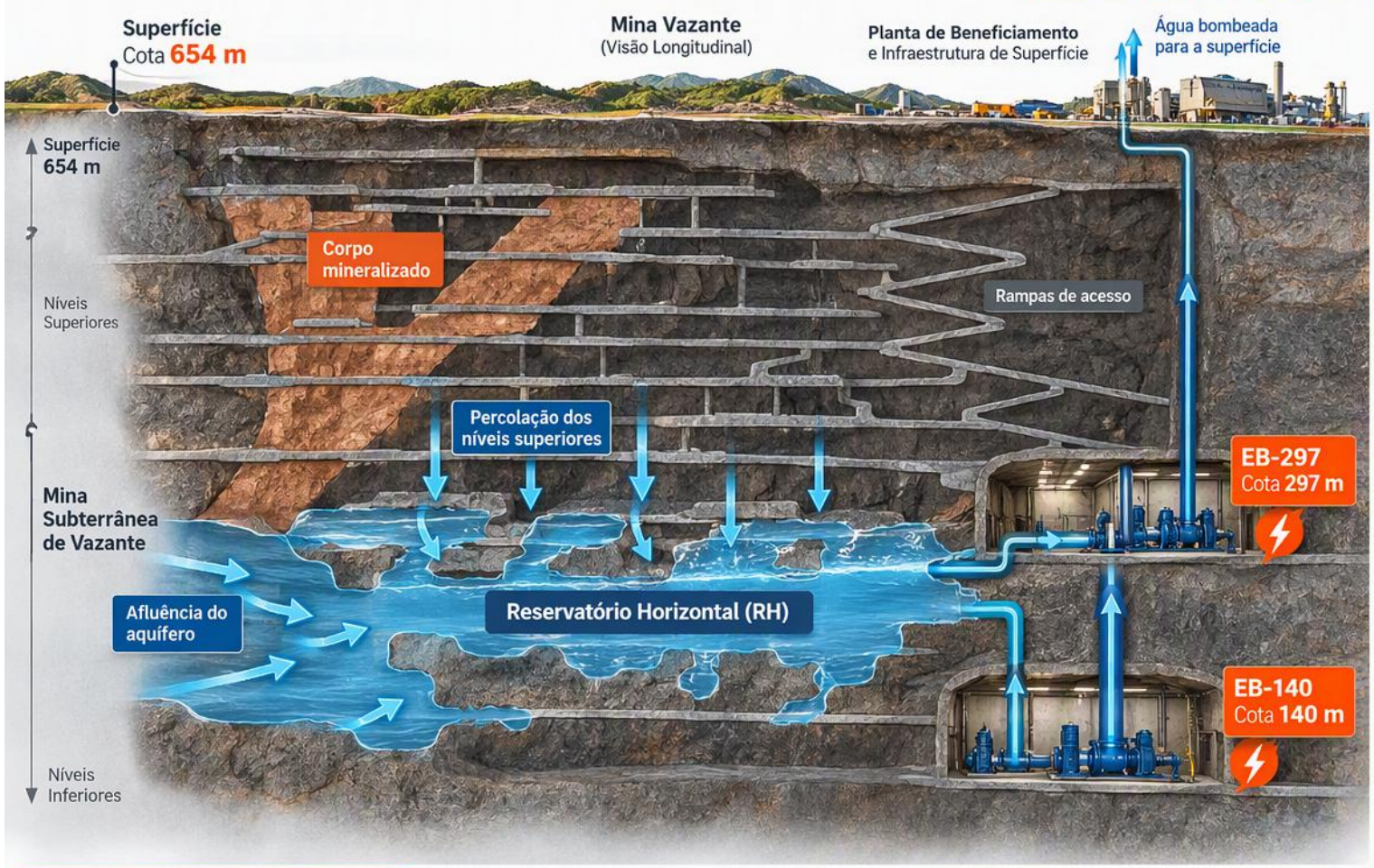


O PROBLEMA

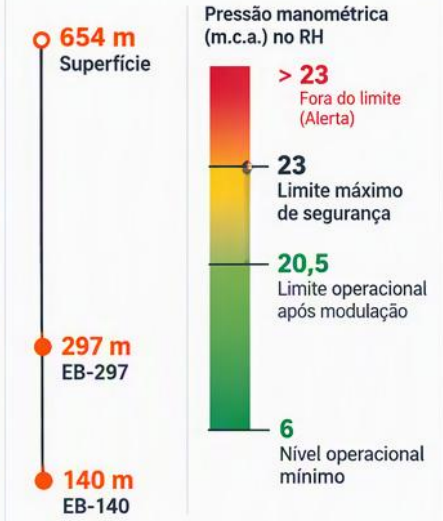
Perfil Longitudinal – Mina Subterrânea de Vazante

Sistema de Gestão de Água e Bombeamento

O sistema de bombeamento subterrâneo (EB-140 e EB-297) controla o nível do Reservatório Horizontal e representa a principal carga crítica da operação.



Níveis e Faixa Operacional do Reservatório Horizontal (RH)



Sistema de Bombeamento

Principal carga elétrica da unidade industrial

- **EB-140:** drena os níveis mais profundos e bombeia água para a EB-297.
- **EB-297:** recebe a água do RH e da EB-140 e bombeia para a superfície (cota 654 m).
- O bombeamento garante o controle do nível hidráulico da mina e a continuidade operacional.

Reservatório Horizontal (RH)

Utilização dos vazios minerados para armazenamento temporário da água proveniente do aquífero e das infiltrações subterrâneas.

Principais Fontes de Água

- Lençol freático (aquífero)
- Infiltrações naturais
- Percolação dos níveis superiores

Fluxo de Água

- Fluxo no reservatório (RH)
- Bombeamento EB-140 → EB-297
- Bombeamento EB-297 → Superfície

Resultado

- Controle do nível hidráulico
- Estabilidade geotécnica
- Continuidade operacional
- Suporte à produção
- Segurança para as pessoas e ativos

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

- **O RH permite uma otimização da curva de carga da unidade.**

EB-297

POTENCIA INSTALADA

- 9x 2.200 *cv*
- 3x 2.700 *cv*

TOTAL: 27.900 *cv*
20.507 *kW*

EB-140

POTENCIA INSTALADA

- 8x 1.600 *cv*

TOTAL: 12.800 *cv*
9.414 *kW*

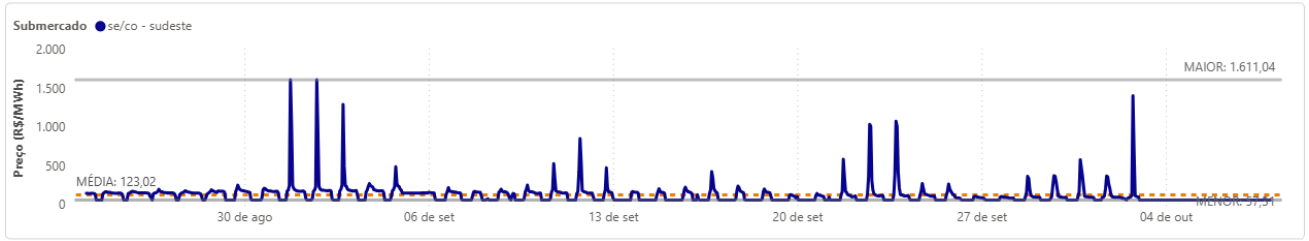
Este bombeamento representa 40% do consumo total da planta.

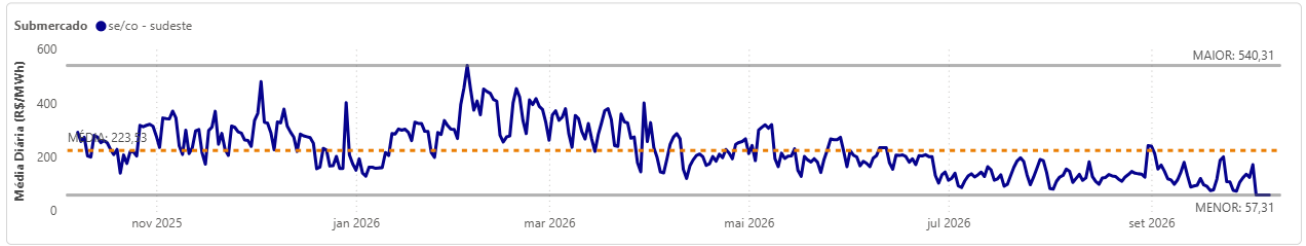
O PROBLEMA

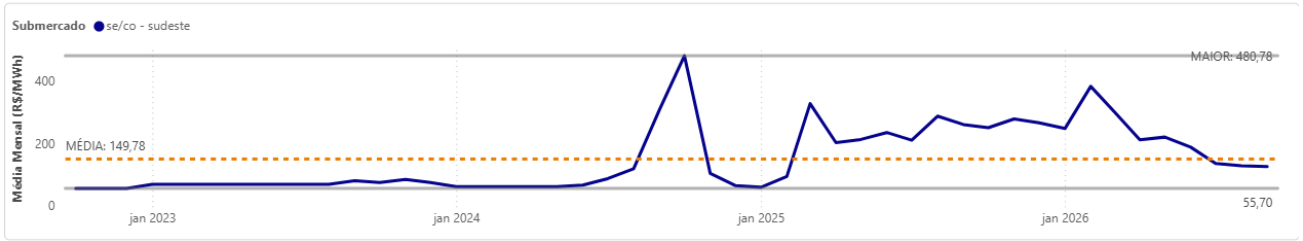
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

PREÇO DE LIQUIDAÇÃO À DIFERENÇAS

- O PLD tem base horária e tem grande volatilidade diária, mensal e anual.

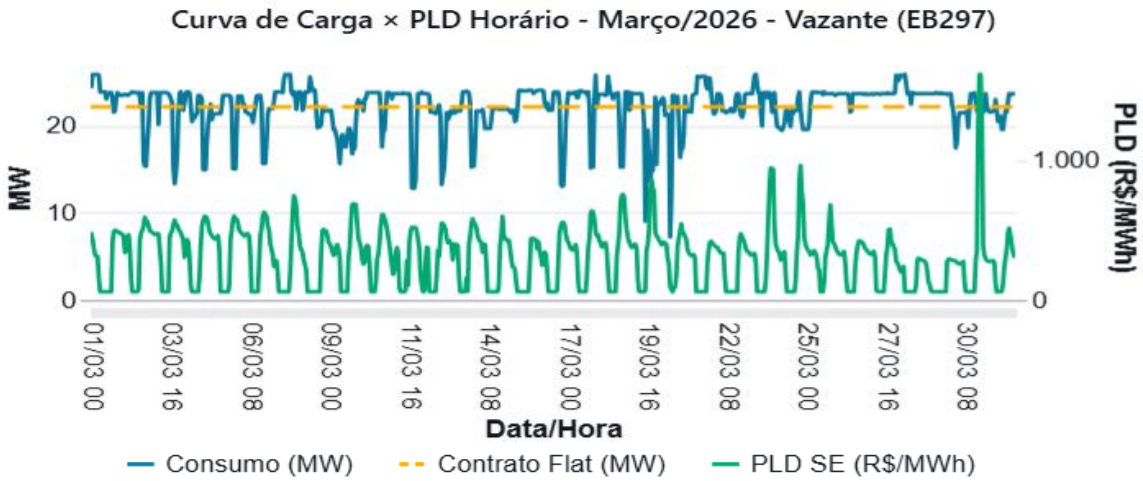






PREÇO DE LIQUIDAÇÃO À DIFERENÇAS





DESAFIO

- Esvaziar o RH fora do período de ponta.
- Reduzir o bombeamento no horário de ponta
- Como reduzir custos energéticos sem investimentos relevantes e sem comprometer a segurança hídrica da mina?

Ganhos Financeiros:

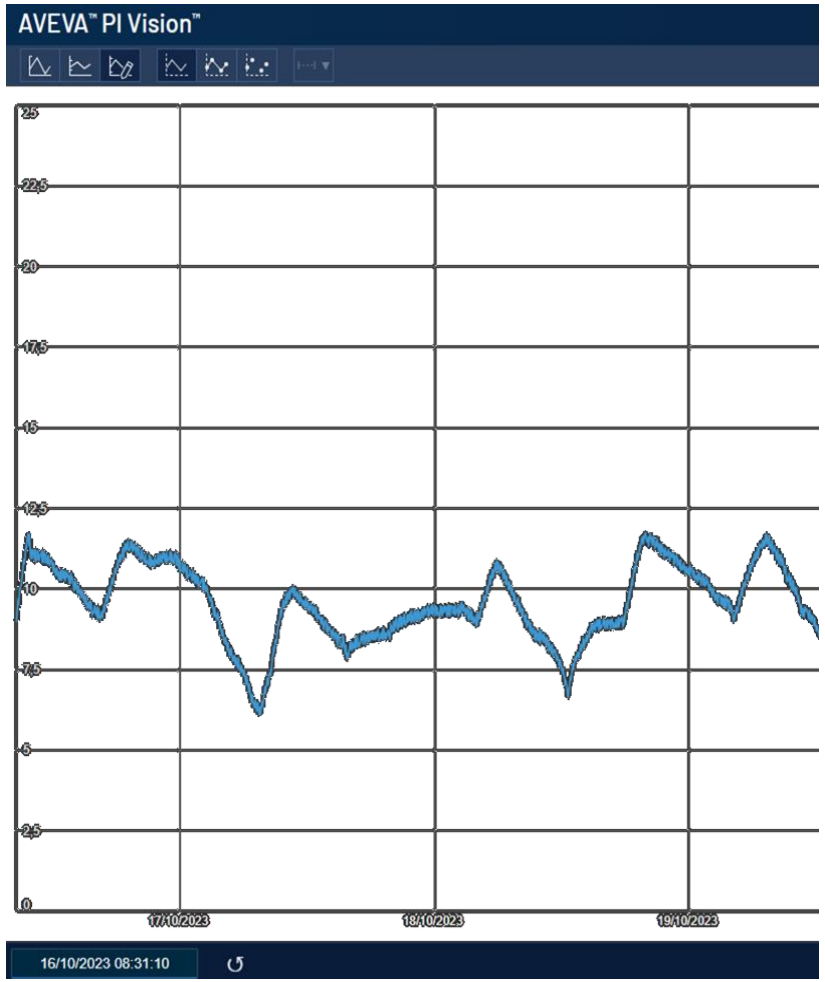
- ✓ Otimização contratual.
- ✓ Aproveitar a modulação diária para reduzir exposições negativas na contabilização da CCEE.



EB-297

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

OPERAÇÃO ANTIGA DA EB-297



Desenvolvimento

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

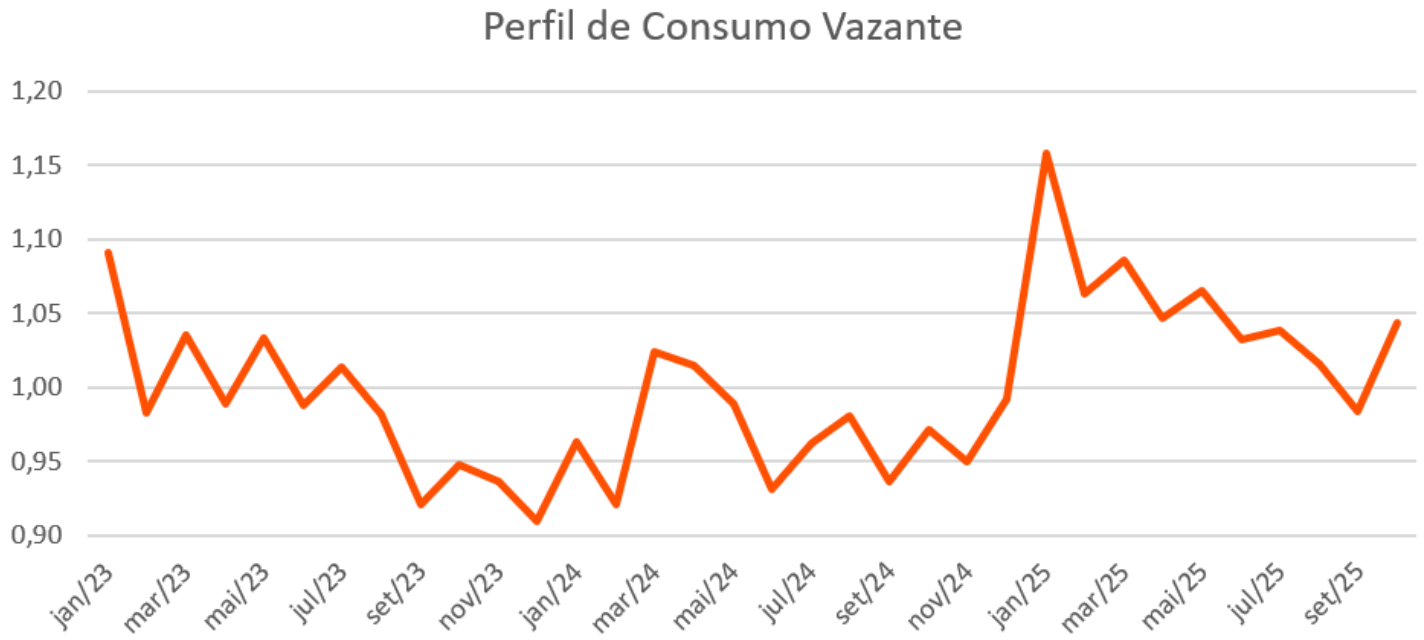
OBJETIVO

Reduzir os custos de energia elétrica da Unidade de Vazante por meio da modulação contratual no CUSD durante o horário de ponta no período seco e nos dias em que o PLD estiver mais volátil, otimizando as oportunidades no Mercado de Curto Prazo (MCP).

TRANSFORMANDO FLEXIBILIDADE OPERACIONAL EM REDUÇÃO DE CUSTO

A equipe identificou que o Reservatório Horizontal possuía capacidade para armazenar água durante períodos controlados de redução do bombeamento, mantendo todos os requisitos de segurança da operação. Essa condição permitiu criar uma estratégia inédita de modulação da carga da EB297, baseada em:

- ✅ Nível hidráulico da mina
- ✅ Segurança operacional
- ✅ Preço da energia (PLD)



METODOLOGIA

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

A Estação de Bombeamento **EB297** é uma das principais cargas elétricas da unidade e opera para manter o controle do nível de água da mina. Historicamente, o bombeamento era realizado de forma contínua, priorizando a segurança operacional, sem explorar oportunidades econômicas relacionadas:

D	M	A	I	C
DEFINE	**MEASURE**	**ANALYZE**	**IMPROVE**	**CONTROL**
Reduzir custo de demanda no horário de ponta sem comprometer a segurança hídrica.	30 faturas + histórico hidrogeológico. 10.659 m^3/h vazão média de engenharia	O RH acumula água das frentes subterrâneas e absorve variações temporárias de bombeamento: um “pulmão” subutilizado.	Automação Ethernet/IP, novos procedimentos, integração com IA.	Controle estatístico contínuo.

O projeto começou ajustando contratos de energia. Hoje ele evolui para um sistema inteligente capaz de transformar o comportamento hidráulico da mina em decisões operacionais orientadas por valor.

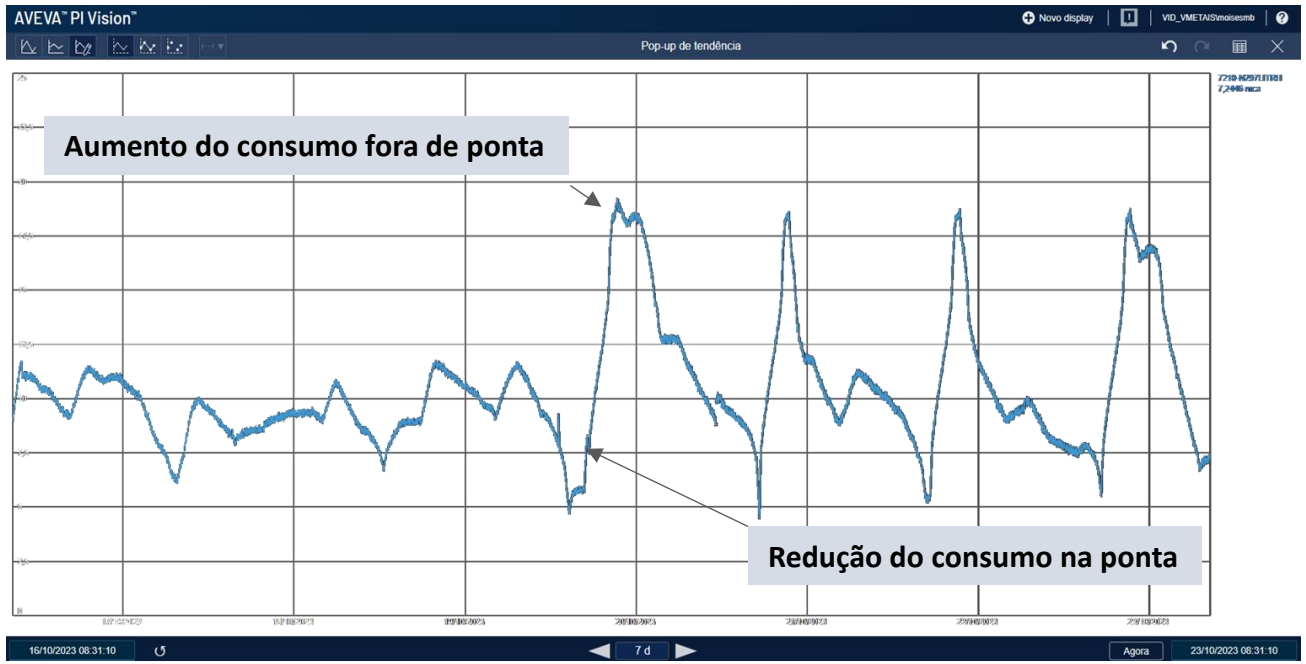


Desenvolvimento

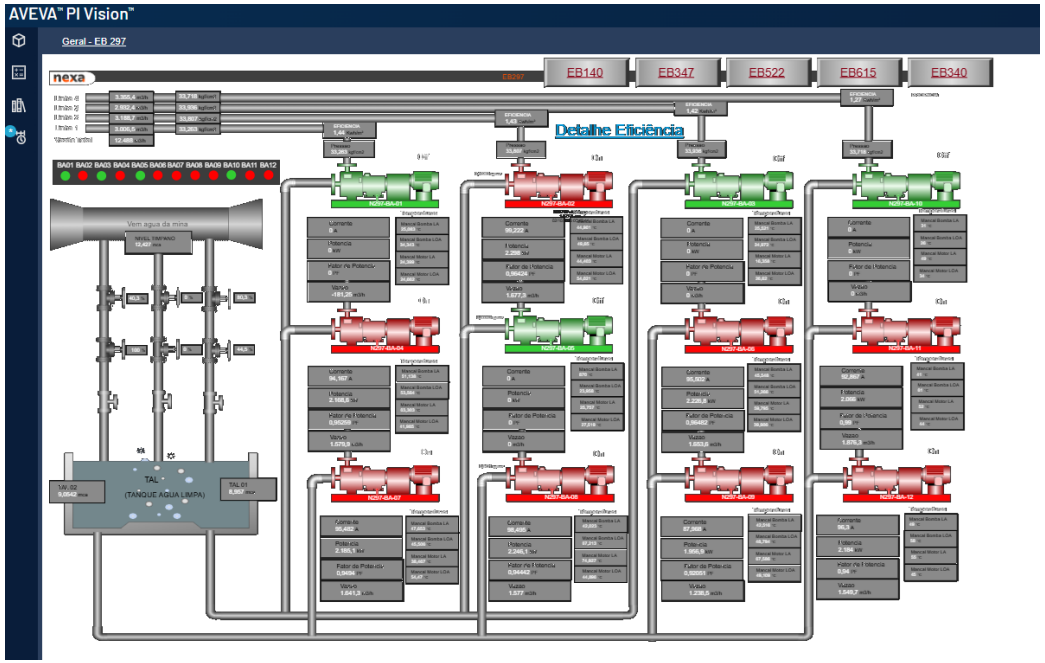
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

A compreensão da dinâmica hidráulica do Reservatório Horizontal permitiu romper o paradigma da operação contínua de bombeamento, incorporando variáveis do mercado de energia à tomada de decisão operacional da mina.

Modulações RH EB297 após implantação da modulação

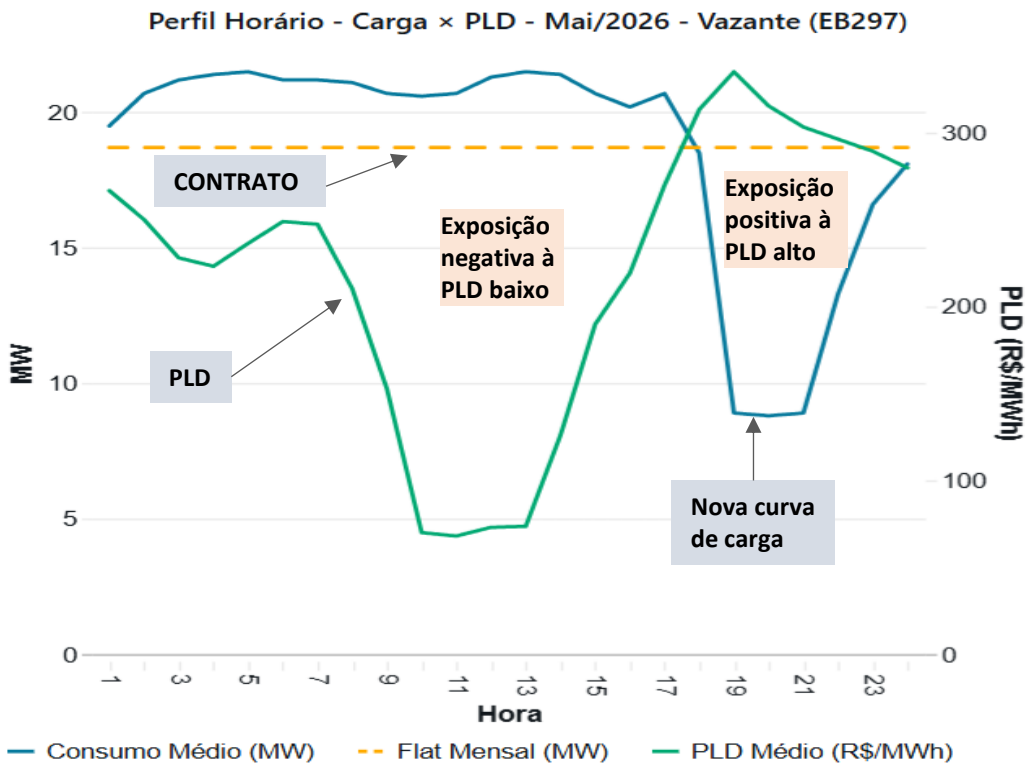


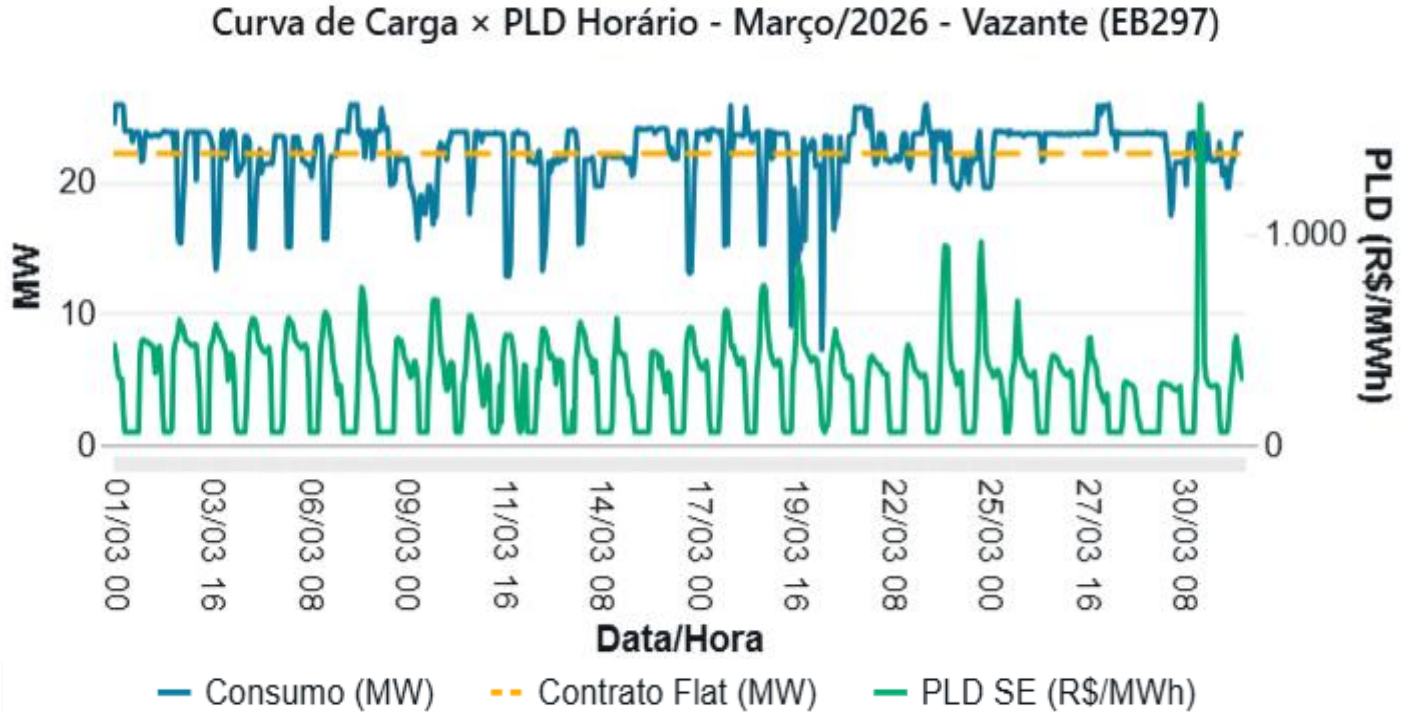
Melhoria do controle do bombeamento



Resultados

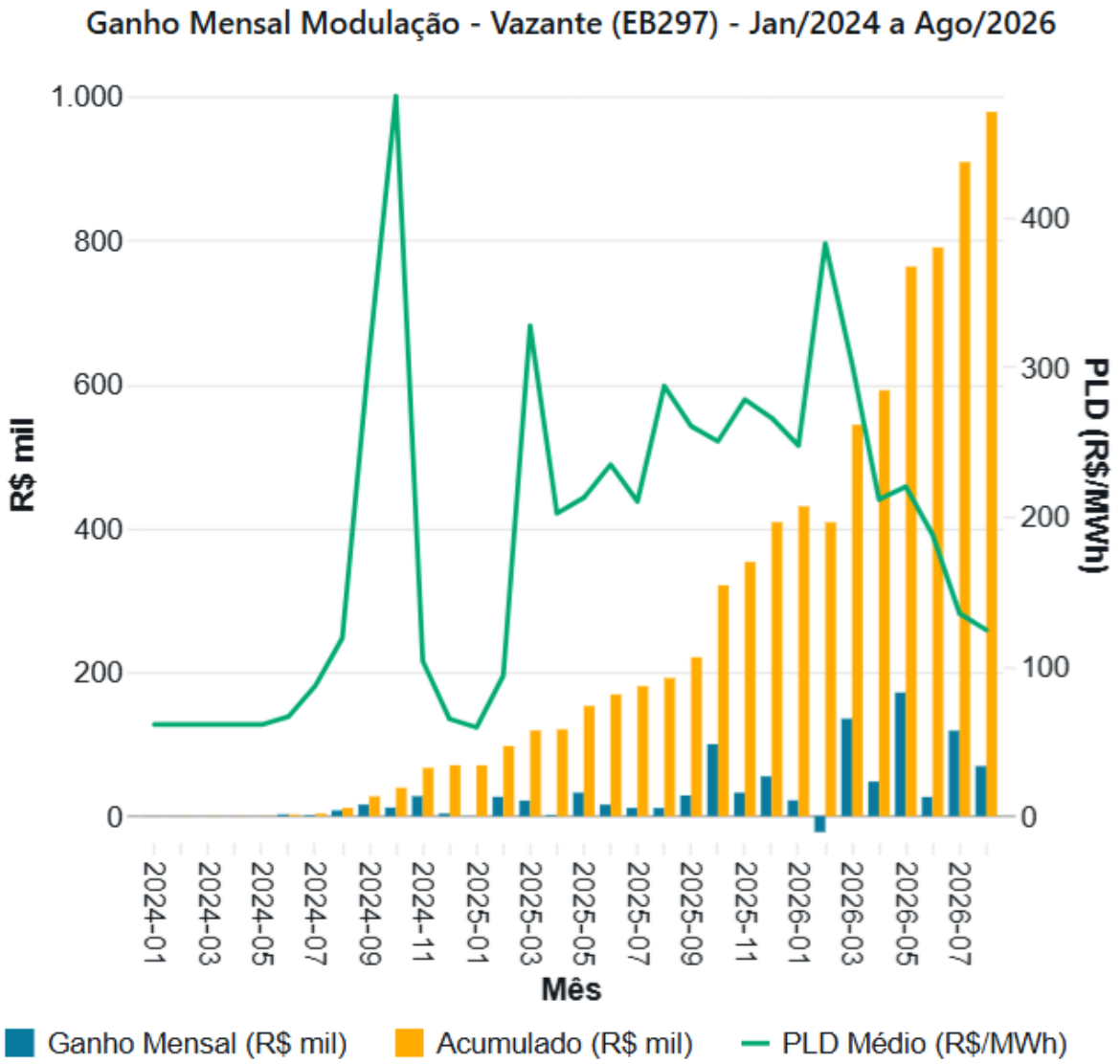
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

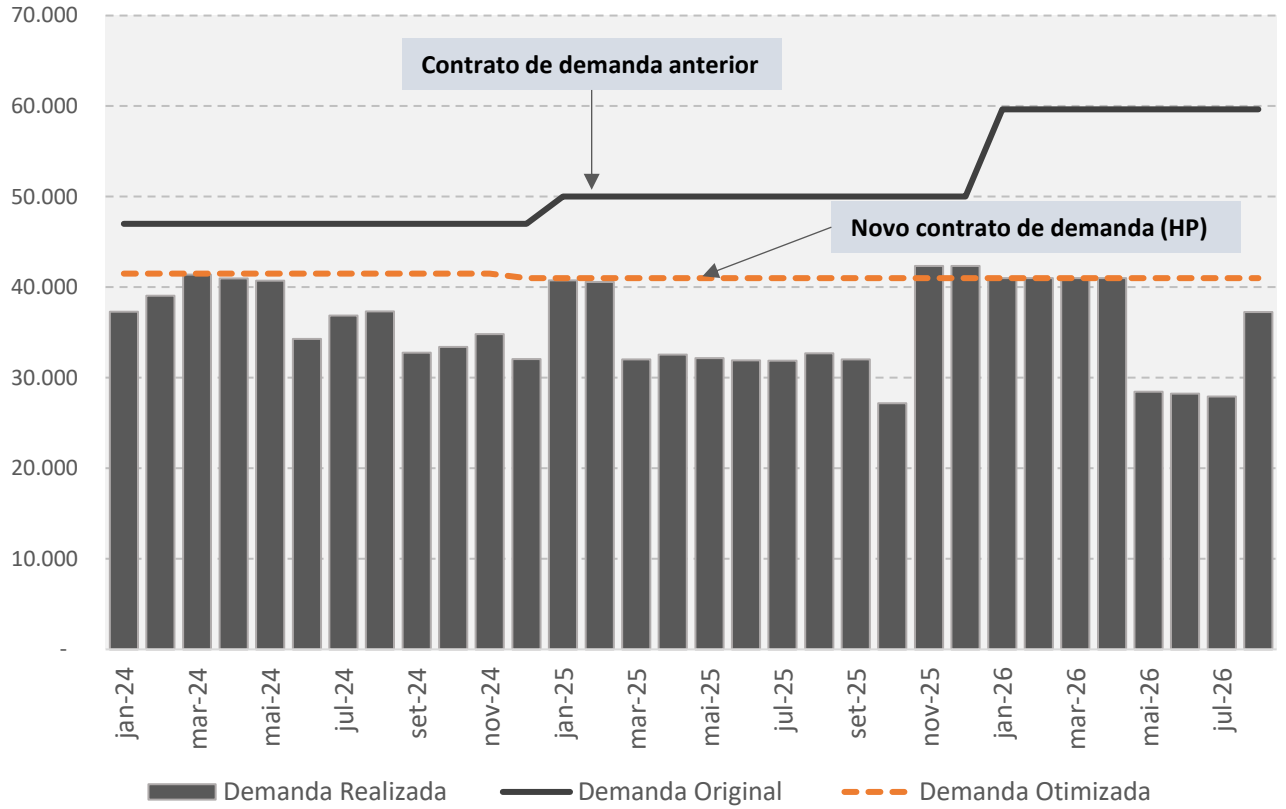




Conclusão

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026





Conclusão

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Fase 1 | Gestão Contratual – Define/ Measure

Objetivo inicial

- Adequar a demanda contratada à sazonalidade da operação.
- Reduzir custos regulados.
- Capturar ganhos através da gestão contratual.

✅ **Resultado**: Ganhos recorrentes com sazonalização.

Fase 2 | Modulação pelo PLD – Analyze/Improve

Novo Cenário

O aumento da volatilidade do PLD ampliou as oportunidades de mercado.
A operação passou a deslocar o bombeamento para períodos de menor custo da energia.

✅ **Resultado**: Ganhos adicionais na liquidação financeira da CCEE.

Fase 3 | Integração com IA - Control

Próxima evolução da estratégia

A tomada de decisão deixa de depender apenas da experiência operacional e passa a utilizar múltiplas variáveis simultaneamente:

- Preço horário do PLD;
- Nível do Reservatório Horizontal;
- Tendência de enchimento do RH;
- Vazão de entrada da mina;
- Disponibilidade da EB297;
- Eficiência das bombas;
- Restrição operacional.

Conclusão

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

RESULTADO CONSOLIDADO

A estratégia de modulação da carga da EB297 gerou, desde 2024, mais de **R$ 10,859 milhões em ganhos acumulados**, combinando:

Sem CAPEX Relevante
Um dos diferenciais da iniciativa foi a geração de resultados expressivos **sem investimentos significativos em infraestrutura**.

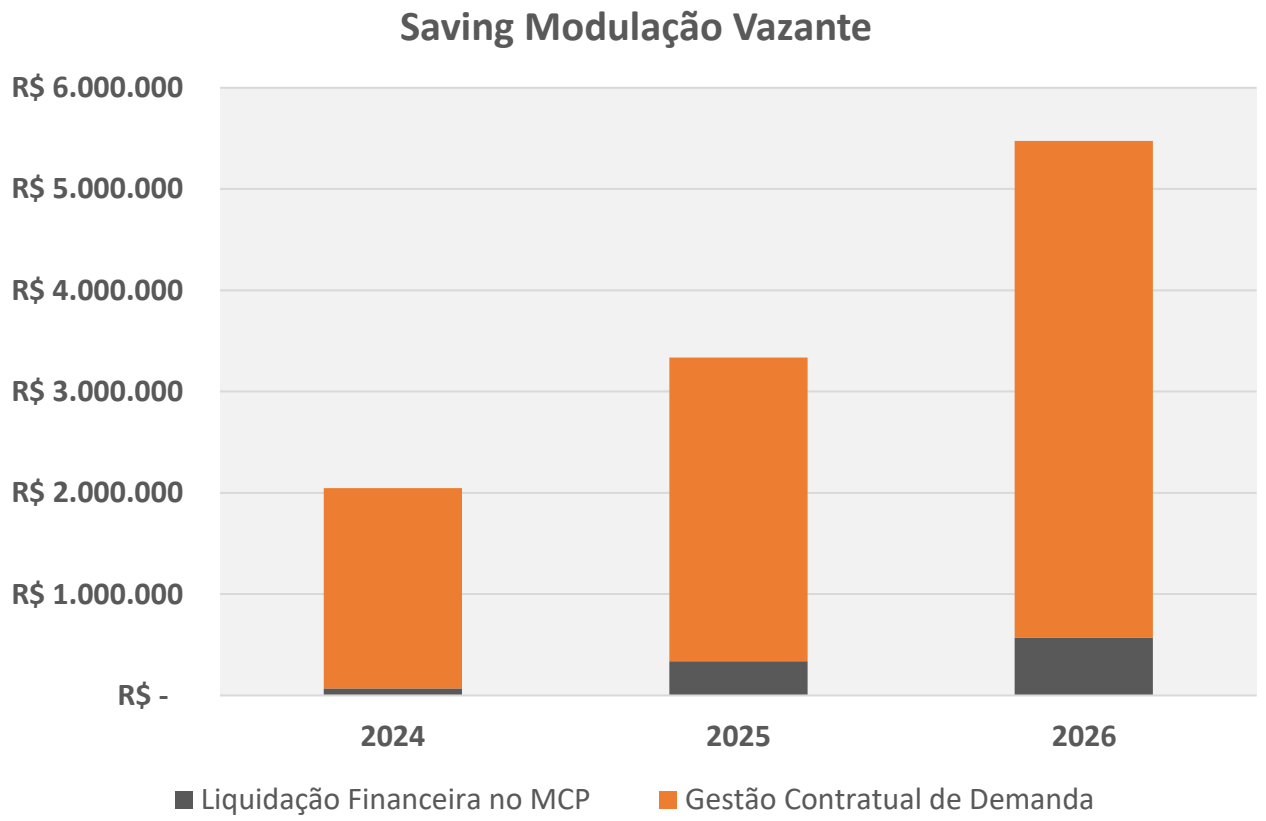
A implementação foi viabilizada principalmente por:

- Conhecimento técnico interno;
- Integração entre áreas;
- Utilização dos sistemas já existentes;
- Desenvolvimento de novas estratégias operacionais.

O principal investimento do projeto foi o capital intelectual da equipe.

Uma Construção Multidisciplinar
O sucesso da iniciativa foi resultado da atuação integrada entre:

✅ Gestão de Energia
✅ Operação de Mina
✅ Engenharia
✅ Manutenção Elétrica
✅ Tecnologia da Informação
🔵 Dados e Inteligência Artificial (em implementação)



OBRIGADO!

Kauê Novaes
ext.kaue.souza@nexaresources.com

Moises Bizinoto
moises.bizinoto.mb1@nexaresources.com

IBRAM | 50
MINERAÇÃO DO BRASIL | ANOS