Categoria IV : Descarbonização e Eficiência Energética
Eixo temático: Combustíveis (Redução, Eficiência e Substituição)

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Eficiência energética em ações de integridade: Automação de retificadores em mineroduto com estratégia de redução de combustível na mineração.

Artemyn Rio Capim Caulim

Paulo S. Albuquerque
Rosivaldo F. Marques
Rômulo L. Rufino
Everton P. Matias
Elenilson T. Cabral
Rosivaldo Trindade
Edson Pereira
Alberto Pinho
Ana Luiza Dias

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO | BRAZILIAN MINING | MINERÍA DE BRASIL

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Abertura

Artemyn: a maior mina e planta de caulim do mundo

- Operação iniciada em 1996; adquirida pela Artemyn em 2024 (antes, grupo Imerys).
- Mina em Ipixuna do Pará e planta/porto em Barcarena, ligados por mineroduto de 158 km.
- CNAE principal 0810-0/05 (extração de gesso e caulim); também 0810-0/10 e 5231-1/02 (operador portuário).

1,2 Mt
capacidade anual

+07
produtos no portfólio

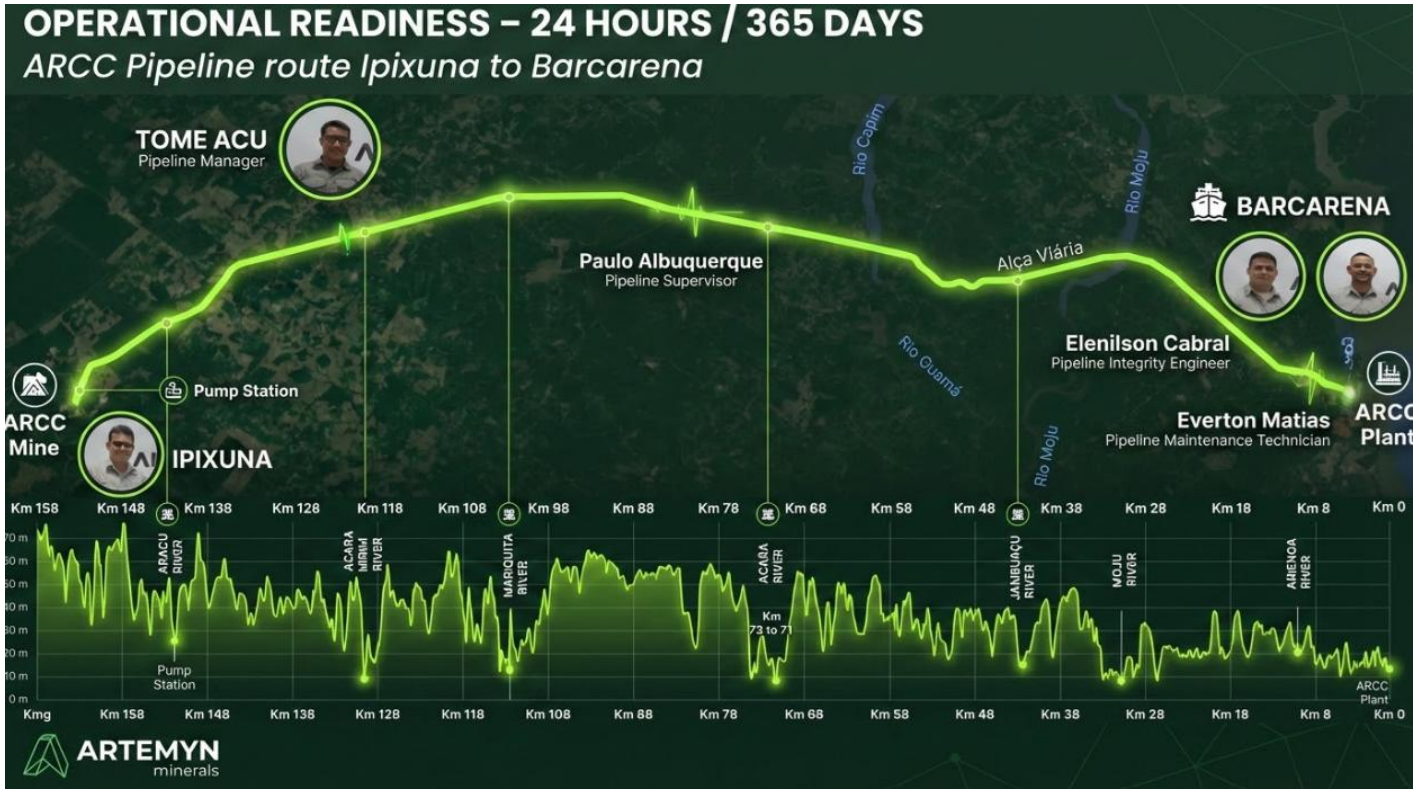
~600
colaboradores

Grau 4
de risco

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Abertura

A proteção catódica ao longo do duto



Perfil do trajeto Ipixuna–Barcarena e a equipe que opera e mantém o mineroduto.

De Ipixuna do Pará a Barcarena

338 km

de duto protegidos por

06 retificadores

Distância percorrida por semana até cada retificador (inspeção manual, antes)

RET-04 Mina ARCC Ipixuna	**440 km**
RET-03 ARCC Tomé- Açu Ipitinga	**200 km**
RET-02 Fazenda Luso	**40 km**
RET-01 e 02 Acará/Abaetetuba/Barcarena	**800 km**

Abertura

A equipe do projeto



Paulo Albuquerque
Sup. de mineroduto



Rosivaldo Marques
Eng. eletricista



Rômulo Rufino
Gerente de mineroduto



Everton Matias
Téc. de manutenção



Elenilson Cabral
Eng. de integridade



Rosivaldo Trindade
Eletricista



Edson Pereira
Coord. redes e sis. Industriais



Alberto Pinho
Analista de Infra. TI



Ana Luiza Dias
Analista de Ex. Operacional

COORD REDES E SIST IND

Abertura

O desafio: proteger o duto e reduzir a rodagem



Corrosão externa no Rio Moju (2011): perda de 1,9 mm, 62% da parede.

1.480 km
por semana, 1 veículo

~77 mil km
por ano de rodagem

17,1 t CO_2
emitidas por ano

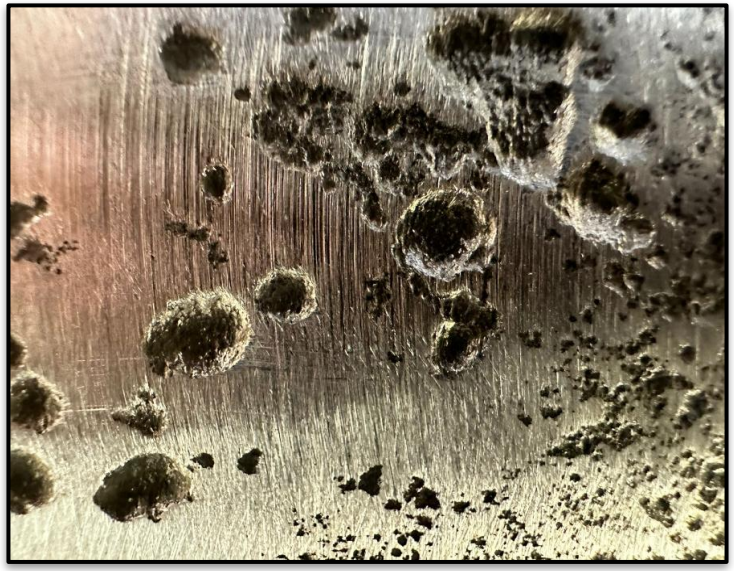
- Inspeção manual semanal em 6 retificadores, em locais remotos.
- Desarme após a vistoria: duto desprotegido por até 7 dias.

Objetivo: proteção catódica 24 h, com menos combustível e CO_2.

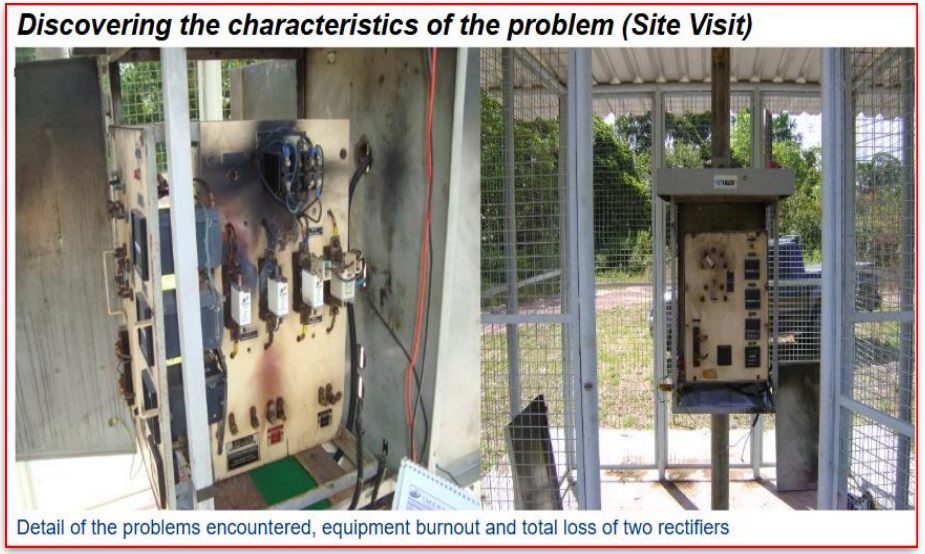
Abertura

O desafio: proteger o duto e reduzir a rodagem





Corrosão localizada na parede externa do duto: detalhe da perda de metal, que motiva a proteção catódica contínua.



Visita técnica: queima de equipamentos e perda total de dois retificadores.

Objetivo: proteção catódica 24 h, com menos combustível e CO_2.

Desenvolvimento

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Diagnóstico: onde estavam as falhas

Método (ciclo PDCA)

- Relatórios de PIG e registros dos retificadores
- Pareto para priorizar modos de falha
- Ishikawa para as causas raiz
- 5 Porquês para questões sistêmicas

Públicos envolvidos

Equipes de Mineroduto, Manutenção, Integridade e Automação

Causas encontradas

- Sem monitoramento em tempo real
- Inspeção apenas manual
- Energia instável da concessionária
- Sem proteção contra surtos em áreas críticas
- Deslocamentos 4 vezes por semana estamos na região Norte com exposição área remota, terras indígenas, quilombolas e exposição ao meio e às intempéries.

Desenvolvimento

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Solução: cada retificador conectado ao SCADA

Retificador

↓

CLP e fonte 24 V, off-grid

↓

Telemetria Fibra Óptica

↓

SCADA

↓

Alarmes liga/desliga remoto, pop ups

Monitoramento

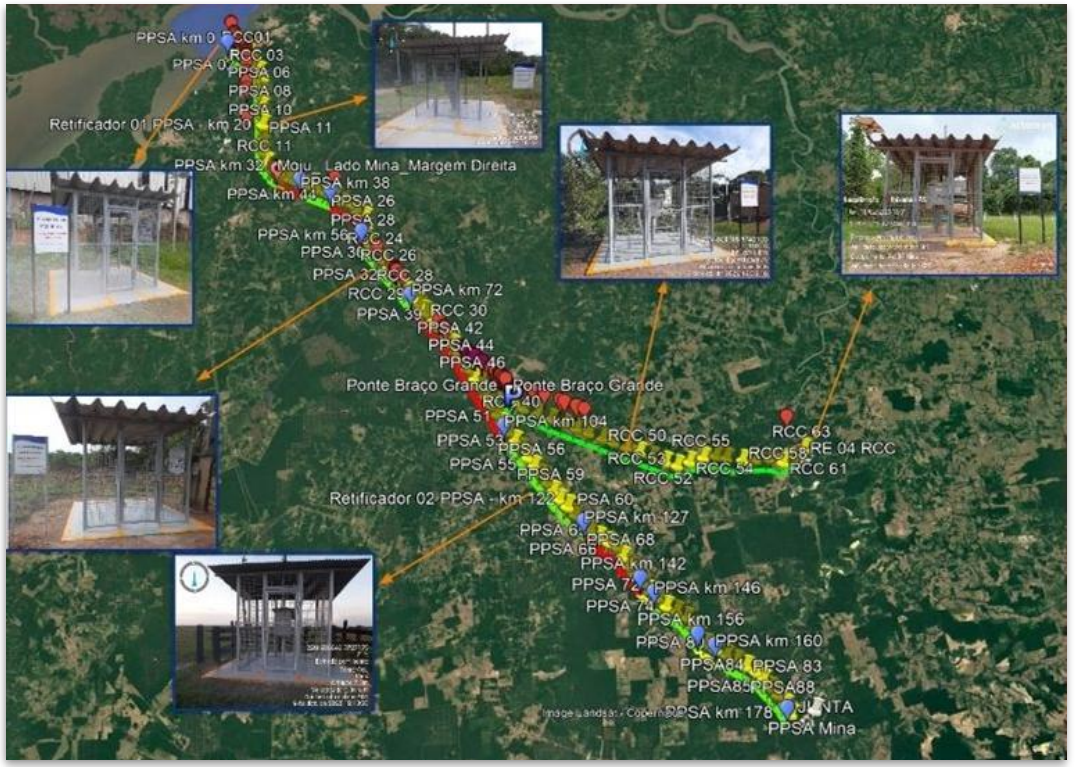
Alarme abaixo de -850 mV ($Cu/CuSO_4$), NBR ISO 15589-1

Redundância

Fallback do CLP, buffer de dados e baterias 24 Vcc 40 Ah, off-grid de 2.000 W

Gestão

Painel mensal, relatórios em nuvem e aderência à NBR 16896



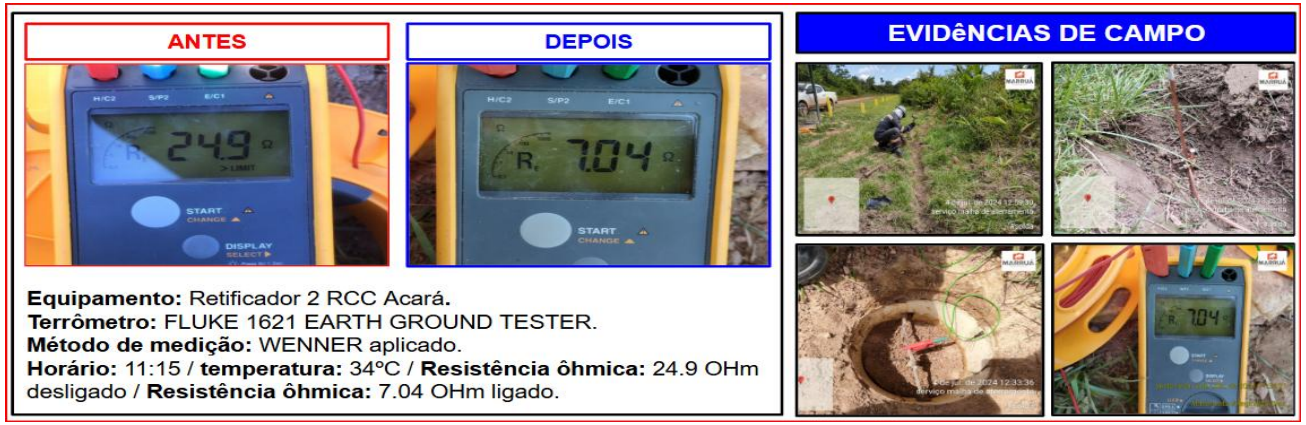
Retificadores ao longo do mineroduto

Desenvolvimento de A a Z.

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Implantação em campo:

1. **Retrofit físico**
   religação elétrica e aterramento
2. **Integração**
   Modbus/TCP e backup serial
3. **Teste funcional**
   falhas simuladas em campo
4. **Validação SCADA**
   monitoramento ponta a ponta
5. **Treinamento**
   equipes e dashboard interno



Correção do aterramento no Retificador 2 RCC Acará: 24,9 Ω (antes) e 7,04 Ω (depois).



Painel com CLP e Fibra óptica; imagem térmica.

Desenvolvimento

Evidências: monitoramento em tempo real

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Execução da Ação

DEPOIS





Alarme por e-mail e histórico de dados do retificador.

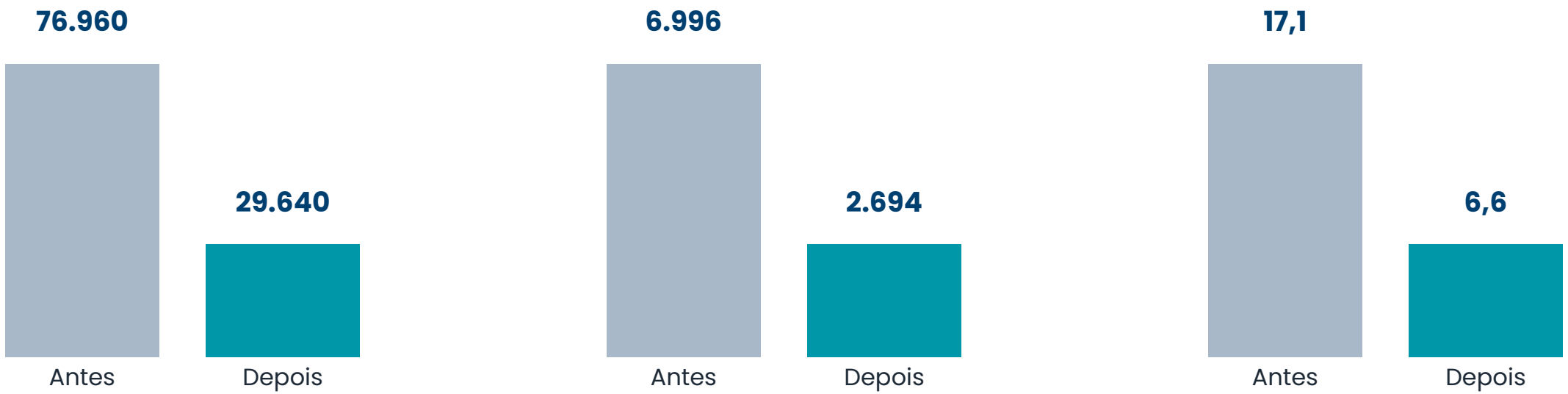
Comentários

Reforma dos Retificadores, Normativa ABNT NBR 16896 NBR 16896 Proteção catódica e Meio ambiente.

Conclusão

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Combustível e emissões caíram 61,5%



10,5 t de CO_2 evitadas por ano por veículo desmobilizado

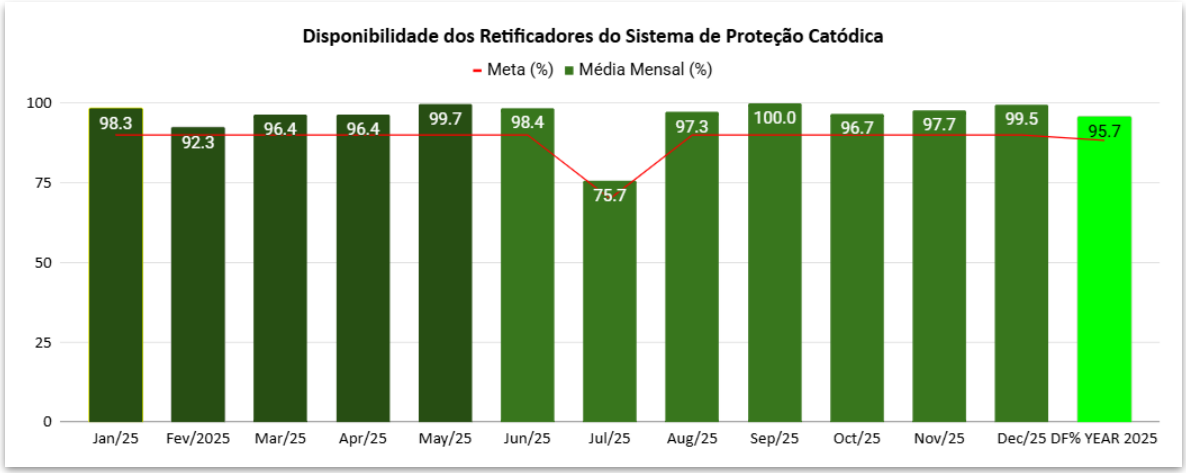
Estimativa com base no PBEV/INMETRO 2026/01 (222 g CO_2/km).

Conclusão

Mais disponibilidade e menos custo

88,3% → 95,7%

disponibilidade dos retificadores (2021 → 2025)



Disponibilidade mensal em 2025 (média 95,7%)

-77,76%
OPEX da atividade

-88,34%
mão de obra direta

-73,44%
manutenção da frota

0
técnicos expostos a riscos em campo

700 kbr ano
Saving

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Conclusão

Aprendizados, diferencial e próximos passos

Aprendizados

- Redundância e proteção contra surtos sustentam a disponibilidade
- Reinício automático nos CLPs elevou a disponibilidade
- Dado em tempo real substitui a rotina de campo

Diferencial

- Integridade do duto e redução de GEE na mesma ação
- Ganhos medidos: -61,5% de combustível
- Aproveita o SCADA já existente

Próximos passos

- Expansão com mais sistemas off-grid
- Aplicável a outros ativos remotos da mineração
- Aplicável a Plano de Atendimento às Emergências - PAE

Integridade e descarbonização podem ser a mesma decisão.

IBRAM | 50
MINERAÇÃO DO BRASIL | ANOS

OBRIGADO!

minerals
artemyn

www.artemyn.com
LinkedIN: www.linkedin.com/company/artemyn/

Paulo S. Albuquerque
paulo.albuquerque@artemyn.com

PAULO ALBUQUERQUE
Contato do WhatsApp

