Categoria IV: Descarbonização e Eficiência Energética
Eixo temático: Eletrificação e Descarbonização

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

AVANÇOS NA MATRIZ ENERGÉTICA DOS FORNOS DE PELOTIZAÇÃO DA SAMARCO

SAMARCO MINERAÇÃO

Raphael Dias de Medeiros
Marcia Bragato
Helbert de Souza Ferreira
José Roberto Egídio Junior

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO | BRAZILIAN MINING | MINERÍA DE BRASIL



49 ANOS
da história do
setor mineral

PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS
NA MINERAÇÃO
DO BRASIL 2026

SAMARCO

- Começou a operar em 1977
- Pioneira na transferência de reservas de minério de baixo teor para pelotas premium
- Capacidade total de pelotas de 30 milhões de toneladas por ano
- Produtos para Alto Forno e Redução Direta
- Presença no mercado mundial

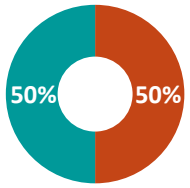
ONDE ESTAMOS





Quadro atual: cerca de 2,5 mil empregados próprios e 12,5 mil empregados terceiros
CNAE: 0710-3/01 / 0710-3/02
Grau de risco: 4

ACIONISTAS



VALE

bhpbilliton

CADEIA PRODUTIVA INTEGRADA DA MINA AO PORTO

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



1

EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO

Minério de ferro



2

PRODUÇÃO DA PELOTA

Minério/pelota



3

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

Chapa de aço, tubos



4

PRODUTO FINAL

Lâmina de barbear, carro, navio etc

Contexto

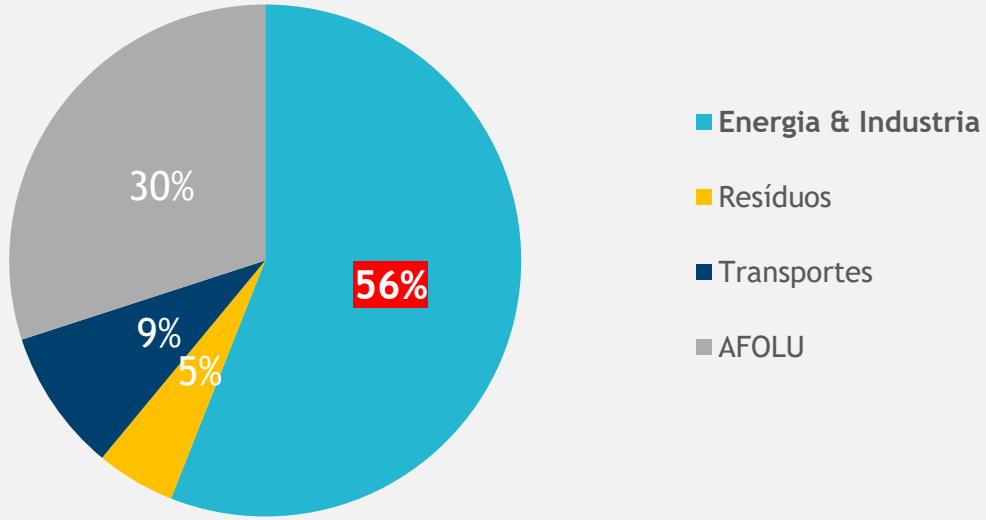
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Desafio

Necessidade da transição energética nas pelotizações para uma matriz renovável

Inventário de emissões de GEE do ES

Participação percentual de cada subsetor(2021)



FONTE: Plano de Descarbonização e Neutralização das Emissões de GEE do Espírito Santo

"A maior parcela das emissões de GEE está relacionada ao setor de Energia & Indústria com emissões brutas de 22,84 MtCO2e/ano, que equivalem a 56% das emissões brutas do Estado")

Objetivos

Viabilizar tecnicamente o consumo de combustíveis renováveis nos fornos de pelotização

- ✓ Garantir viabilidade técnica na transição energética nas pelotizações, através da pesquisa e desenvolvimento de insumos renováveis;
- ✓ Viabilizar e garantir cadeia de suprimentos para os insumos renováveis;
- ✓ Superar os desafios técnicos;
- ✓ Alinhar ações com o PLANO DE DESCARBONIZAÇÃO do Estado do Espírito Santo (Responsabilidade ESG)

HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTOS PARA DESCARBONIZAÇÃO SAMARCO

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

2009

Aprovação do investimento em gás natural

2010-2014

Conversão dos fornos de pelotização para gás natural

2021

Inventário de GEE com reinicio de operação

2021-2024

- Otimização da matriz de insumos
- Inventário de GEE escopos 1,2 e 3 até porto dos clientes

2025-2032

Compromisso Redução de 30% GEE

2050

Compromisso de carbono neutro

Contexto

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Combustíveis da Pelotização

Combustíveis sólidos



Coque

(Combustível fóssil)



Antracito

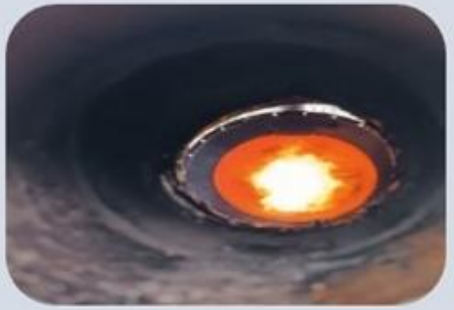
(Combustível fóssil)



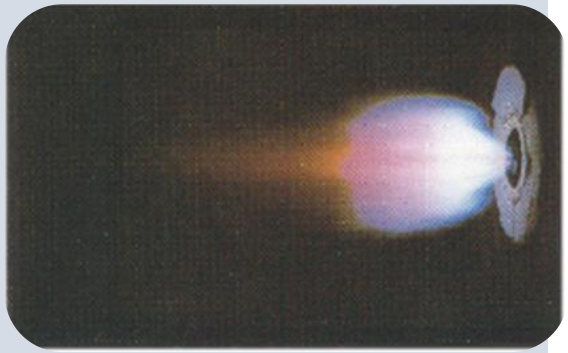
Carvão vegetal (Combustível renovável)

- ✓ Historicamente, se utiliza **combustíveis fósseis** nos fornos de pelotização.
- ✓ Diante da necessidade de **descarbonizar os processos industriais**, são necessários **estudos para embasar tecnicamente essa transição de forma eficiente**.

BIO-ÓLEO



Combustível Renovável



Gás Natural

(Combustível fóssil)

Solução

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Aproveitamento integral da biomassa, através de produtos e coprodutos da Pirólise



Madeira/resíduos lignocelulósicos

CALOR

% peso base úmida



Vapor d'água



Gases não condensáveis
CO, CO_2, H_2O e hidrocarbonetos



Gases condensáveis
Ácido Pirolenhoso e Alcatrão



Carvão vegetal

Bio-óleo: combustível orgânico, renovável e derivado da produção de carvão vegetal.

HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTO

Etapas

2022 e 2023:

- Prospecção de fornecedores de carvão;
- Contratação de consultorias;
- Infinidade de testes em laboratório e bancada;
- Primeiros testes industriais com carvão vegetal;

2024:

- Primeiros testes industriais com Bio-óleo;
- Maturidade no consumo de carvão vegetal na Usina de pelotização IV

2025:

- Início do consumo de carvão vegetal na Usina de pelotização III
- Estudo de CFD para avaliar a queima do Bio-óleo e geração de poluentes;
- Estudo para estabilização do Bio-óleo (quimicamente e fisicamente);
- Uso industrial do Bio-óleo em maior escala;
- Consolidação do consumo de moinha de carvão vegetal em escala industrial;

2026:

- Evolução na maturidade das iniciativas.

PRÊMIO
BOAS PRÁTICAS
NA MINERAÇÃO
DO BRASIL 2026

CARVÃO VEGETAL

Solução

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

Testes em laboratório

Caracterização física e química

Testes Piloto

Impactos no processo de pelotização

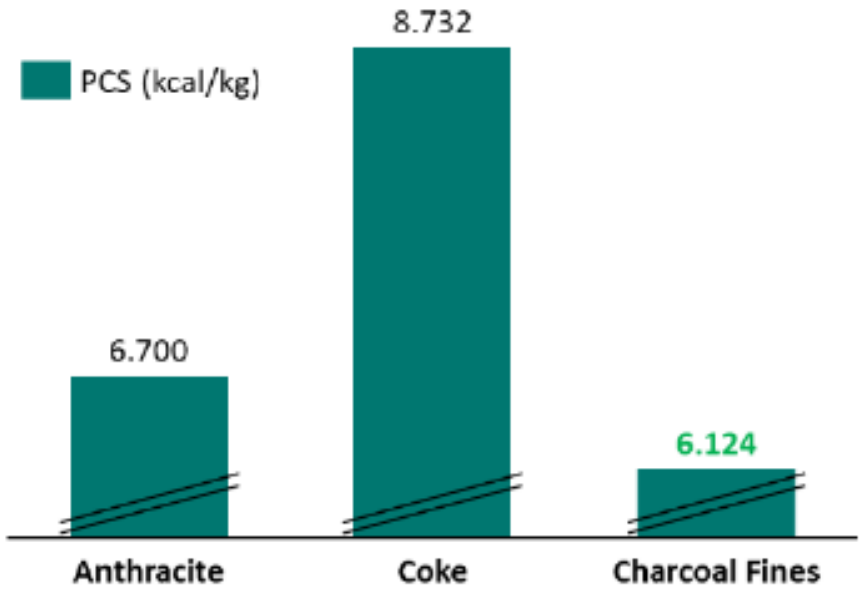
Testes de Reatividade

Comparação entre combustíveis sólidos

Testes industriais

Avaliação em escala industrial

Uso de larga escala

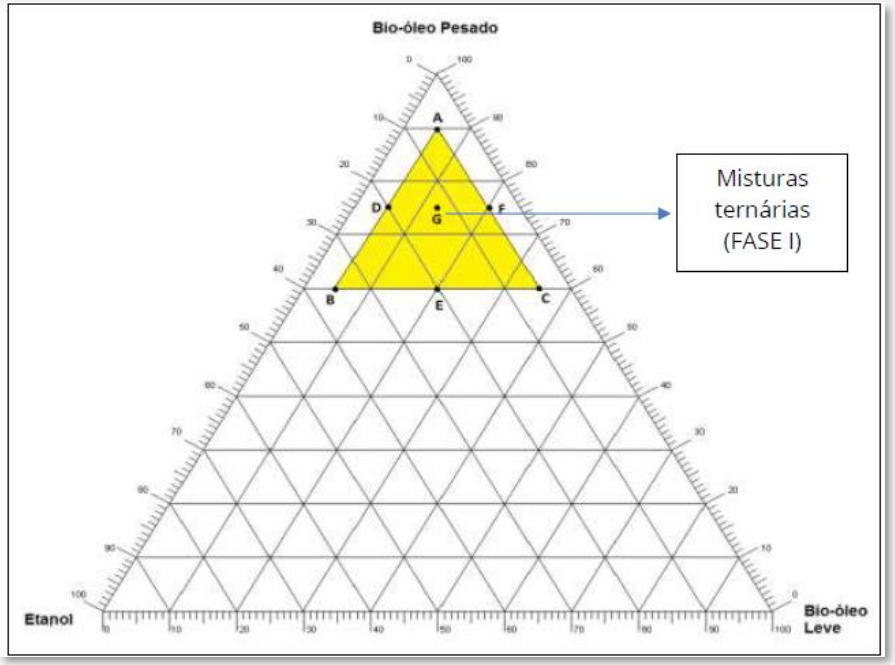


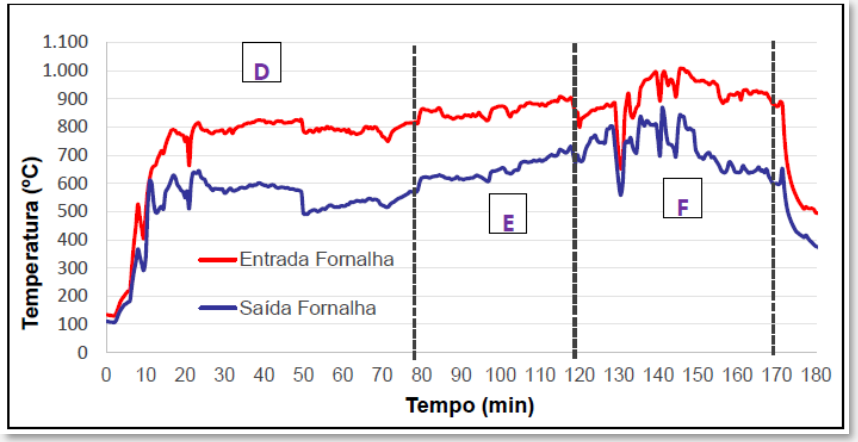
BIO-ÓLEO

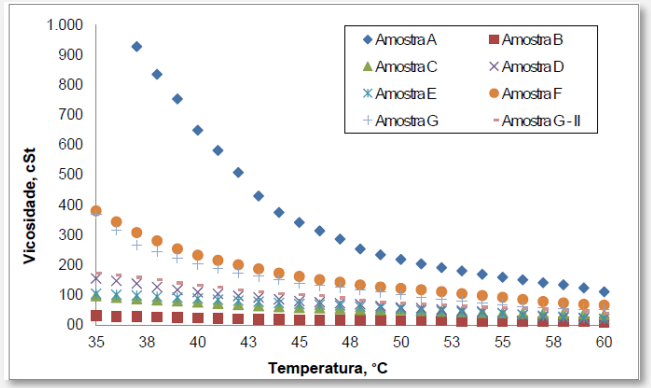
Solução

Estudos para estabilização do Bio-óleo

- ✓ Estudo de **misturas de Bio-óleo com etanol** para **desenvolver um novo combustível mais estável** de base vegetal
- ✓ **Queima piloto** para avaliar potencial do novo combustível
- ✓ **Maior estabilidade, controle de acidez, melhor viscosidade e poder calorífico** no produto final







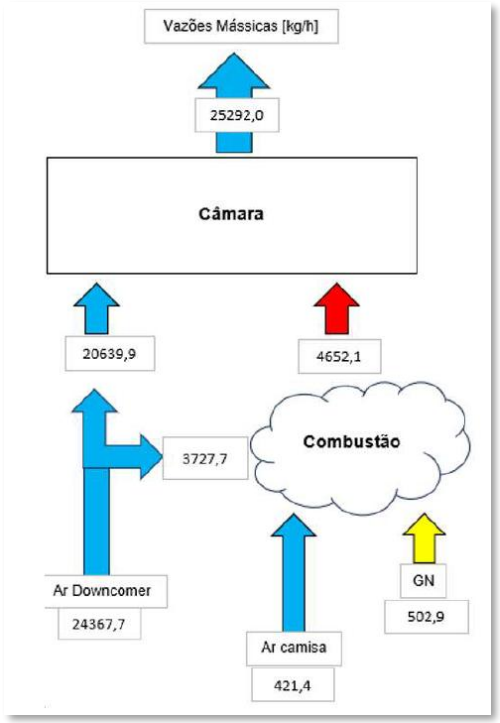


Solução

Estudos para simular a queima do Bio-óleo (usando Fluidodinâmica computacional)

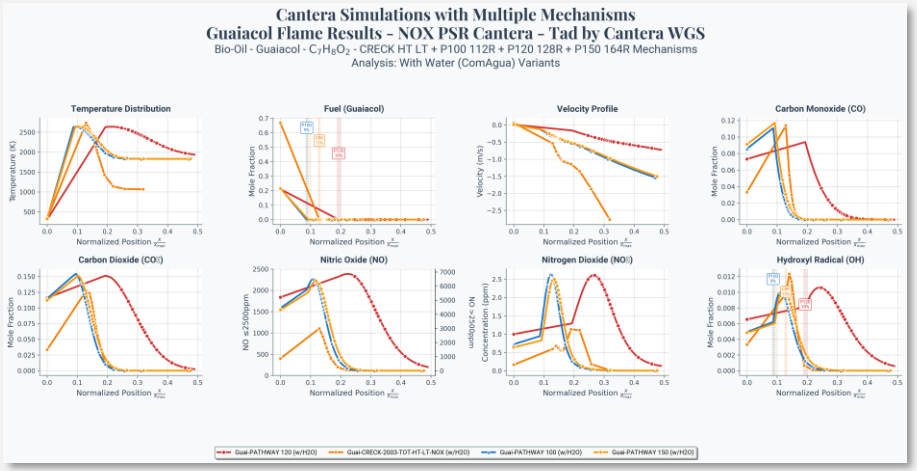
- ✓ **Cromatografia para identificar** cerca de 200 compostos químicos contidos no Bio-óleo e posteriormente **classificá-lo**
- ✓ Desafio na criação de um **modelo de combustão** que representasse o Bio-óleo;
- ✓ A simulação em CFD considerou o Bio-óleo, como sendo formado por **molécula de 7 a 9 carbonos,** com 8% de teor de água em massa
- ✓ **Comparação** da queima do **Gás natural (combustível atual)** com o óleo 1A e com o **Bio óleo**

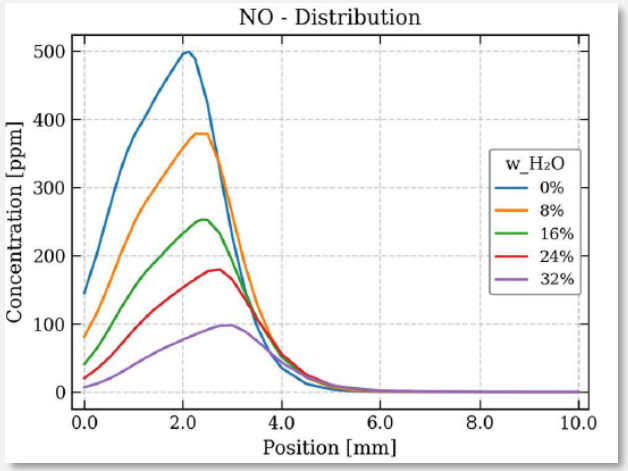
Elementos químicos do Bio-óleo		
Carbono (C)	60,00	% em massa, base seca
Hidrogênio (H)	8,00	% em massa, base seca
Enxofre (S)	0,02	% em massa, base seca
Nitrogênio (N)	1,50	% em massa, base seca
Oxigênio (O)	30,08	% em massa, base seca
Cinza	0,40	% em massa, base seca
Umidade	8,00	% em massa, base úmida

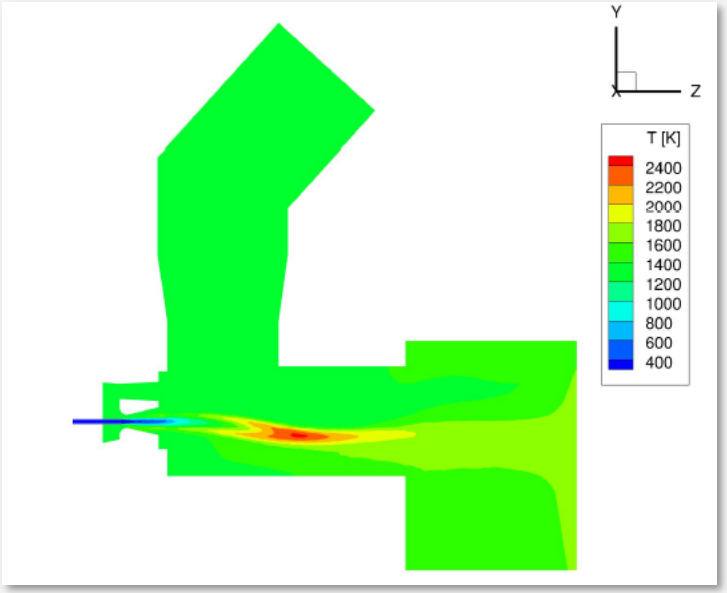


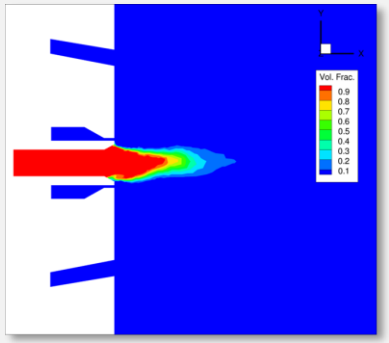
Solução

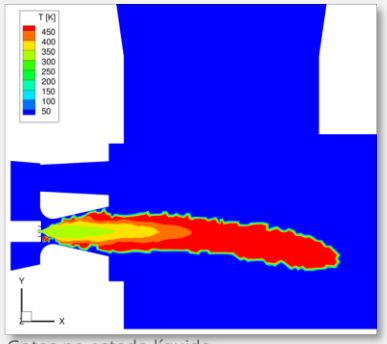
Simulação de CFD da queima do Bio-óleo









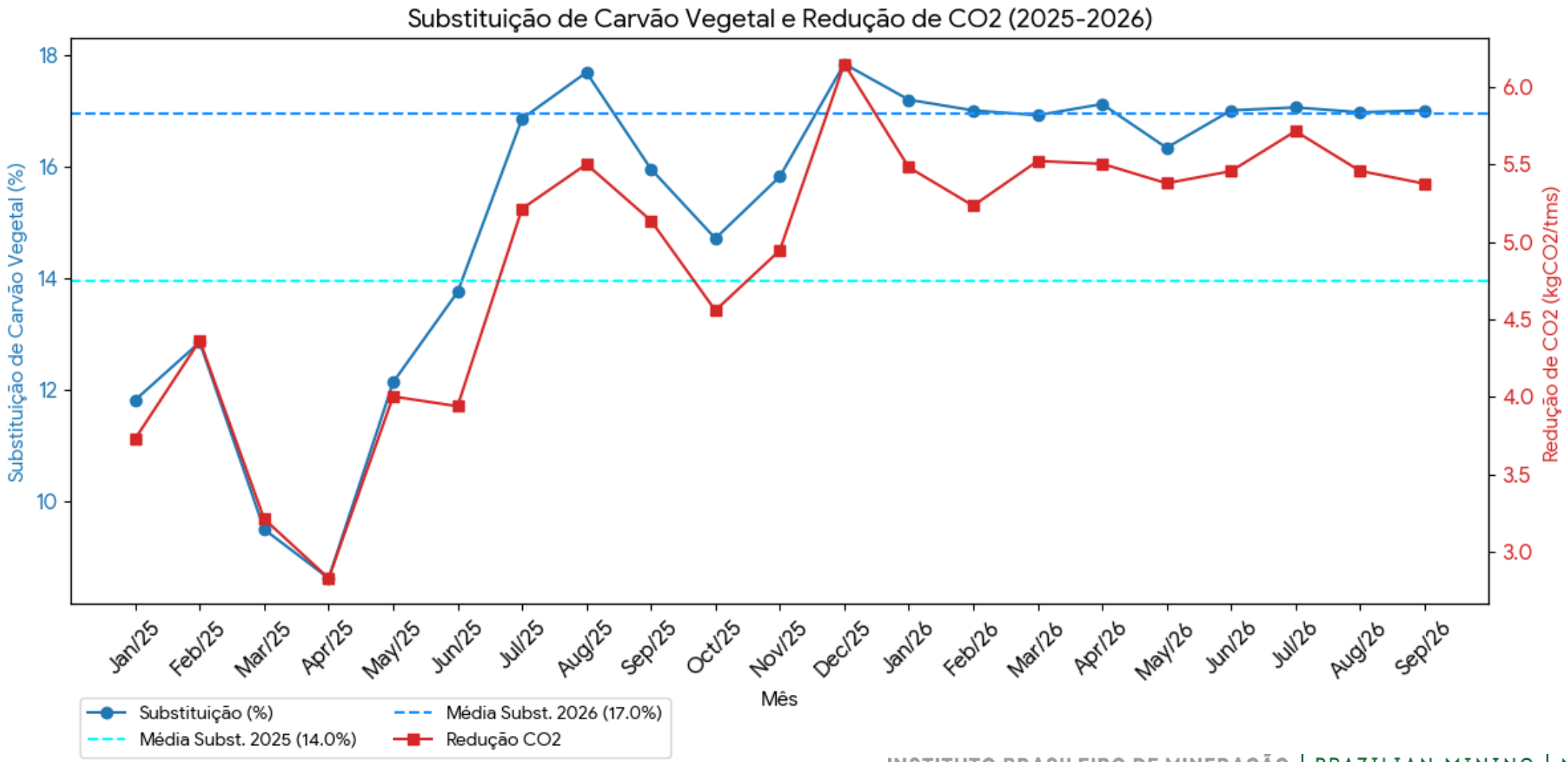


Gotas no estado líquido saindo do queimador

- ✓ **Mecanismos de 187 reações** de geração de NOx foi reduzido para conseguir ser executado
- ✓ **Chama mais afastada em comparação ao Gás Natural,** devido a evaporação das gotas
- ✓ **A chama do Bio-óleo** tende a ficar mais **próxima do leito** que a do Gás Natural/OC1A.
- ✓ **Temperatura ficou bem distribuída** ao longo da Superfície do refratário para ambos os combustíveis

Resultados – Biocarbono

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



Resultado – Biocarbono

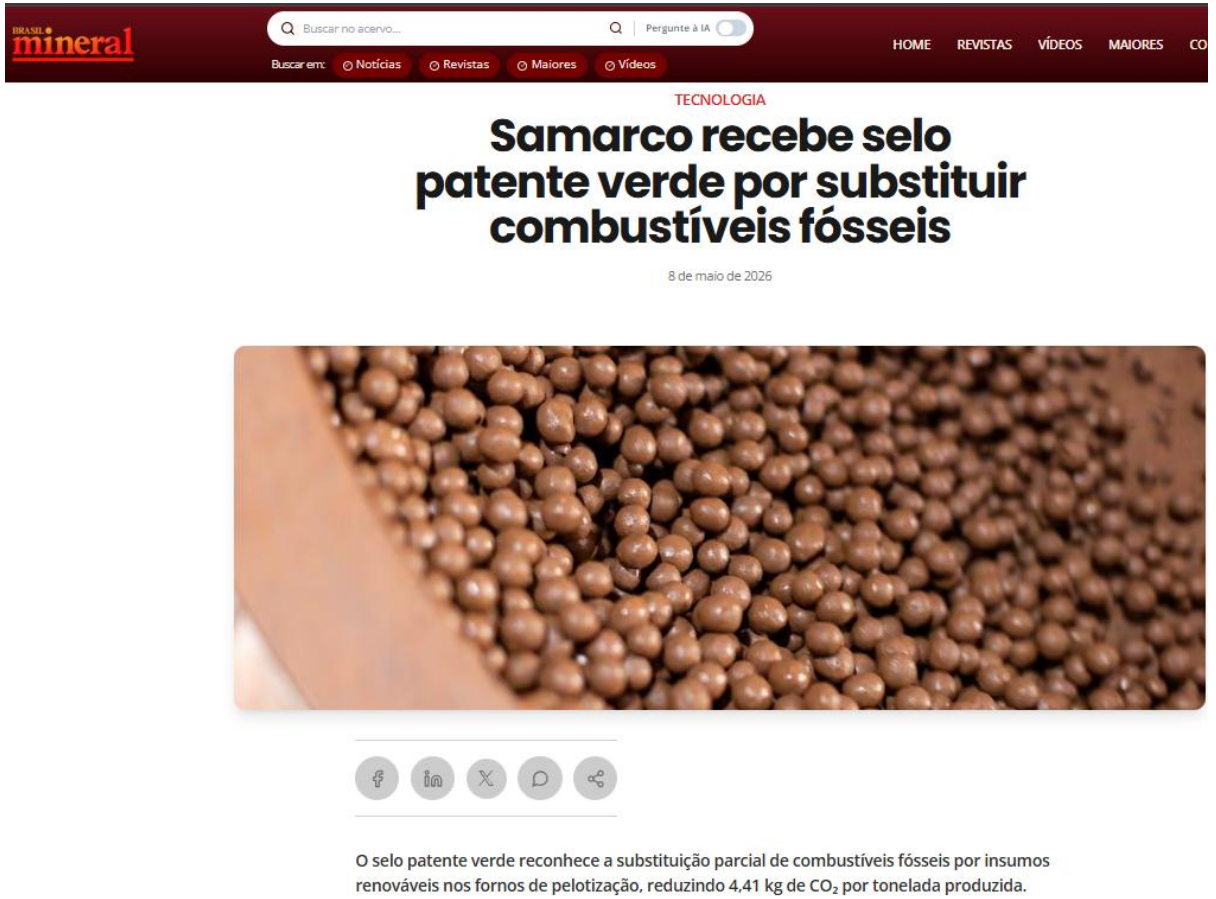
PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026

- ✓ Redução de **5,46 kgCO2/ton de pelota** no indicador de descarbonização em 2026

- ✓ **Deixam de ser emitidas 54.413 ton de CO_2** da atmosfera em **2026** por fontes fósseis

PATENTE PROTOCOLADA E APROVADA





Brasil mineral

Buscar no acervo... | Pergunte à IA

Buscar em: Notícias | Revistas | Maiores | Vídeos

HOME | REVISTAS | VÍDEOS | MAIORES | CO

TECNOLOGIA

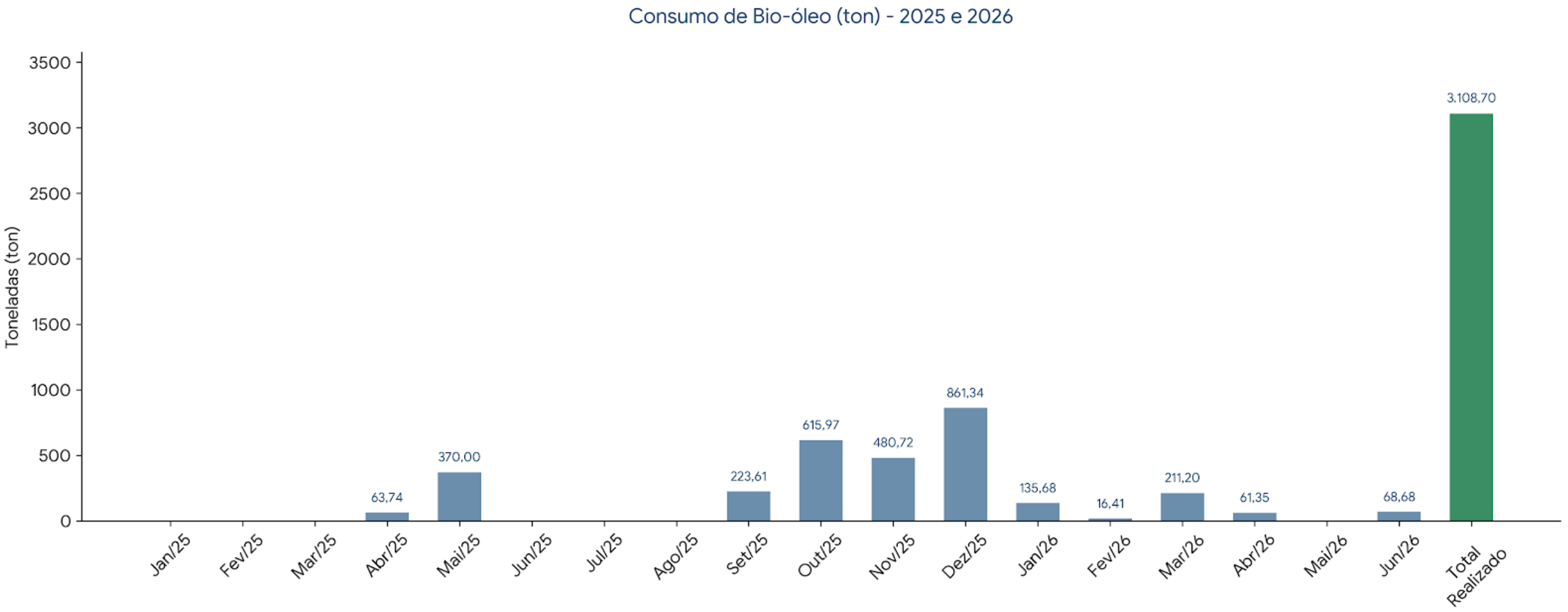
Samarco recebe selo patente verde por substituir combustíveis fósseis

8 de maio de 2026

O selo patente verde reconhece a substituição parcial de combustíveis fósseis por insumos renováveis nos fornos de pelotização, reduzindo 4,41 kg de CO_2 por tonelada produzida.

Resultados – Bio Óleo

PRÊMIO BOAS PRÁTICAS NA MINERAÇÃO DO BRASIL 2026



Resultados – Bio Óleo



- ✓ **Consumo de 3.108 ton de Bio óleo em 2025 e 2026**
- ✓ Substituição parcial do Gás natural consumido nas Usinas de pelotização **(ritmo de substituição de cerca de 8% em relação ao Gás natural)**
- ✓ **Deixam de ser emitidas, por fontes fósseis, 4.108 ton de CO_2** da atmosfera em 2025 e 2026
- ✓ Redução de **0,3 a 0,5 kgCO_2/ton de pelota** no **principal indicador de descarbonização da Samarco**)

Resultados – Bio Óleo

Potencial de Retorno

Potencial de retorno do Bio-óleo

- Custo do Bio óleo (em R$/ kcal – poder calorífico) equiparável ao Gás natural.
- Utilização de bio-óleo renovável (redução do consumo de gás natural - fóssil);
- Segurança operacional em caso de redução do fornecimento de gás natural por parte da concessionária;
- Benefícios com a redução de emissões de CO_2 **(podendo chegar a 2 KgCO_2/tms).**

Potencial de Escalabilidade

Pelotizações I, II, III e IV em UBU

- Projeto pode ser ampliado para a Usina IV **(IMEDIATO).**
- Projeto pode ser ampliado para as Usinas I e II **(com CAPEX)**

Originalidade

Primeira pelotização a usar Bio-óleo no Brasil

- Samarco é a **pelotização pioneira no uso Bio-óleo renovável do Brasil**
- **Processo de patente no Brasil** sendo discutido de ser implementado

IBRAM | 50 ANOS
MINERAÇÃO DO BRASIL

OBRIGADO!

Raphael Medeiros (Eng processos) -> raphael.medeiros@samarco.com
Macia Bragato (Meio ambiente) -> marcia.bragato@samarco.com
Helbert (Suprimentos) -> helbert.souza@samarco.com
José Roberto (operações) -> jose.egidio@samarco.com