CONTROL ROOM RIO

PIPELINE SUMMIT 2026

Título da Apresentação: *Inteligência Artificial aplicada à Logística Diária - SOMA.AI*

Jorge Aguilera| Consultor de Engenharia Logística
TAG

PIPELINE BRAZIL

RIO DE JANEIRO, 21 E 22 DE OUTUBRO DE 2026

Dimensão/Dimension: Operacional
Tema/Theme: Inteligência Artificial aplicada à Logística Diária - SOMA.AI

Sumário / Agenda

1. **Introdução / Introduction**
   Um problema multivariável: O que é “Ótimo”?
2. **Estruturando a Solução**
   Formulação do problema multivariável
3. **Nossa Solução**
   Resolvendo o problema multivariável
4. **Conclusões / Conclusions**

CONTROL ROOM RIO
PIPELINE SUMMIT 2026

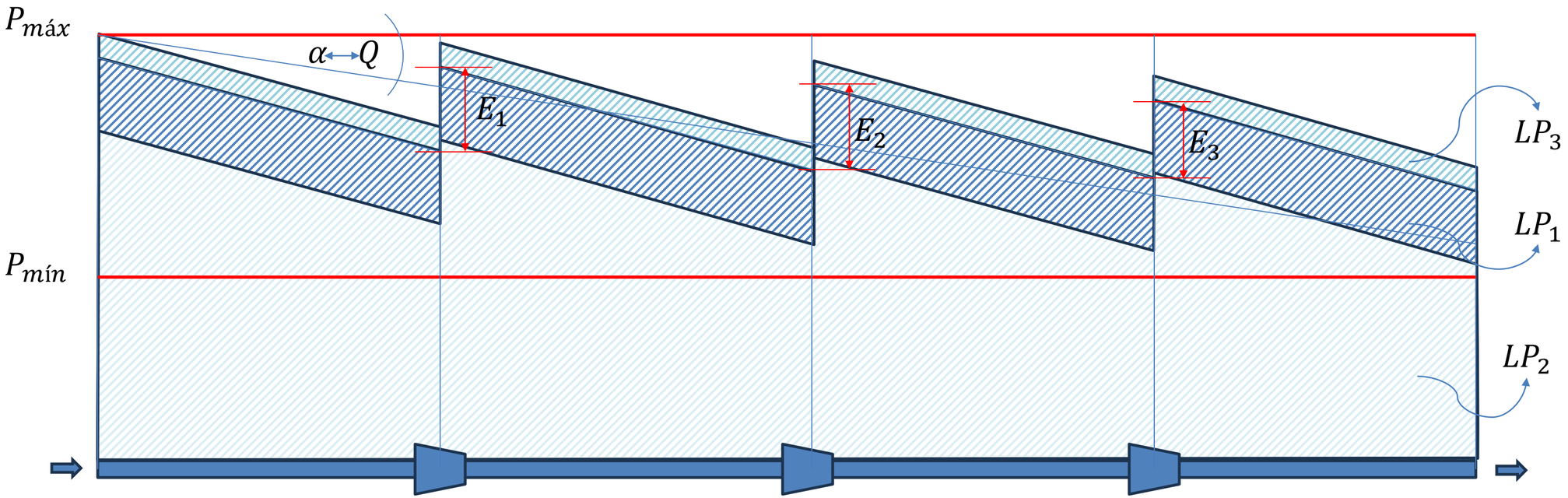
21 e 22/10/2026

Hotel Florida, Rio de Janeiro

TAG

1. Introdução / Introduction

Um problema multivariável: O que é “Ótimo”?

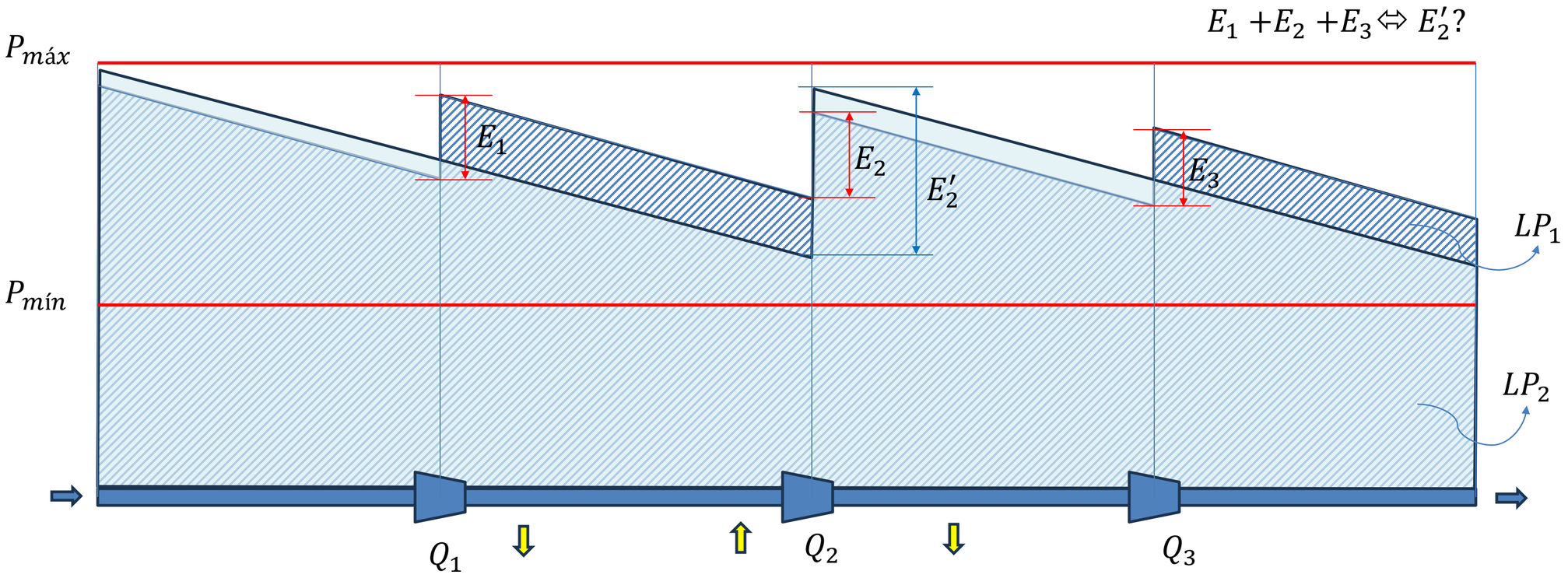


$$CO_{2_n} = f(E_n) \qquad E_t = \sum_i E_i \rightarrow CO_{2_t} = f(E_t)$$

$$Objetivo: minimizar\ E_t\ e\ CO_{2_t}$$

1. Introdução / Introduction

Um problema multivariável: O que é “Ótimo”?

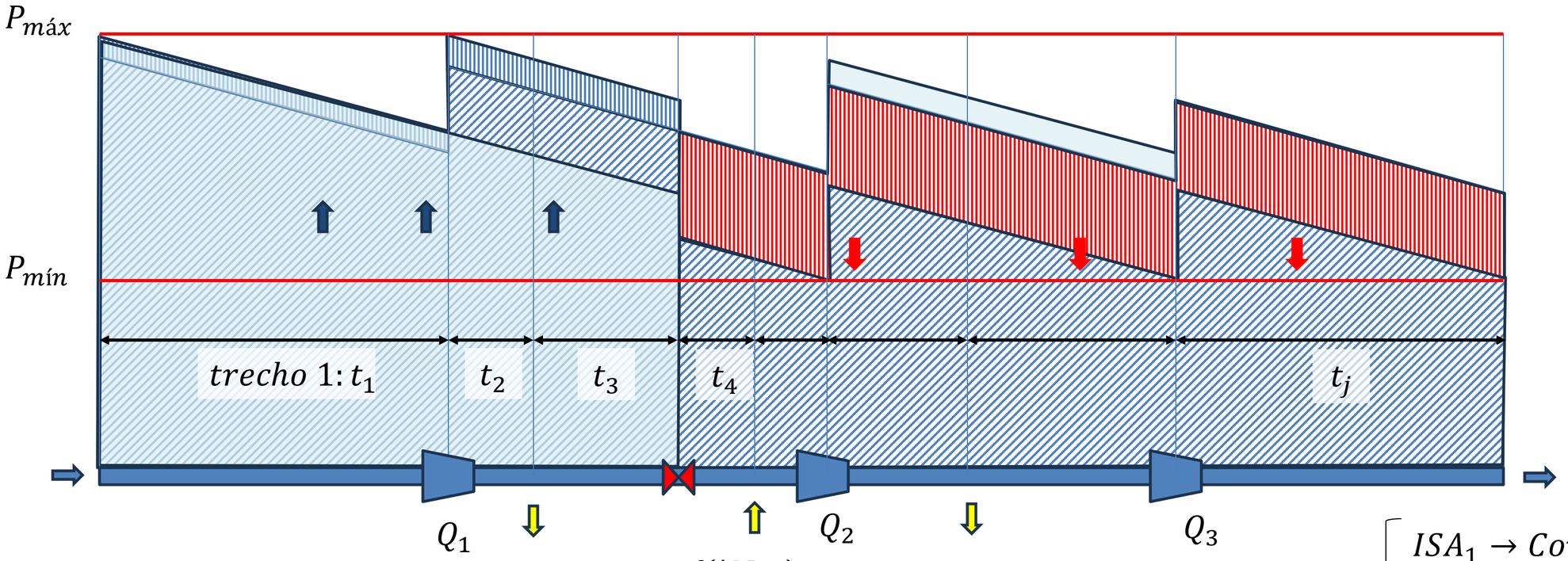


$$Indice\ de\ Energia\ Específica:\ IEE_n \Leftrightarrow {}^{E_n}/_{Q_n} \longrightarrow \sum IEE_n \Leftrightarrow IEE_2'?$$

$$CO_{2_n} \neq f(IEE_n) \qquad Objetivo: minimizar\ \sum IEE_n\ e\ CO_{2_n}$$

1. Introdução / Introduction

Um problema multivariável: O que é “Ótimo”?



$$Tempo\ de\ Sobrevida:\ TSt_n \sim {}^{f(\Delta LPt_n)}/_{Qt_n}$$

$$Indice\ de\ Sobrevida:\ ISAt_n = f(TSt_n, LPt_n)$$

$$Objetivo: maximizar\ ISA$$

$$ISA = \sum \frac{ISAt_n}{n}$$

$$\begin{cases} ISA_1 \rightarrow Config\ 1 \\ ISA_2 \rightarrow Config\ 2 \\ \vdots \\ ISA_i \rightarrow Config\ i \end{cases}$$

2. Estruturando a Solução

Formulação do problema multivariável

Dados iniciais

- Programação por ponto
- Linepack inicial e programado

Variáveis de decisão

- Pressões entrada/saída
- Estações de compressão

Restrições físicas e operacionais

- Pressão máxima/mínima
- Mapa/envelope do compressor

Objetivos simultâneos

- Minimizar o IEE
- Minimizar emissões de CO_2
- Maximizar o ISA

*Na nossa visão, **ótimo** é o melhor **equilíbrio** entre os três objetivos*

Como consigo atingir os objetivos respeitando as restrições, cumprindo integralmente os dados iniciais e variando apenas as variáveis de decisão?

2. Estruturando a Solução

Formulação do problema multivariável

Dados iniciais

- Programação por ponto
- Linepack inicial e programado

Variáveis de decisão

- Pressões entrada/saída
- Estações de compressão

Restrições físicas e operacionais

- Pressão máxima/mínima
- Mapa/envelope do compressor

Objetivos simultâneos

- Minimizar o IEE
- Minimizar emissões de CO_2
- Maximizar o ISA

Problema multivariável

SOMA.AI: Otimização multivariável

- 4200 simulações hidráulicas iniciais
- 1750 cenários NSGA-II
- Frente de Pareto -> 20 melhores
- CRITIC -> ranking
- NLP -> Explica cada resultado

Algoritmos Inteligentes

3. Nossa Solução

Resolvendo o problema multivariável

Entrada de dados

tempo: menos de 2 minutos

$4.200 \rightarrow \leq 20 \rightarrow 1.750 \rightarrow 20 \rightarrow$ ranking $\rightarrow$ explicação

Resultados explicados

SOMA.AI: Otimização multivariável

- 4200 simulações hidráulicas iniciais

Filtros:

Física, restrições, eficiência

$k \leq 20$

- 1750 cenários NSGA-II

Non – dominated Sorting Genetic Algorithm II

k: Sementes

Gera cenários intermediários

- Frente de Pareto -> 20 melhores
- CRITIC -> ranking

CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation

Resultados numéricos obtidos e ordenados

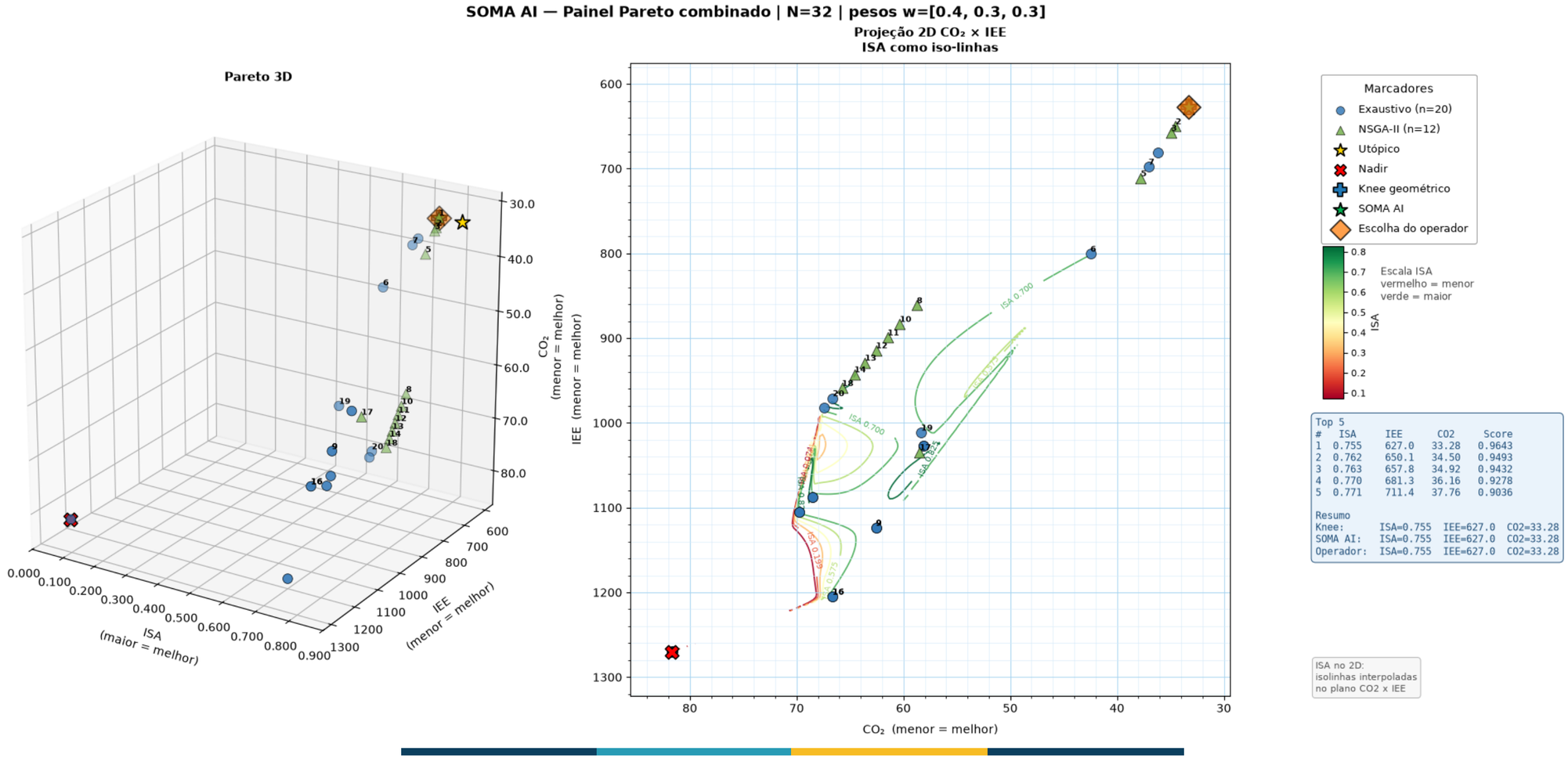
- NLP -> Explica cada resultado

Natural Language Processing

Algoritmos Inteligentes

3. Nossa Solução

Resolvendo o problema multivariável



3. Nossa Solução

Resolvendo o problema multivariável

SOMA ai - Decisão Operacional

Melhor cenário pelo SOMA AI: Op=Prado, Catu | Pd=80.0

#	Origem	Op	P0	Pd	ISA	ISA G	ISA C-C	ISA C-P	IEE	CO2	Score
1	Exaustivo	Prado Catu	79.5	80.0	0.859	0.939	0.843	0.795	1142.91	66.66	0.7530
2	NSGA-II	Prado Catu	75.0	85.25	0.893	0.985	0.901	0.795	1200.06	69.58	0.7358
3	NSGA-II	Prado Catu	75.0	85.0	0.896	0.993	0.901	0.795	1216.02	70.51	0.7272
4	NSGA-II	Prado Catu	75.0	84.75	0.898	0.999	0.901	0.795	1227.57	71.19	0.7211
5	Exaustivo	Prado Catu	77.5	82.0	0.870	0.972	0.843	0.795	1243.95	72.32	0.6977
6	Exaustivo	Prado Catu	76.5	83.0	0.876	0.991	0.843	0.795	1262.77	73.33	0.6896
7	NSGA-II	Prado Catu	82.5	80.5	0.886	0.961	0.901	0.795	1087.53	63.55	0.6475
8	Exaustivo	Piúma Catu	75.5	82.0	0.808	0.787	0.843	0.795	1366.96	72.74	0.6381
9	Exaustivo	Catu	79.0	98.0	0.043	0.000	0.128	0.000	758.47	44.92	0.6264
10	Exaustivo	Aracruz Catu	77.0	82.0	0.826	0.841	0.843	0.795	1979.90	70.72	0.5091

```
Ativos operando: Prado, Catu
Configuração: Cenário #1: Op=Prado, Catu | Pd=80.0 | P0=79.5
Origem:           Exaustivo

Pressões Piúma:   78.04 | 78.04 | kgf/cm² | Não operando
Pressões Aracruz: 77.27 | 77.27 | kgf/cm² | Não operando
Pressões Prado:   74.62 | 80.00 | kgf/cm² | Operando
Pressões Catu:    74.70 | 88.00 | kgf/cm² | Operando

ISA:              0.859
ISA Gasene:       0.939
ISA Catu-Cabo:    0.843
ISA Cabo-Pecem:   0.795
IEE:              1142.91 kw/MMmcd
CO2:              66.66 t/d
Empacotamento:    70.73 MMmc

📊 Análise:
SÍNTESE EXECUTIVA
O cenário representa um compromisso: melhora adequação do suprimento, mas penaliza desempenho energético, emissões.

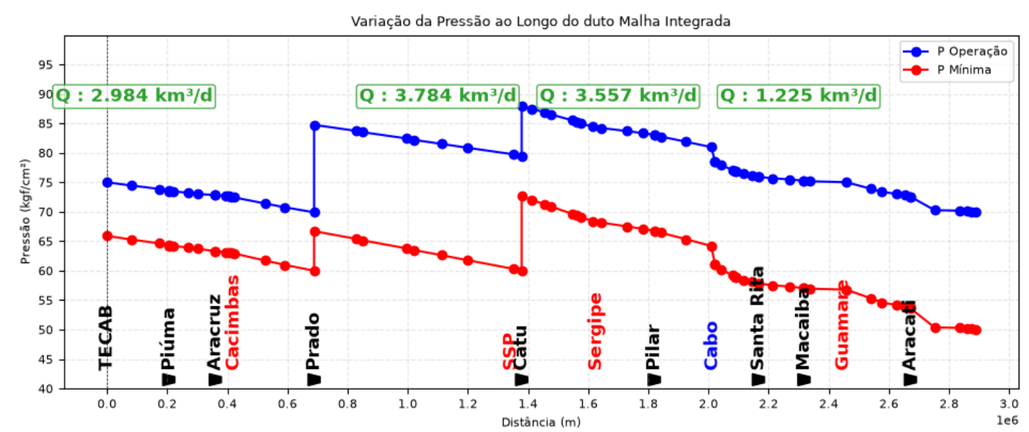
COMPARAÇÃO COM O CENÁRIO DE REFERÊNCIA
- ISA: 0.859 (+1909.6% vs. referência), variação favorável ☑.
- IEE: 1142.910 kW/MMmcd (+50.7% vs. referência), variação desfavorável ⚠.
- CO2: 66.659 t/d (+48.4% vs. referência), variação desfavorável ⚠.

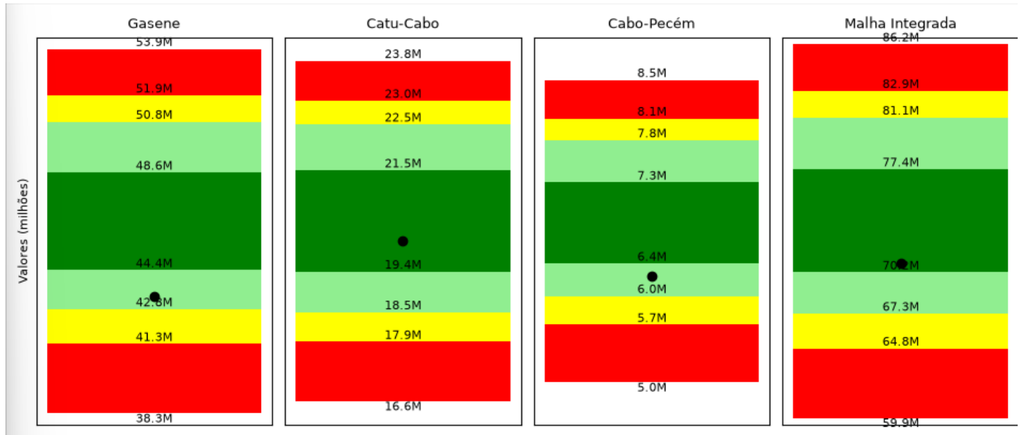
LEITURA OPERACIONAL
- Empacotamento:  = 70.69 MMm3.
- Gasene: ISA = 0.939 (adequado ☑).
- Catu-Cabo: ISA = 0.843 (adequado ☑).
- Cabo-Pecem: ISA = 0.795 (adequado ☑).
```

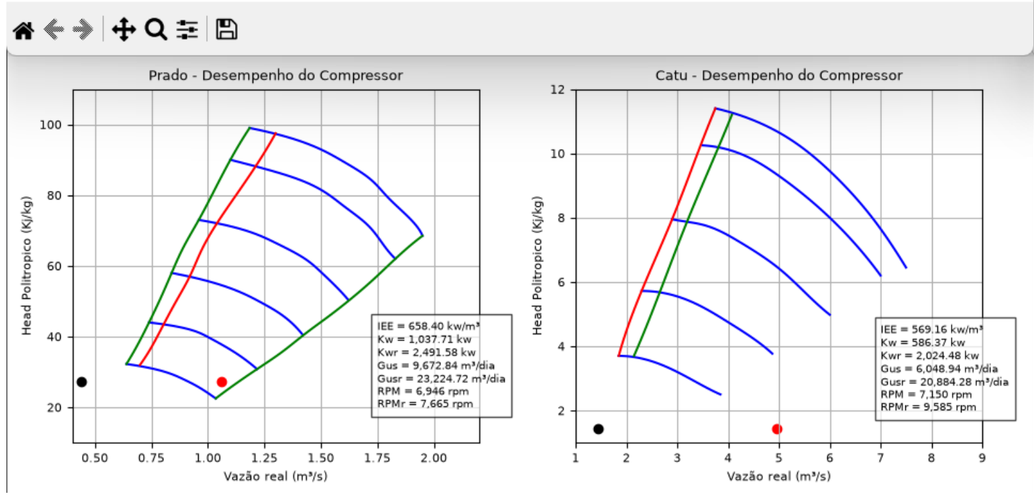
Selecionar cenário | Confirmar

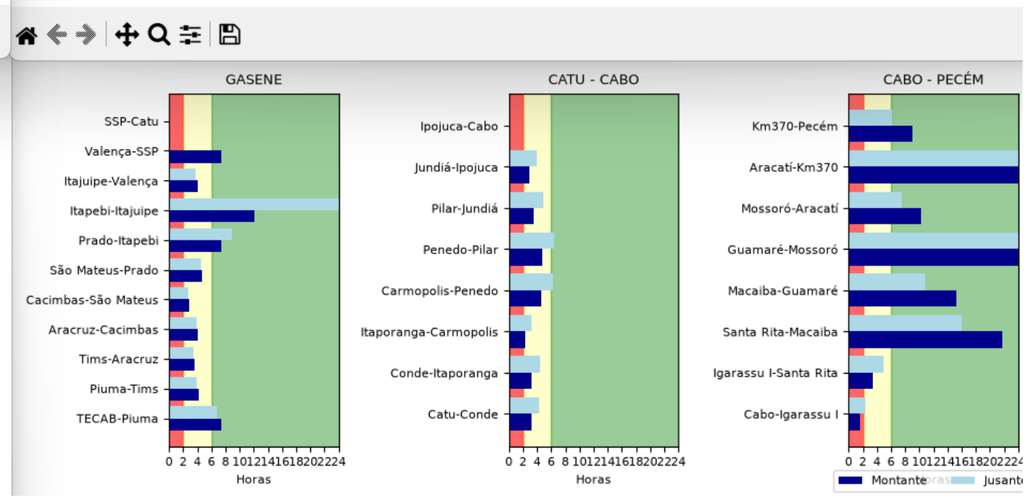
3. Nossa Solução

Resolvendo o problema multivariável









4. Conclusões / Conclusions

Modelos hidráulicos já existem. A contribuição do SOMA.AI está em: explorar milhares de combinações e identificar as alternativas viáveis, eficientes e adequadas.

- **O desafio não é simular a rede, e sim decidir:** o ótimo operacional é o melhor equilíbrio entre IEE, emissões de CO_2 e ISA.
- **A simulação hidráulica garante a viabilidade física;** a otimização multiobjetivo explora o espaço de decisão e identifica a fronteira de Pareto.
- **O CRITIC ordena as alternativas não dominadas** sem pesos arbitrários, e o NLP explica cada resultado.
- **O ISA vai além da viabilidade do linepack:** avalia a adequação de cada trecho a partir do tempo de sobrevida e do linepack.
- **A recomendação é rastreável e explicável;** a decisão final continua com o engenheiro.

Do problema multivariável a uma recomendação operacional explicada: o SOMA.AI transforma a simulação hidráulica em um processo auditável de apoio à decisão.

PIPELINE BRAZIL

pipelinebrazil.com/

linkedin.com/company/pipelinebrazil

instagram.com/pipelinebrazil

CONTROL ROOM RIO
PIPELINE SUMMIT 2026

Obrigado/Thanks

Nome/Name: Jorge Aguilera

Empresa/Company: TAG

Email: jorge.aguilera@ntag.com.br