Encontro Nacional do Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP - 2026

# Aplicação de Simulação para a Otimização de Processos na Indústria de Óleo e Gás

## Estudos de Caso em Processo Logístico de Uma Petroquímica e Armazenamento de Nafta de Uma Refinaria


Luiz Hanrry Nunes Araújo

Orientador: Prof. Dr. Márcio José das Chagas Moura


**PRH 38**

**Tipo de bolsa: Graduação**


**Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)**


Gestão:

# MOTIVAÇÃO

## PETRÓLEO E GÁS NO BRASIL

**43,6%**

da oferta interna de energia do país vem de **petróleo (34,0%)** e **gás natural (9,6%)**.

Fonte: EPE, Balanço Energético Nacional 2025 (ano-base 2024).



### Mudar a planta real é caro e arriscado

Parar a produção para testar uma ideia não é opção.



### Simulação é um laboratório virtual

Testar regras, fluxos e arranjos sem tocar na operação.



### Decisão apoiada em dados

Séries reais da operação e múltiplas replicações.

# METODOLOGIA APLICADA

**Mesma metodologia nos dois casos** - ferramenta: *FlexSim* (*Process Flow* e *FloWorks*)

## 01

### Modelagem conceitual

Entender o sistema junto com quem opera.

## 02

### Análise de dados

Séries reais da operação → distribuições ajustadas.

## 03

### Modelagem e validação

Modelo no *FlexSim*; saídas comparadas com o histórico.

## 04

### Experimentação

Cenários testados com múltiplas replicações.

# PARADIGMAS DE SIMULAÇÃO

## Eventos discretos

Exemplo: fila de atendimento · usado no Caso 1

O estado muda aos saltos, em eventos: alguém chega, um atendimento termina. Entre dois eventos, nada muda.

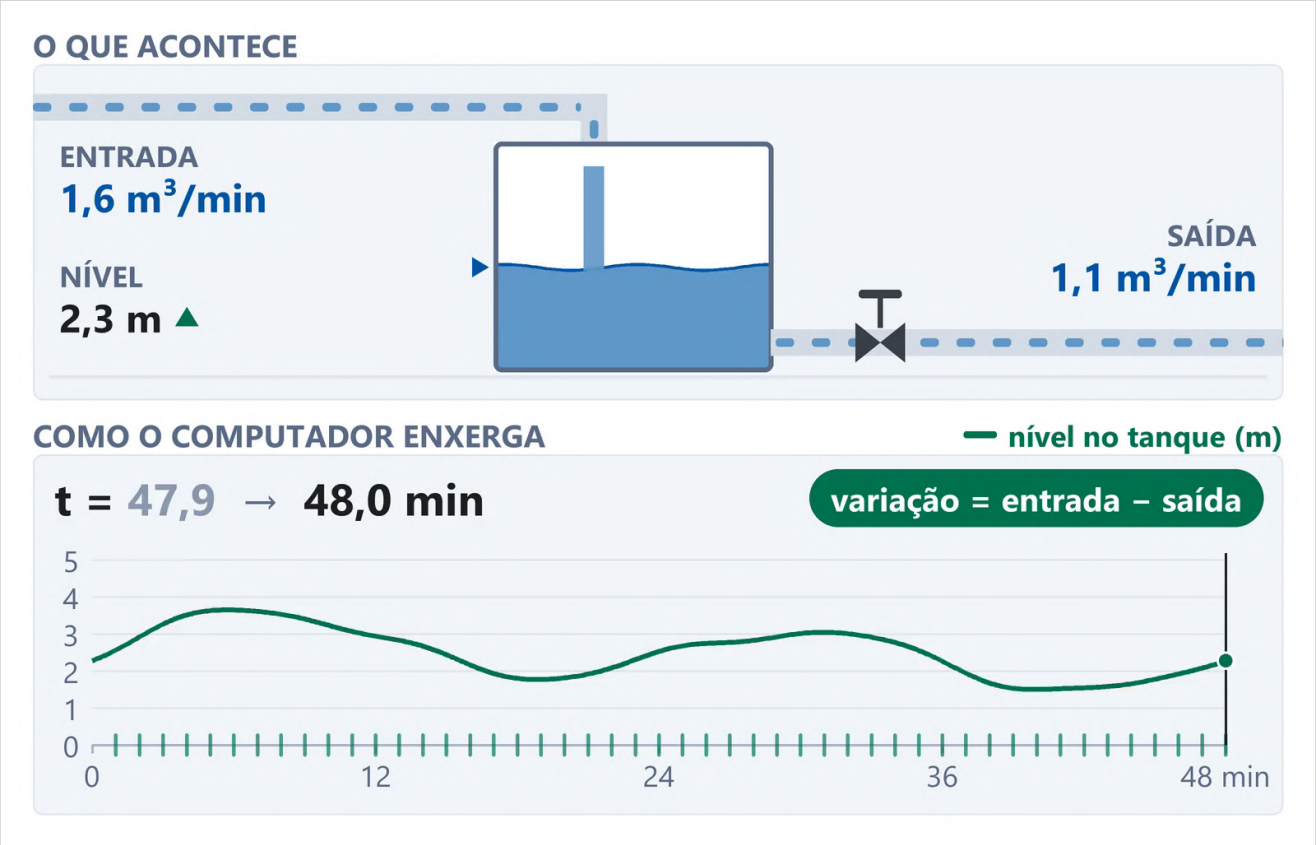


# PARADIGMAS DE SIMULAÇÃO

## Simulação contínua

Exemplo: tanque com entrada e saída · usado no Caso 2

O estado muda o tempo todo: o nível sobe e desce conforme a vazão que entra e a que sai.






PRÓXIMA PARADA

# Agora, a refinaria

um problema de outra natureza

**Caso 1 · Refinaria**
armazenamento de nafta

**Caso 2 · Petroquímica**
expedição de caminhões

Mapa ilustrativo gerado com IA — não representa a localização real

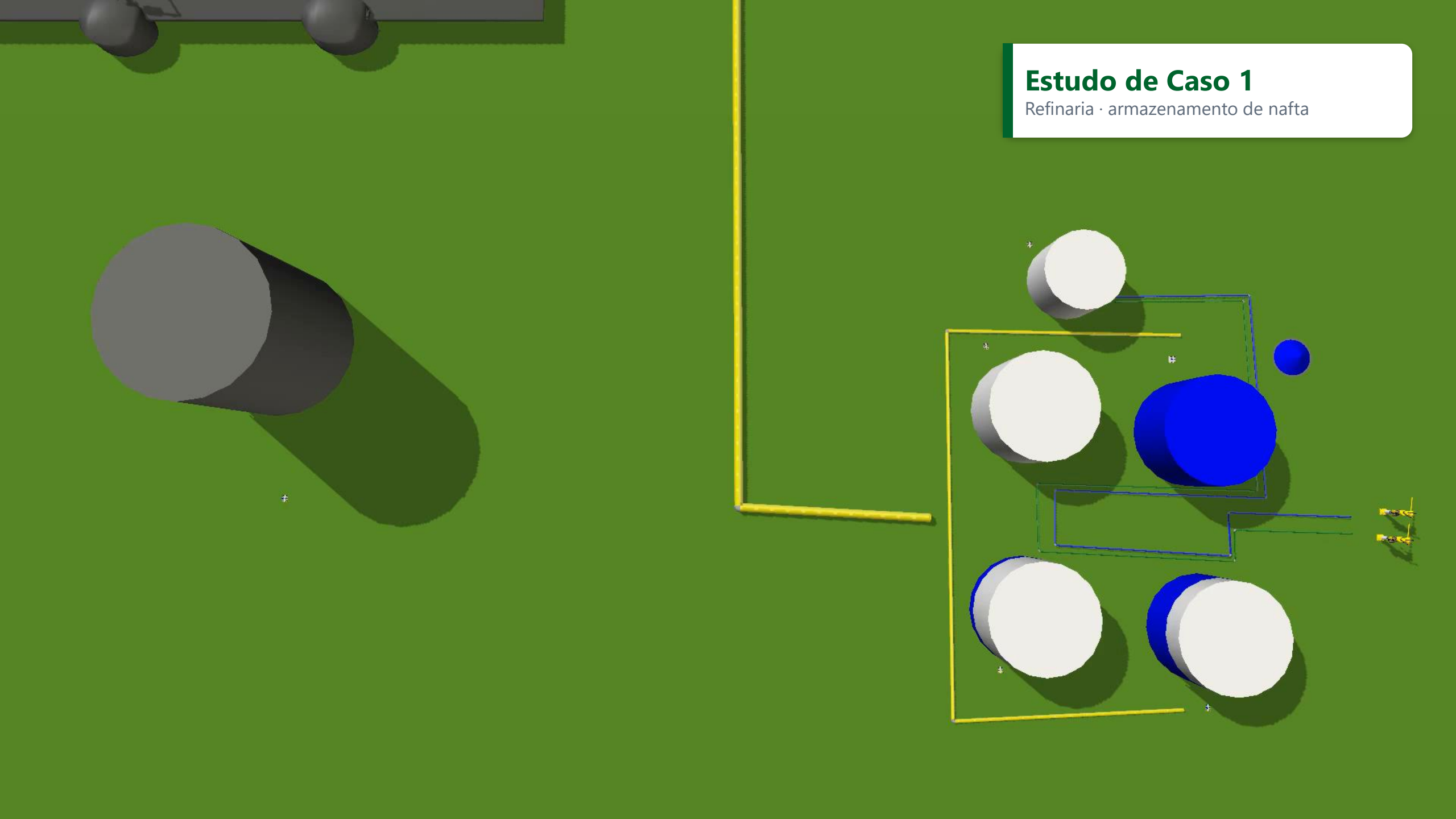


# Estudo de Caso 1

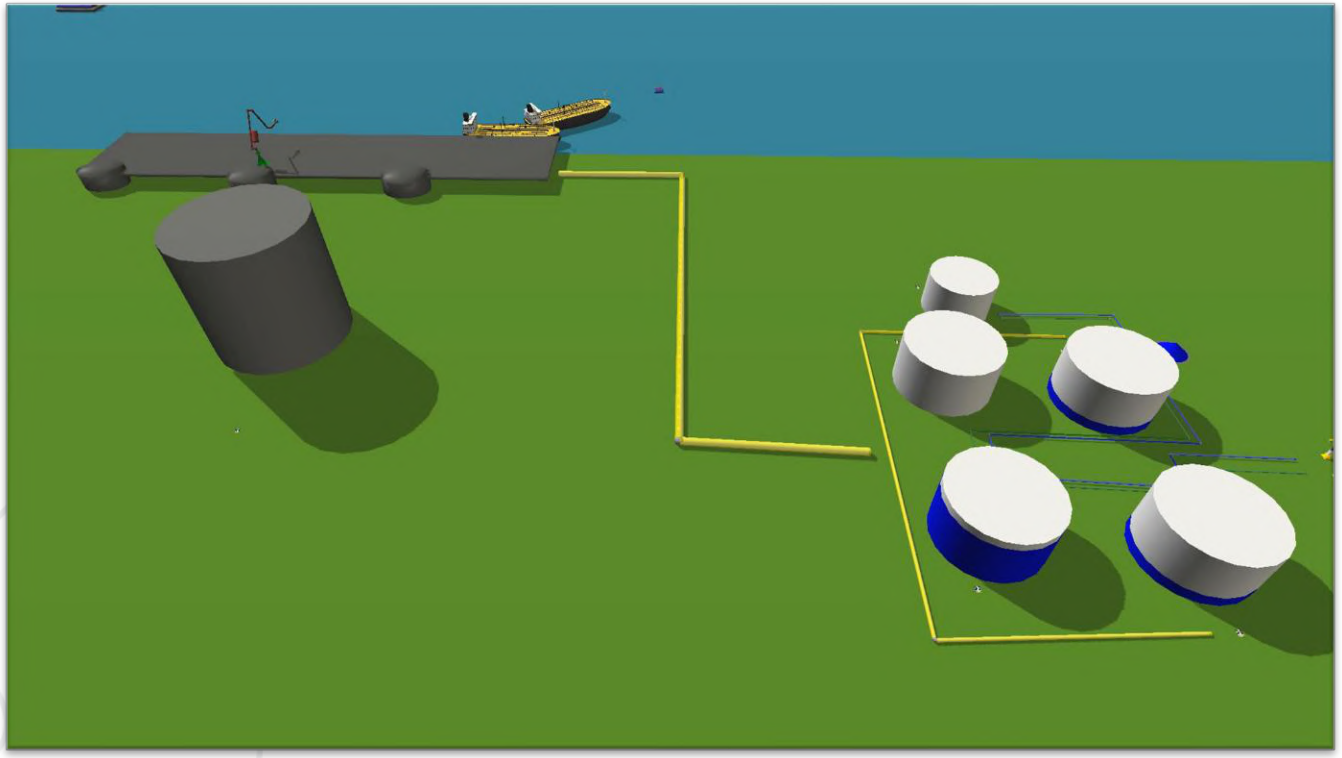
Refinaria · armazenamento de nafta

# Estudo de Caso 1

Refinaria · armazenamento de nafta



# CASO 1 - O SISTEMA



**1 Duas correntes de nafta**
Hidrotratada (HDT) e de destilação direta (DD).

**2 Tanques**
Um tanque "pulmão" distribui a mistura para quatro tanques de 25.000 $m^3$.

**3 Certificação e navio**
Lotes de 40.000 $m^3$ (2 tanques) esperam de 1 a 10 dias pelo navio.

**4 Limite de DD**
A DD só entra até um percentual; o excedente vai ao tanque intermediário.

**4 × 25 mil $m^3$**
tanques principais

**40 mil $m^3$**
por navio (2 tanques)

**10,7 mil $m^3$**
tanque intermediário

**~15%**
limite atual de DD

**A pergunta:** qual o impacto da mudança de aceitação de nafta DD na mistura final?

# CASO 1 – Desenvolvimento do Modelo

A Partir de um modelo anterior do grupo e torná-lo mais robusto, validá-lo e rodar os experimentos.

1. **Process Flow por tanque**
   No lugar de um fluxo único: menos rodadas inviáveis.

2. **Tanques "dummy"**
   Rastreiam a fração de DD dentro de cada tanque.

3. **Tanque auxiliar de despacho**
   Mede o lote que de fato foi exportado.

## DADOS

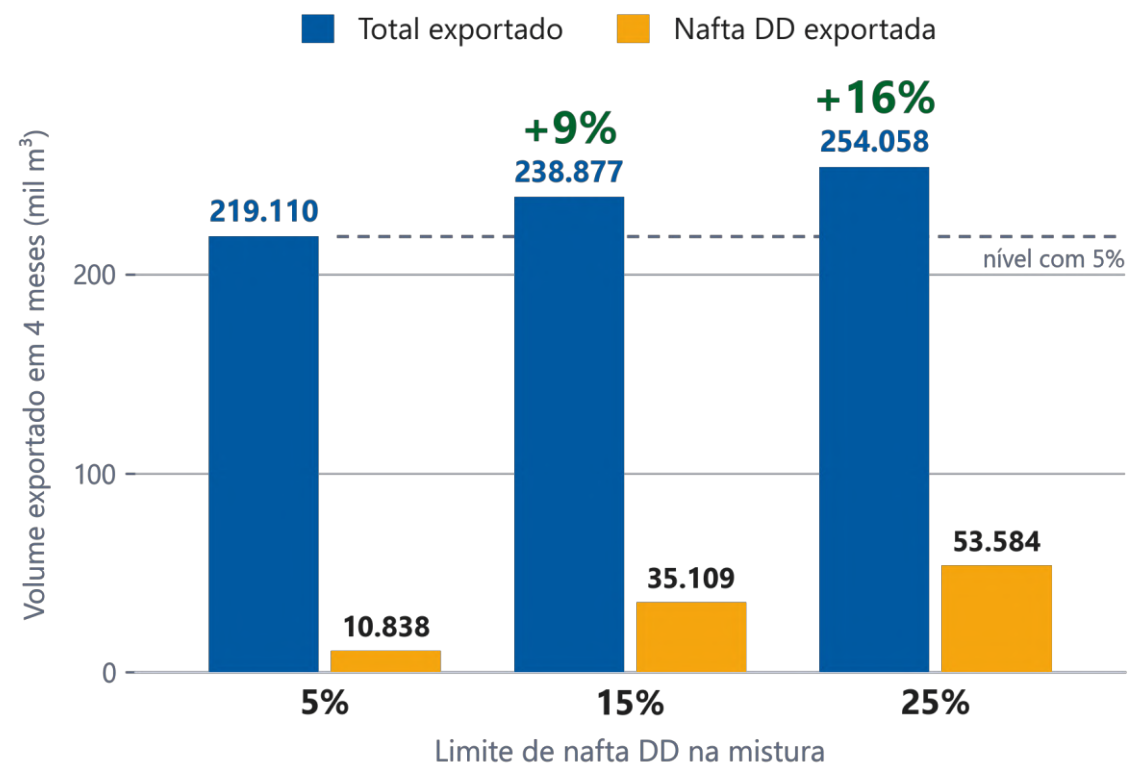
Vazões diárias reais das duas correntes: HDT ajustada por Cauchy, DD por exponencial (reflete os dias sem produção).

## VALIDAÇÃO · 2.000 replicações de 4 meses

**−1,0%** na vazão (2.123 × 2.145 $m^3/d$)

**−7,5%** no número de navios (5,18 × ~5,6)

# CASO 1 - RESULTADOS




2.000 replicações de quatro meses por cenário.

**+16%** de volume exportado ao passar o limite de DD de 5% para 25%

**+6%** partindo do limite atual (~15%) para 25%

**96–97%** das replicações cabem nos 10.700 $m^3$ do tanque intermediário

**Atenção:** com 25%, o lote médio sai com 21% de DD, acima do limite atual. O ganho depende de rever especificação e contratos.

ONDE ISSO ACONTECE

# Dois estudos de caso,

um mesmo polo industrial




**Caso 1 · Refinaria · Concluído**
armazenamento de nafta

**Caso 2 · Petroquímica**
expedição de caminhões

Mapa ilustrativo gerado com IA — não representa a localização real

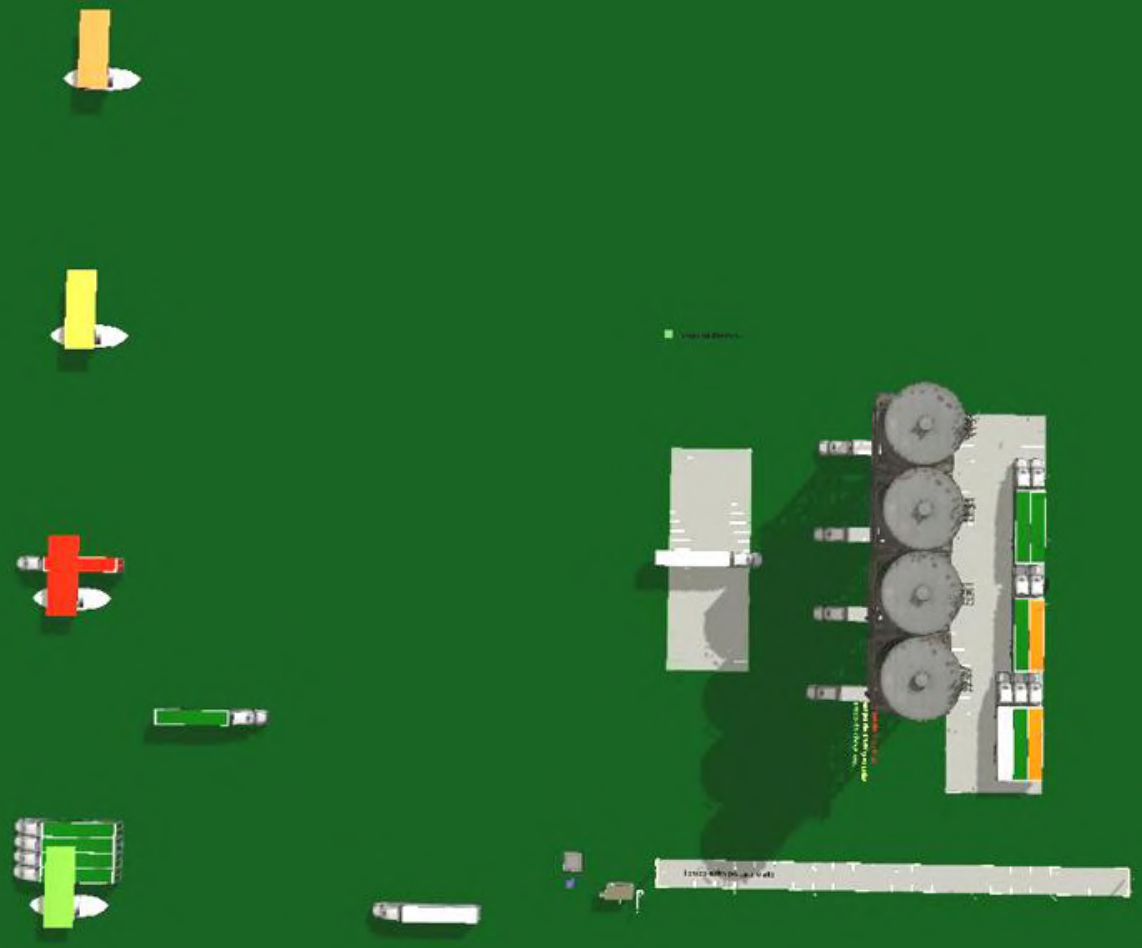


# Estudo de Caso 2

Petroquímica · expedição rodoviária

# Estudo de Caso 2

Petroquímica · expedição rodoviária



# CASO 2 - O SISTEMA



**4**
silos em paralelo

**2**
tipos de caminhão

**~48**
caminhões por dia

**~3,9 h**
de cada caminhão na planta

1. **Portaria e pátio**
   Caminhões esperam por um silo livre; o tipo Drybulk tem prioridade.

2. **Silo**
   Check-in → carregamento → check-out; o silo fica ocupado do início ao fim.

3. **Faturamento e saída**
   Nota emitida, o caminhão segue para o cliente.

4. **Retorno**
   Descarrega no cliente e volta: o processo é um ciclo.

**A pergunta:** como carregar mais caminhões por dia sem construir um novo silo?

# CASO 2 – Desenvolvimento do Modelo

**Minha colaboração:** análise de dados, desenvolvimento do modelo e testes de cenários, em trabalho de equipe.

**DADOS**

## 1.493

registros reais de outubro de 2025: GPS com cercas virtuais, controladores dos silos e portaria → distribuições ajustadas.

**MODELO**

## 3 etapas

FlexSim · Process Flow: chegada, silo e deslocamento até o cliente.

**VALIDAÇÃO**

## 4,6%

de erro: 49,9 caminhões/dia simulados × 47,7 reais (250 replicações).

**CENÁRIOS**

## AS-IS → TO-BE

check-in mais curto, portaria automática, nova saída e o redesenho das atividades no silo.

# CASO 2 - RESULTADOS

1

## Simulação

O gargalo não é o silo, é o processo: com o check-in 30% mais curto, o caminhão fica 11% menos tempo na planta (2,96 → 2,64 h).

2

## Redesenho implantado

Pré-check-in com checklist na fila, ar comprimido junto à plataforma e comunicação direta operador–conferente.

3

## Resultado na operação

+10% de eficiência logística no 6º mês e +40% de capacidade de carregamento ao final do projeto.

**+40%** **de capacidade de carregamento**




carretas carregadas em 12 horas



Jornal Digital

**Indústria amplia 40% de eficiência logística após solução de inovação aberta orquestrada pelo Porto Digital**

By: Emannuel Bento / On: 21/05/2026

*Projeto conduzido por meio do DOCA HUB conectou desafio operacional a solução desenvolvida pela startup Mekatronik, gerando ganhos expressivos em unidade instalada em Suape*

Resultado do projeto como um todo, medido na operação (Jornal Digital, 21/05/2026).

# MINHA EXPERIÊNCIA NO PRH

1

### Uma disciplina

Simulação na graduação despertou o interesse.

2

### Entrada no PRH 38

Bolsa de graduação, desde setembro de 2024.

3

### Formação

Especialização em simulação e IA aplicada à indústria do petróleo.

4

### Projetos reais

O programa levou ao estágio na Mekatronik.

5

### Próximo passo

Seguir na pesquisa em simulação com o mestrado.

Ceerma.org

prh anp

38/UFPE

# Obrigado!


**Luiz Hanrry Nunes Araújo**

Luiz.hanrry@ufpe.br

www.linkedin.com/in/luiz-hanrry


## AGRADECIMENTOS


Universidade Federal de Pernambuco · CEERMA UFPE · prh anp 38/UFPE · anp · 25 anos PPGEP UFPE Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção · CNPq · CAPES · FAPESP · Mekatronik



prh anp

Gestão:

anp | FAPESP