

# Jaisson Group

## Trabalho N2 – Pesquisa Operacional

---

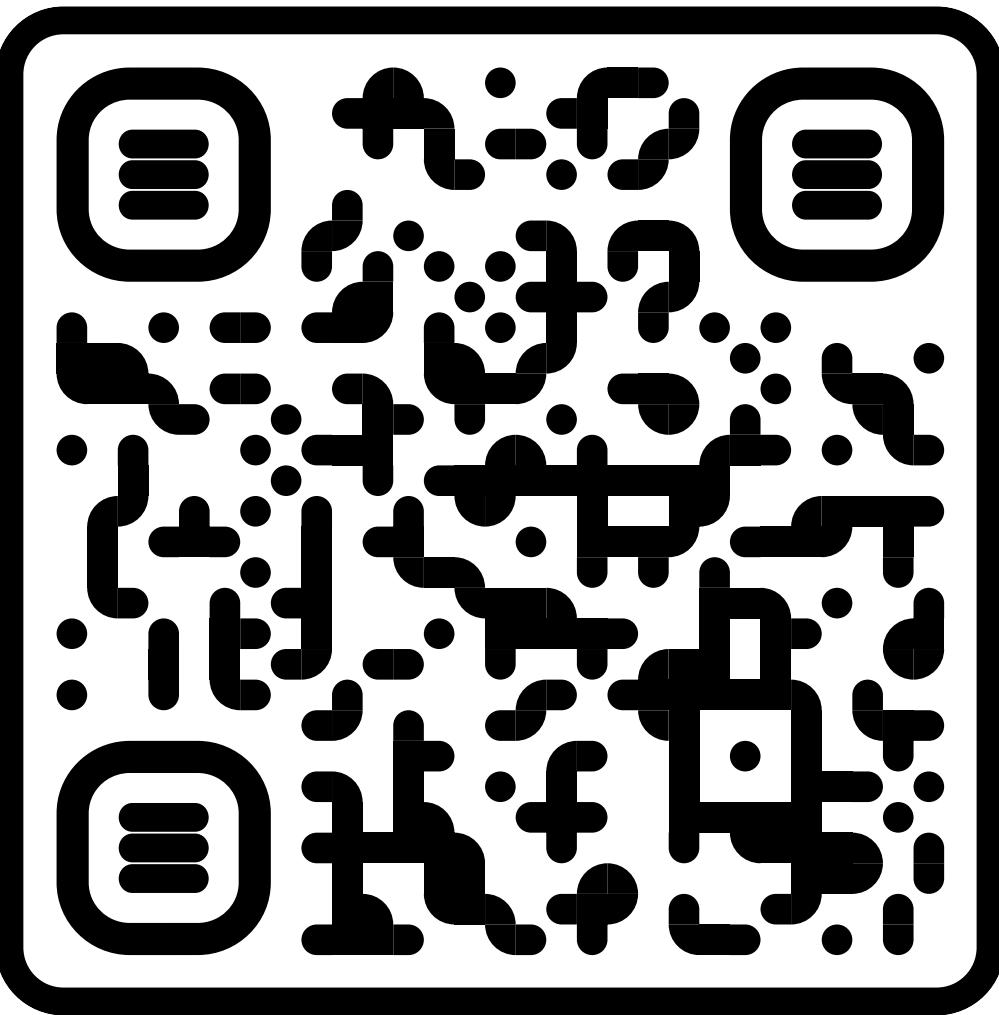
- Maruan Biasi El Achkar
  - Ricardo Falcão Schlieper
- 

Curso: Engenharia de Software  
Matéria: Pesquisa Operacional  
Professor: Jaisson Potrich dos Reis



**JAISSON**  
**GROUP**

# Jaisson Group





Holding

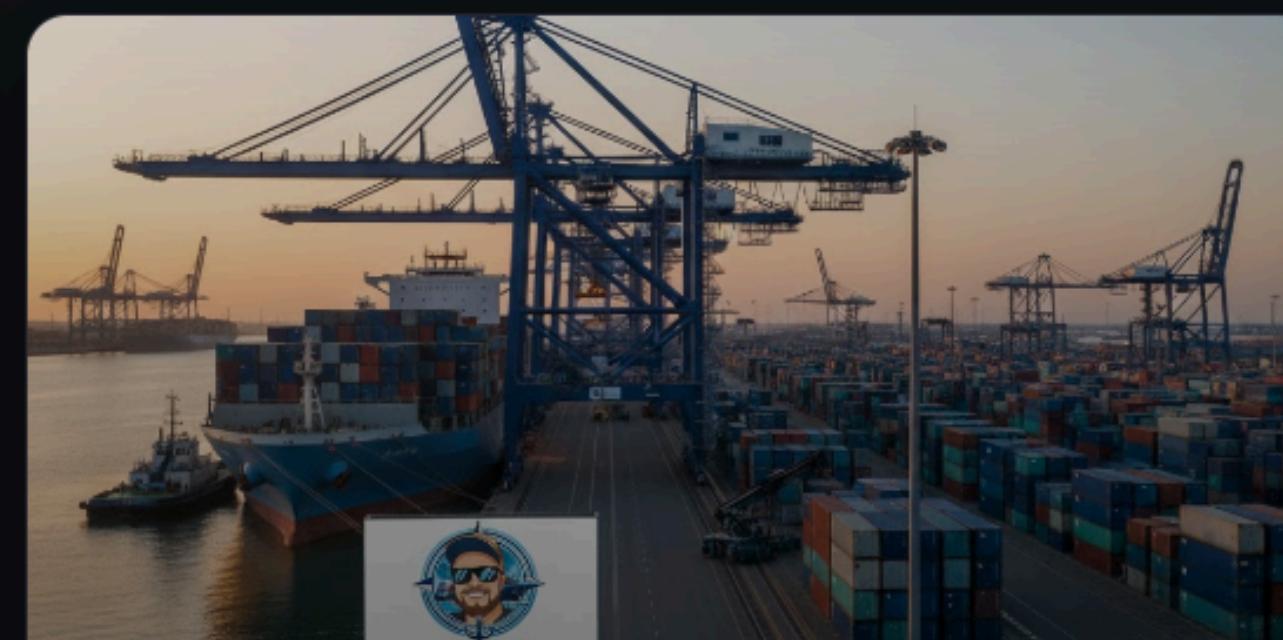
# Jaisson Group

Capital, eficiência e crescimento. Investimos e operamos negócios com obsessão por **resultado**.

[Ver unidades](#)[Ir para Jaisson Rações](#)[Ir para Jaisson Logistics](#)

## Unidades do Grupo

Duas frentes estratégicas — Rações e Logística Marítima.



Orgulho do Agro Brasileiro

# Do grão à nutrição animal, ponta a ponta com eficiência.

Integramos fazendas, agricultura, logística, produção e vendas de ração — com sustentabilidade e tecnologia — para alimentar resultados no campo.

[Conheça nossas áreas](#)

[Sobre a Jaisson](#)



**Integração  
do Campo**

Da semente  
ao cocho



**Logística  
Própria**

Rota otimizada e  
rastreável



**Produção  
de Rações**

Qualidade e  
padronização



**Sustentabilidade**

Compromisso  
com o futuro

## Nossas áreas de negócio

Explore como a Jaisson Rações atua em toda a cadeia do agronegócio.



# Nossas áreas de negócio

Explore como a Jaison Rações atua em toda a cadeia do agronegócio.



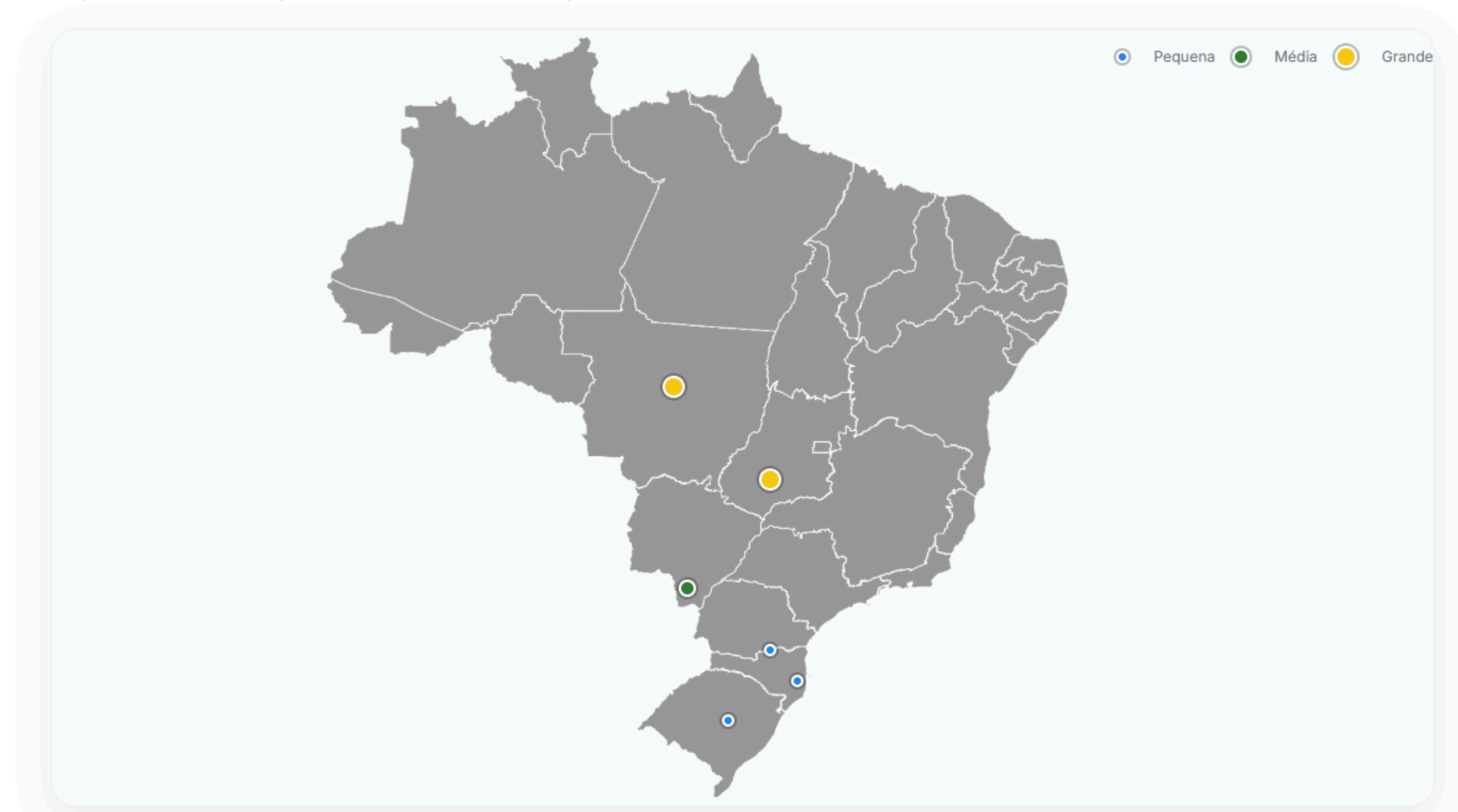
## Sustentabilidade como estratégia

Redução de emissões, cuidado com o solo e programas sociais locais. Crescer é também regenerar.

[Nossas iniciativas](#)

# Mapa das Fazendas

Clique em um marcador para rolar até a fazenda correspondente.





## Fazenda Maruim

**Localização:** Corupá – SC

**Área:** 300 ha

**Porte:** Pequena

Alta água Ácido Argilosa Frio Baixa radiação

Média fertilidade

A primeira fazenda da Jaisson Rações, com 300 hectares de solo argiloso e um clima frio e equilibrado. Produz o melhor da região.



## Fazenda Pantanal

**Localização:** Dourados – MS

**Área:** 1.200 ha

**Porte:** Média

Alta água Básico Arenosa Quente Alta radiação

Baixa fertilidade

Rodeado de pantano, jacares e oncas pintadas, a fazenda Pantanal, com 1.200 hectares de solo arenoso e um clima quente e radiação intensa. Destino perfeito para quem quer plantar grãos e pescar nas horas vagas.



## Fazenda Gaúcha

**Localização:** Passo Fundo – RS

**Área:** 400 ha

**Porte:** Pequena

Alta água Ácido Argilosa Frio Média radiação

Alta fertilidade

No coração gaúcho, a fazenda Gaúcha, com 400 hectares de solo argiloso e um clima frio e equilibrado. Produz grãos bons tchê.



## Fazenda Cerrado

**Localização:** Sorriso – MT

**Área:** 2.500 ha

**Porte:** Grande

Média água Básico Arenosa Quente Alta radiação

Baixa fertilidade

Na beira da floresta amazônica, a fazenda Cerrado, com 2.500 hectares de solo arenoso e um clima quente e radiação intensa. Destino perfeito para quem quer desmatar a floresta mais importante do mundo em troca de mais espaço para agricultura.



## Fazenda Campos Gerais

**Localização:** Ponta Grossa – PR

**Área:** 500 ha

**Porte:** Pequena

Média água Ácido Argilosa Frio Média radiação

Média fertilidade

Nos campos Gerais do Paraná, a fazenda Campos Gerais, com 500 hectares de solo argiloso e um clima frio e equilibrado. Produz muitos grãos.



## Fazenda Capital

**Localização:** Rio Verde – GO

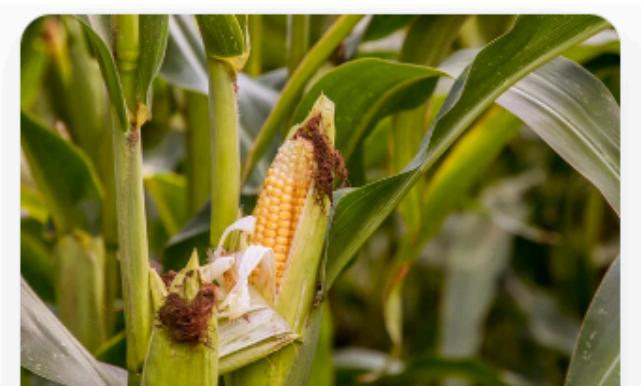
**Área:** 2.200 ha

**Porte:** Grande

Média água Básico Arenosa Quente Alta radiação

Baixa fertilidade

Perto da Capital Brasília, a fazenda Capital não foi criada por Juscelino Kubitschek, mas sim por Jaisson, que desbravou o velho oeste brasileiro em busca de ricas terras para seus grãos.



### Milho

Água	<span>Alta</span>
Importância:	<span>22%</span>
pH ideal	<span>Básico</span>
Importância:	<span>13%</span>
Textura	<span>Argilosa</span>
Importância:	<span>13%</span>
Temperatura	<span>Quente</span>
Importância:	<span>22%</span>
Radiação	<span>Alta</span>
Importância:	<span>15%</span>
Fertilidade	<span>Alta</span>
Importância:	<span>15%</span>

Usado em: BC-G, BL-L, AV-P, EQ-M, OV-M, PA-PET, AQ-T

### Soja

Água	<span>Muita</span>
Importância:	<span>20%</span>
pH ideal	<span>Básico</span>
Importância:	<span>17%</span>
Textura	<span>Argilosa</span>
Importância:	<span>13%</span>
Temperatura	<span>Quente</span>
Importância:	<span>20%</span>
Radiação	<span>Alta</span>
Importância:	<span>16%</span>
Fertilidade	<span>Alta</span>
Importância:	<span>14%</span>

Usado em: BC-G, BL-L, AV-P, EQ-M, OV-M, PA-PET, AQ-T

### Sorgo

Água	<span>Pouca</span>
Importância:	<span>13%</span>
pH ideal	<span>Básico</span>
Importância:	<span>13%</span>
Textura	<span>Arenosa</span>
Importância:	<span>20%</span>
Temperatura	<span>Quente</span>
Importância:	<span>22%</span>
Radiação	<span>Alta</span>
Importância:	<span>16%</span>
Fertilidade	<span>Média</span>
Importância:	<span>16%</span>

Usado em: BC-G, BL-L, AV-P, EQ-M, OV-M, AQ-T

### Trigo

Água	<span>Média</span>
Importância:	<span>18%</span>
pH ideal	<span>Ácido</span>
Importância:	<span>18%</span>
Textura	<span>Argilosa</span>
Importância:	<span>14%</span>
Temperatura	<span>Frio</span>
Importância:	<span>22%</span>
Radiação	<span>Média</span>
Importância:	<span>16%</span>
Fertilidade	<span>Média</span>
Importância:	<span>12%</span>

Usado em: BC-G, BL-L, AV-P, EQ-M, OV-M, PA-PET, AQ-T

### Aveia

Água	<span>Média</span>
Importância:	<span>18%</span>
pH ideal	<span>Ácido</span>
Importância:	<span>18%</span>
Textura	<span>Argilosa</span>
Importância:	<span>14%</span>
Temperatura	<span>Frio</span>
Importância:	<span>22%</span>
Radiação	<span>Média</span>
Importância:	<span>16%</span>
Fertilidade	<span>Média</span>
Importância:	<span>12%</span>

Usado em: BL-L, AV-P, EQ-M, PA-PET, AQ-T

### Girassol

Água	<span>Pouca</span>
Importância:	<span>13%</span>
pH ideal	<span>Básico</span>
Importância:	<span>13%</span>
Textura	<span>Arenosa</span>
Importância:	<span>17%</span>
Temperatura	<span>Quente</span>
Importância:	<span>20%</span>
Radiação	<span>Alta</span>
Importância:	<span>17%</span>
Fertilidade	<span>Média</span>
Importância:	<span>20%</span>

Usado em: BL-L, EQ-M, OV-M, PA-PET, AQ-T

## Produção Por Fazenda (a partir dos pesos de importância)

A produção de um grão  $g$  em uma fazenda  $f$  é dada por:

$$P_{ajustada}(g, f) = P_{base}(g) \cdot \left( 1 + \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n m_i(g, f) \cdot w_i(g) \right)$$

**Onde:**

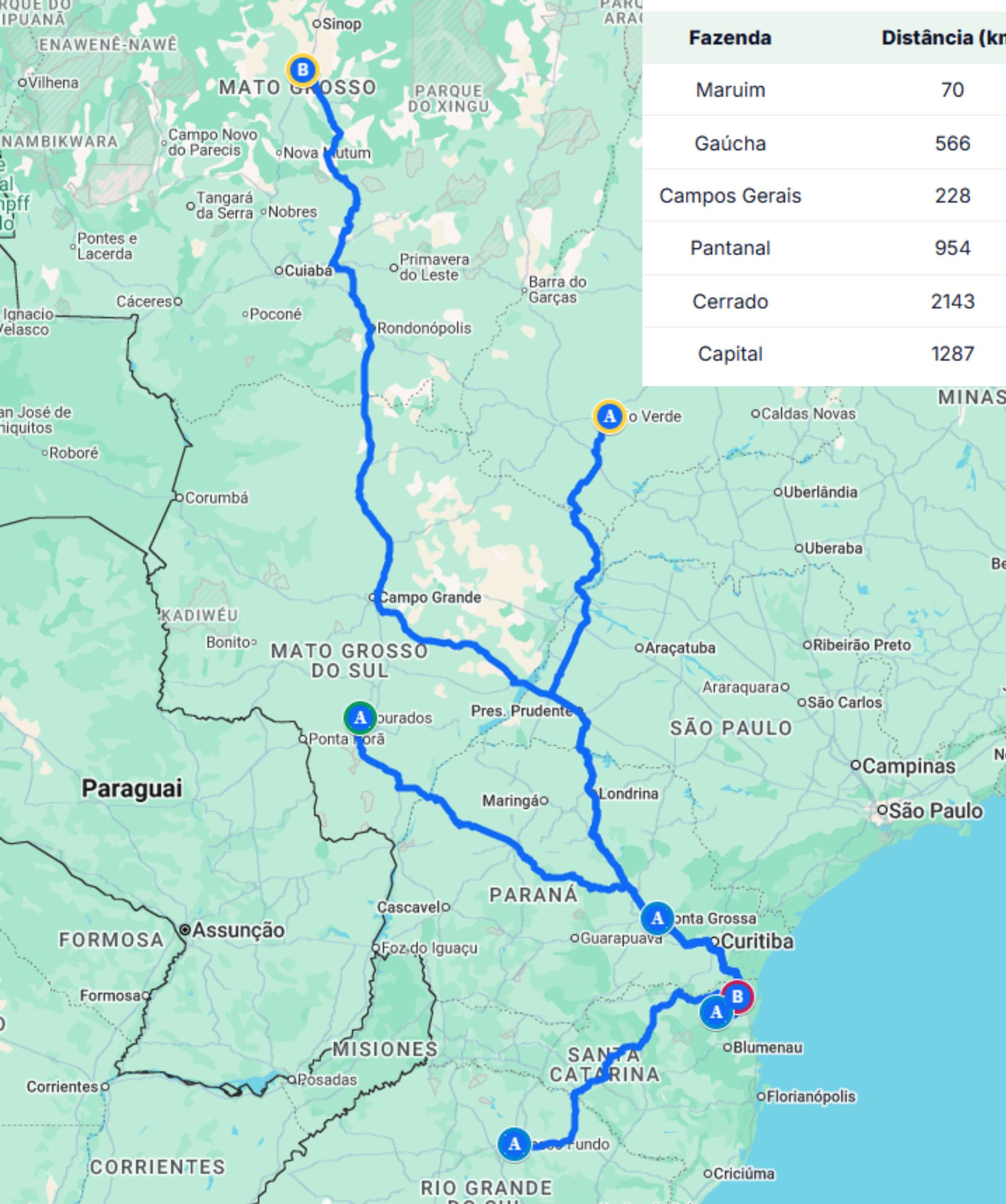
- $P_{base}(g)$  = produção padrão do grão  $g$  (t/ha).
- $w_i(g)$  = peso (em %) do fator  $i$  para o grão  $g$ .
- $m_i(g, f)$  = comparação entre a condição da fazenda  $f$  e o perfil ideal do grão  $g$ :

$$m_i(g, f) = \begin{cases} +1 & \text{se a condição da fazenda} = \text{perfil ideal do grão} \\ -1 & \text{se a condição da fazenda} \neq \text{perfil ideal do grão} \end{cases}$$

- $n$  = número total de fatores considerados (aqui: 6 → Água, pH, Textura, Temperatura, Radiação, Fertilidade).

**Fazenda Pantanal**

Grão	Produção base (t/ha)	Ajuste total (%)	Produção ajustada (t/ha)
<b>Aveia</b>	2.8	-100.0%	0
<b>Girassol</b>	1.8	+34.0%	2.41
<b>Milho</b>	6	+44.0%	8.64
<b>Soja</b>	3.8	+46.0%	5.55
<b>Sorgo</b>	3.2	+42.0%	4.54
<b>Trigo</b>	3	-100.0%	0



#### Caminhão Pequeno

**Modelo:** VW Constellation 30.330 8x2

**Frota:** 105 unidades

**Capacidade:** 20 toneladas

**Custo variável:** R\$ 8,00 /km

**Custo fixo por viagem:** R\$ 128,00

Ideal para rotas curtas entre fazendas próximas e a fábrica. Alta agilidade e baixo custo fixo por operação.



#### Caminhão Médio

**Modelo:** Mercedes-Benz Actros 2651 6x4 + semirreboque

**Frota:** 70 unidades

**Capacidade:** 35 toneladas

**Custo variável:** R\$ 10,50 /km

**Custo fixo por viagem:** R\$ 1.064,00

Equilíbrio entre capacidade e custo. Versátil para rotas médias e longas com grãos em grande volume.



#### Caminhão Grande

**Modelo:** Scania R 450 6x4 + bitrem graneleiro

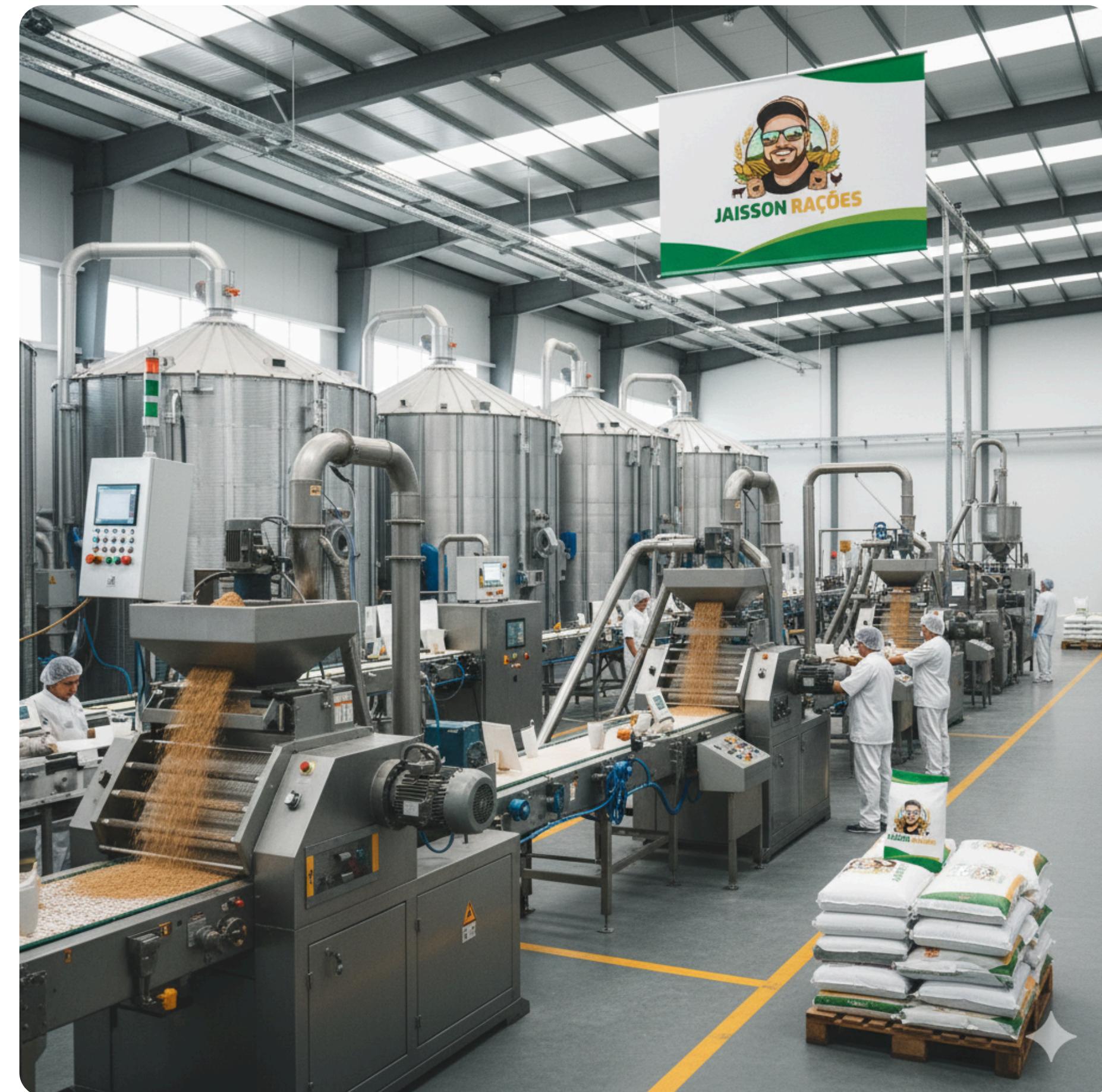
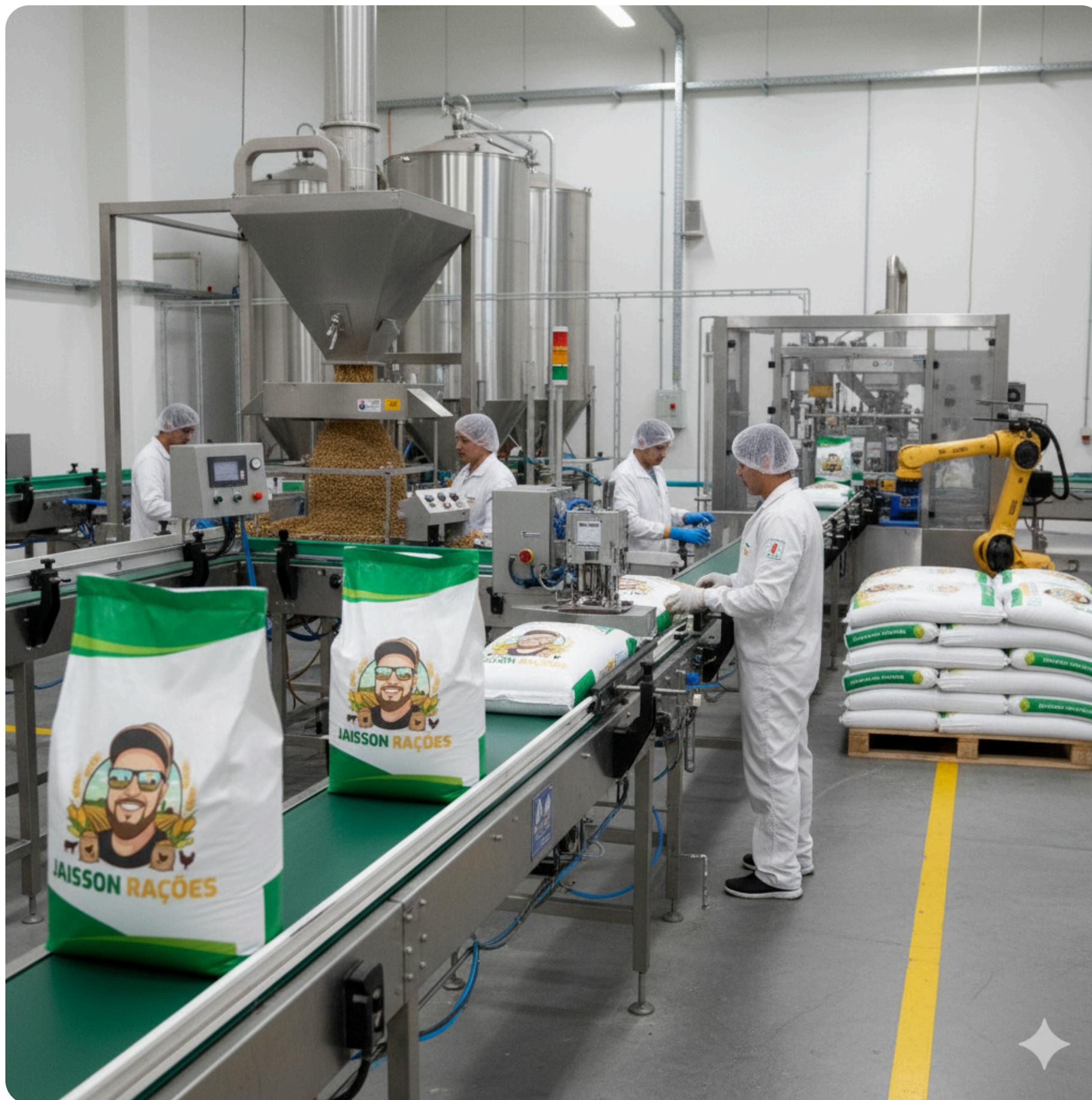
**Frota:** 35 unidades

**Capacidade:** 60 toneladas

**Custo variável:** R\$ 12,00 /km

**Custo fixo por viagem:** R\$ 9.024,00

Alta capacidade para longas distâncias, ideal para o transporte das fazendas do Centro-Oeste até a fábrica em Santa Catarina.



# Rações disponíveis

Escolha uma linha para ver tamanhos, preços e descrição completa.



## BC-G Bovino de corte

Confinamento e terminação

30 kg • R\$ 78,00

Big bag 1.000 kg • R\$ 2.200



## BL-L Vaca leiteira

Alta produção de leite

30 kg • R\$ 88,00

Big bag 1.000 kg • R\$ 2.480



## AV-P Galinha poedeira

Aves de postura

25 kg • R\$ 75,00

Big bag 1.000 kg • R\$ 2.150



## AQ-T Tilápis

Crescimento e engorda

25 kg • R\$ 80,00

Big bag 1.000 kg • R\$ 2.250



## EQ-M Equinos

Trabalho leve / lazer

25 kg • R\$ 105,00

Big bag—



## OV-M Ovinos/Caprinos

Pequenos ruminantes

30 kg • R\$ 82,00

Big bag 1.000 kg • R\$ 2.300



## PA-PET Pássaros

Aves ornamentais e pets

15 kg • R\$ 98,00

Big bag—



# Composição das Rações

Ingrediente	BC-G Corte	BL-L Leite	AV-P Poedeira	EQ-M Equinos	OV-M Ov/Capr	PA-PET Pássaros	AQ-T Tilápia
<b>Milho</b>	55%	34.5%	55%	25%	40%	45%	25%
<b>Farelo de soja</b>	18%	28%	20%	8%	20%	4%	35%
<b>Sorgo</b>	10%	9.5%	5%	0%	10%	0%	10%
<b>Farelo de trigo</b>	10%	15%	5%	20%	15%	8%	10%
<b>Aveia</b>	0%	5%	2%	40%	0%	25%	2.5%
<b>Farelo de girassol</b>	3%	5%	0%	3%	10%	15%	10%
<b>Calcário calcítico</b>	1%	1.5%	10%	1%	2%	1%	0.5%
<b>Óleo de soja</b>	2%	0.5%	2%	2%	2%	1%	5%
<b>Pré-mix vit/min</b>	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%

# Referências



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística



United States  
Department of  
Agriculture



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations



Google Maps

Google Earth

GUERRA

FACCHINI

RANDON



ECONOMIC RESEARCH SERVICE  
United States Department of Agriculture



# Objetivo: Maximizar o Lucro



## Regras:

- **Todos os tipos de ração precisam ser produzidas**, ou seja, todas as linhas em todos os tamanhos.
- **Nenhum tipo de ração pode representar menos de 2.5% da produção total**, arredondado para o número inteiro de cima, isso é contabilizado por quantidade de items, ou seja, independe do tamanho. Isso garante a presença da empresa em todos os mercados. (Se a Jaisson produzir 100 items, cada linha precisa ter no mínimo 3 items produzidos)
- **Todas as fazendas devem ter sua área total de hectares cultivadas**.
- Uma fazenda pode produzir vários tipos diferentes de grão, porém **um tipo de grão não pode ocupar menos de 10 hectares em uma fazenda**.
- Nenhum grão pode ser deixado nas fazendas, a produção total deve ser transportada para a fábrica.
- **Caminhões só podem ter um destino por viagem**, ele não pode passar por duas fazendas, por exemplo.
- Caminhões podem realizar múltiplas viagens por safra. Em cada viagem: um único destino e um único grão.
- Se sobrar grão na fábrica, poderão ser vendidos a preço tabelado de venda.
- Se faltar grão na fábrica, poderão ser comprados a preço tabelado de compra.

# Ferramentas



# Estrutura do Problema

- N° de variáveis: 292
- N° de restrições: 236

Modelo estruturado com sucesso.

Nº variáveis: 292, Nº restrições: 236

# Estrutura do Problema

```

# PARÂMETROS (default=0)

# Agricultura
A = {} # area ha: A[f]
Padj = {} # t/ha: Padj[f,g]
Csem = {} # R$/ha: Csem[g]
Cman = {} # R$/ha: Cman[g]

# Logística
D = {} # km (ida): D[f]
cap = {} # t/viagem: cap[k]
ckm = {} # R$/km: ckm[k]
cfix = {} # R$/viagem: cfix[k]

# Rações
price = {} # R$/item: price[l,p]
w = {} # kg/item: w[l,p]
cproc = {} # R$/kg: cproc[l,p]
cpack = {} # R$/item: cpact[l,p]
Qmax = {} # itens: Qmax[l,p]

# Composição
alpha = {} # fração: alpha[l,i] (somatório i = 1 por linha)

# Compra/Venda
buy = {} # R$/t: buy[i]
sell = {} # R$/t: sell[i]

# Políticas
gamma = 0.025 # min 2.5% por linha
hmin = 10.0 # ha mínimos se plantar

# helpers para buscar parâmetro com default=0 e chaves compostas
def par(d, key, default=0.0):
    return d.get(key, default)

def p2(l, p):
    return par

```

```

# Agricultura (área ha)
A.update({
    "Maruim": 300.0,
    "Gaucha": 400.0,
    "CamposGerais": 500.0,
    "Pantanal": 1200.0,
    "Cerrado": 2500.0,
    "Capital": 2200.0,
})

# Produtividade ajustada Padj[f,g] (t/ha)
Padj.update({
    # Fazenda Maruim
    ("Maruim", "Aveia"): 3.70,
    ("Maruim", "Girassol"): 0.72,
    ("Maruim", "Milho"): 4.20,
    ("Maruim", "Soja"): 2.51,
    ("Maruim", "Sorgo"): 1.02,
    ("Maruim", "Trigo"): 3.96,
    # Fazenda Gaúcha
    ("Gaucha", "Aveia"): 3.92,
    ("Gaucha", "Girassol"): 0.00,
    ("Gaucha", "Milho"): 6.00,
    ("Gaucha", "Soja"): 3.57,
    ("Gaucha", "Sorgo"): 0.00,
    ("Gaucha", "Trigo"): 4.20,
    # Fazenda Campos Gerais
    ("CamposGerais", "Aveia"): 5.60,
    ("CamposGerais", "Girassol"): 0.72,
    ("CamposGerais", "Milho"): 1.56,
    ("CamposGerais", "Soja"): 0.99,
    ("CamposGerais", "Sorgo"): 1.02,
    ("CamposGerais", "Trigo"): 6.00,
    # Fazenda Pantanal
    ("Pantanal", "Aveia"): 0.00,
    ("Pantanal", "Girassol"): 2.41,
    ("Pantanal", "Milho"): 8.64,
    ("Pantanal", "Soja"): 5.55,
    ("Pantanal", "Sorgo"): 4.54,
    ("Pantanal", "Trigo"): 0.00,
    # Fazenda Cerrado
    ("Cerrado", "Aveia"): 1.01,
    ("Cerrado", "Girassol"): 2.41,
    ("Cerrado", "Milho"): 6.00,
    ("Cerrado", "Soja"): 4.03,
    ("Cerrado", "Sorgo"): 4.54,
    ("Cerrado", "Trigo"): 1.08,
    # Fazenda Capital
    ("Capital", "Aveia"): 1.01,
    ("Capital", "Girassol"): 2.41,
    ("Capital", "Milho"): 6.00,
    ("Capital", "Soja"): 4.03,
    ("Capital", "Sorgo"): 4.54,
    ("Capital", "Trigo"): 1.08,
})

```

```

# Frota (capacidade t/viagem, custo por km, fixo por viagem)
cap.update({"pequeno":20.0, "medio":35.0, "grande":60.0})
ckm.update({"pequeno":8.0, "medio":10.5, "grande":12.0})
cfix.update({"pequeno":128.0, "medio":1064.0, "grande":9024.0})

# Distâncias (km ida)
D.update({
    "Maruim": 70.0,
    "Gaucha": 566.0,
    "CamposGerais": 228.0,
    "Pantanal": 954.0,
    "Cerrado": 2143.0,
    "Capital": 1287.0,
})

# Preços de venda (R$/item)
price.update({
    ("BC-G", "std"): 78.00, ("BC-G", "bb"): 2200.00,
    ("BL-L", "std"): 88.00, ("BL-L", "bb"): 2480.00,
    ("AV-P", "std"): 75.00, ("AV-P", "bb"): 2150.00,
    ("EQ-M", "std"): 105.00, # sem bb
    ("OV-M", "std"): 30.00, ("OV-M", "bb"): 1000.00,
    ("PA-PET", "std"): 15.00, # sem bb
    ("AQ-T", "std"): 25.00, ("AQ-T", "bb"): 1000.00,
})

# Pesos (kg/item) por linha/embalagem (std e bb quando existir)
w.update({
    ("BC-G", "std"): 30.0, ("BC-G", "bb"): 1000.0,
    ("BL-L", "std"): 30.0, ("BL-L", "bb"): 1000.0,
    ("AV-P", "std"): 25.0, ("AV-P", "bb"): 1000.0,
    ("EQ-M", "std"): 25.0, # sem bb
    ("OV-M", "std"): 30.0, ("OV-M", "bb"): 1000.0,
    ("PA-PET", "std"): 15.0, # sem bb
    ("AQ-T", "std"): 25.0, ("AQ-T", "bb"): 1000.0,
})

# Demanda máxima (itens)
Qmax.update({
    ("BC-G", "std"): 150000, ("BC-G", "bb"): 3000,
    ("BL-L", "std"): 110000, ("BL-L", "bb"): 2200,
    ("AV-P", "std"): 105000, ("AV-P", "bb"): 1125,
    ("EQ-M", "std"): 60000, # sem bb
    ("OV-M", "std"): 60000, ("OV-M", "bb"): 1200,
    ("PA-PET", "std"): 50000, # sem bb
    ("AQ-T", "std"): 60000, ("AQ-T", "bb"): 1500,
})

# Composição (fração em massa por linha)
# I - [Milho, FareloSoja, Sorgo, Aveia, FareloGirassol, Calcario, Oleo, Premix]
alpha.update({
    # BC-G (Corte)
    ("BC-G", "Milho"): 0.55, ("BC-G", "FareloSoja"): 0.18, ("BC-G", "Sorgo"): 0.10,
    ("BC-G", "FareloTrigo"): 0.10, ("BC-G", "Aveia"): 0.00, ("BC-G", "FareloGirassol"): 0.03,
    ("BC-G", "Calcario"): 0.01, ("BC-G", "Oleo"): 0.02, ("BC-G", "Premix"): 0.01,
    # BL-L (Leite)
    ("BL-L", "Milho"): 0.345, ("BL-L", "FareloSoja"): 0.28, ("BL-L", "Sorgo"): 0.095,
    ("BL-L", "FareloTrigo"): 0.15, ("BL-L", "Aveia"): 0.05, ("BL-L", "FareloGirassol"): 0.05,
    ("BL-L", "Calcario"): 0.015, ("BL-L", "Oleo"): 0.005, ("BL-L", "Premix"): 0.01,
    # AV-P (Pódeira)
    ("AV-P", "Milho"): 0.55, ("AV-P", "FareloSoja"): 0.20, ("AV-P", "Sorgo"): 0.05,
    ("AV-P", "FareloTrigo"): 0.05, ("AV-P", "Aveia"): 0.02, ("AV-P", "FareloGirassol"): 0.00,
    ("AV-P", "Calcario"): 0.10, ("AV-P", "Oleo"): 0.02, ("AV-P", "Premix"): 0.01,
    # EO-H (Equinos)
    ("EO-H", "Milho"): 0.25, ("EO-H", "FareloSoja"): 0.08, ("EO-H", "Sorgo"): 0.00,
    ("EO-H", "FareloTrigo"): 0.20, ("EO-H", "Aveia"): 0.40, ("EO-H", "FareloGirassol"): 0.03,
    ("EO-H", "Calcario"): 0.01, ("EO-H", "Oleo"): 0.02, ("EO-H", "Premix"): 0.01,
    # OV-H (OvCapr)
    ("OV-H", "Milho"): 0.40, ("OV-H", "FareloSoja"): 0.20, ("OV-H", "Sorgo"): 0.10,
    ("OV-H", "FareloTrigo"): 0.15, ("OV-H", "Aveia"): 0.00, ("OV-H", "FareloGirassol"): 0.01,
    ("OV-H", "Calcario"): 0.02, ("OV-H", "Oleo"): 0.02, ("OV-H", "Premix"): 0.01,
    # PA-PET (Pássaros)
    ("PA-PET", "Milho"): 0.45, ("PA-PET", "FareloSoja"): 0.04, ("PA-PET", "Sorgo"): 0.00,
    ("PA-PET", "FareloTrigo"): 0.08, ("PA-PET", "Aveia"): 0.25, ("PA-PET", "FareloGirassol"): 0.15,
    ("PA-PET", "Calcario"): 0.01, ("PA-PET", "Oleo"): 0.01, ("PA-PET", "Premix"): 0.01,
    # AO-T (Tilápia)
    ("AO-T", "Milho"): 0.25, ("AO-T", "FareloSoja"): 0.35, ("AO-T", "Sorgo"): 0.10,
    ("AO-T", "FareloTrigo"): 0.18, ("AO-T", "Aveia"): 0.25, ("AO-T", "FareloGirassol"): 0.10,
    ("AO-T", "Calcario"): 0.05, ("AO-T", "Oleo"): 0.05, ("AO-T", "Premix"): 0.02,
})

```

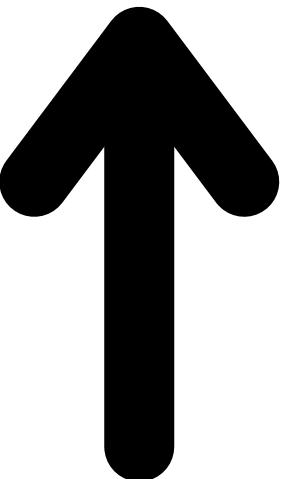
# Construção do Modelo no PuLP



```
# CONSTRUÇÃO DO MODELO
```

```
def build_model():
    m = pl.LpProblem("Jaisson_Racoens_MILP", pl.LpMaximize)
```

PROFIT





# Variáveis

```
# Variáveis

# Agricultura
x = pl.LpVariable.dicts("x", (F, G), lowBound=0.0, cat="Continuous")
z = pl.LpVariable.dicts("z", (F, G), lowBound=0, upBound=1, cat="Binary")

# Logística
y = pl.LpVariable.dicts("y", (F, G, K), lowBound=0, cat="Integer")
ship = pl.LpVariable.dicts("ship", (F, G), lowBound=0.0, cat="Continuous")
prod = pl.LpVariable.dicts("prod", (F, G), lowBound=0.0, cat="Continuous")

# Produção de ração
q = { (l,p): pl.LpVariable(f"q_{l}_{p}", lowBound=0, cat="Integer")
      for l in L for p in P_of_L[l] }
mmin = pl.LpVariable("m_min_25perc", lowBound=0, cat="Integer")

# Ingredientes
buyQty = pl.LpVariable.dicts("buyQty", I, lowBound=0.0, cat="Continuous")
sellQty = pl.LpVariable.dicts("sellQty", I, lowBound=0.0, cat="Continuous")
use = pl.LpVariable.dicts("use", I, lowBound=0.0, cat="Continuous")

# Total de itens (auxiliar)
Qtot = pl.lpSum(q[l, p] for l in L for p in P_of_L[l])
```

# Função Objetivo

$$\max \sum_{l,p} \text{price}_{l,p} q_{l,p} + \sum_i \text{sell}_i \text{sellQty}_i - \sum_{f,g} (C_g^{\text{sem}} + C_g^{\text{man}}) x_{f,g} - \sum_{f,g,k} (2D_f c_k^{\text{km}} + c_k^{\text{fix}}) y_{f,g,k} - \sum_i \text{buy}_i \text{buyQty}_i - \sum_{l,p} (c_{l,p}^{\text{proc}} w_{l,p} + c_{l,p}^{\text{pack}}) q_{l,p}$$

```

# Funcão Objetivo

# Receita rações
revenue_feeds = pl.lpSum(par(price, (l,p)) * q[l,p] for l in L for p in P_of_L[l])

# Venda de excedentes
revenue_excess = pl.lpSum(par(sell, i) * sellQty[i] for i in I)

# Custo agrícola por ha
cost_agri = pl.lpSum( (par(Csem, g) + par(Cman, g)) * x[f][g] for f in F for g in G )

# Frete (ida-e-volta): (2*D[f]*ckm[k] + cfix[k]) * y[f,g,k]
cost_freight = pl.lpSum( (2*par(D, f)*par(ckm, k) + par(cfix, k)) * y[f][g][k]
                           for f in F for g in G for k in K )

# Compras de ingredientes
cost_buy = pl.lpSum(par(buy, i) * buyQty[i] for i in I)

# Processo + embalagem (R$/kg * kg/item + R$/item) * itens
cost_process_pack = pl.lpSum( (par(cproc, (l,p)) * par(w, (l,p)) + par(cpack, (l,p))) * q[l,p]
                               for l in L for p in P_of_L[l] )

m += (revenue_feeds + revenue_excess
      - cost_agri - cost_freight - cost_buy - cost_process_pack), "Lucro_Total"

```

## Função Objetivo

$$\max \sum_{l,p} \text{price}_{l,p} q_{l,p} + \sum_i \text{sell}_i \text{sellQty}_i - \sum_{f,g} (C_g^{\text{sem}} + C_g^{\text{man}}) x_{f,g} - \sum_{f,g,k} (2D_f c_k^{\text{km}} + c_k^{\text{fix}}) y_{f,g,k} - \sum_i \text{buy}_i \text{buyQty}_i - \sum_{l,p} (c_{l,p}^{\text{proc}} w_{l,p} + c_{l,p}^{\text{pack}}) q_{l,p}$$


---

- max =
- $\sum_{l,p} \text{price}_{l,p} q_{l,p}$  → **Venda Total de Rações** = preço \* quantidade de unidades
  - $+ \sum_i \text{sell}_i \text{sellQty}_i$  → **Venda de Grãos Excedentes** = preço \* quantidade de kg.
  - $- \sum_{f,g} (C_g^{\text{sem}} + C_g^{\text{man}}) x_{f,g}$  → **Custo de Cultivo** = área em ha. \* custo do grão plantado
  - $- \sum_{f,g,k} (2D_f c_k^{\text{km}} + c_k^{\text{fix}}) y_{f,g,k}$  → **Custo Logístico** = custo do caminhão \* distância + custo fixo
  - $- \sum_i \text{buy}_i \text{buyQty}_i$  → **Compra de Ingredientes Extra** = preço \* quantidade de kg.
  - $- \sum_{l,p} (c_{l,p}^{\text{proc}} w_{l,p} + c_{l,p}^{\text{pack}}) q_{l,p}$  → **Custo de Produção** = custo \* quantidade de unidades

# Restrições

```
# Restrições

# (R1) Uso total da área por fazenda
for f in F:
    m += pl.lpSum(x[f][g] for g in G) == par(A, f), f"Area_total_{f}"

# (R2) Plantio mínimo (10 ha se plantado)
for f, g in product(F, G):
    m += x[f][g] >= hmin * z[f][g], f"Min_ha_if_planted_lb_{f}_{g}"
    m += x[f][g] <= par(A, f) * z[f][g], f"Min_ha_if_planted_ub_{f}_{g}"

# (R3) Produção e embarque
for f, g in product(F, G):
    m += prod[f][g] == par(Padj, (f,g)) * x[f][g], f"Prod_{f}_{g}"
    m += ship[f][g] == prod[f][g], f"ShipEq_{f}_{g}"

# (R4) Capacidade de transporte (viagens inteiras)
for f, g in product(F, G):
    m += pl.lpSum(par(cap, k) * y[f][g][k] for k in K) >= ship[f][g], f"Cap_{f}_{g}"

# (R5) Balanço de ingredientes
# sum_f ship[f,g] (mapeado para i) + buyQty[i] - sellQty[i] = use[i]
for i in I:
    ships_i = []
    for f, g in product(F, G):
        if G2I.get(g) == i:
            ships_i.append(ship[f][g])
    m += pl.lpSum(ships_i) + buyQty[i] - sellQty[i] == use[i], f"Bal_{i}"

# (R6) Consumo na produção: use[i] = sum_{l,p} alpha[l,i]*(w/1000)*q
for i in I:
    m += use[i] == pl.lpSum( par(alpha, (l,i)) * (par(w, (l,p))/1000.0) * q[l,p]
                            for l in L for p in P_of_L[l] ), f"Use_{i}"

# (R7) Demanda máxima por linha/embalagem
for l in L:
    for p in P_of_L[l]:
        m += q[l,p] <= par(Qmax, (l,p)), f"DemandMax_{l}_{p}"

# (R8) Mínimo 2,5% por linha (arredondado p/ cima)
# mmin >= 0.025 * Qtot
m += mmin >= gamma * Qtot, "MinShareCeil_def"
# soma por linha >= mmin
for l in L:
    m += pl.lpSum(q[l,p] for p in P_of_L[l]) >= mmin, f"MinShare_line_{l}"

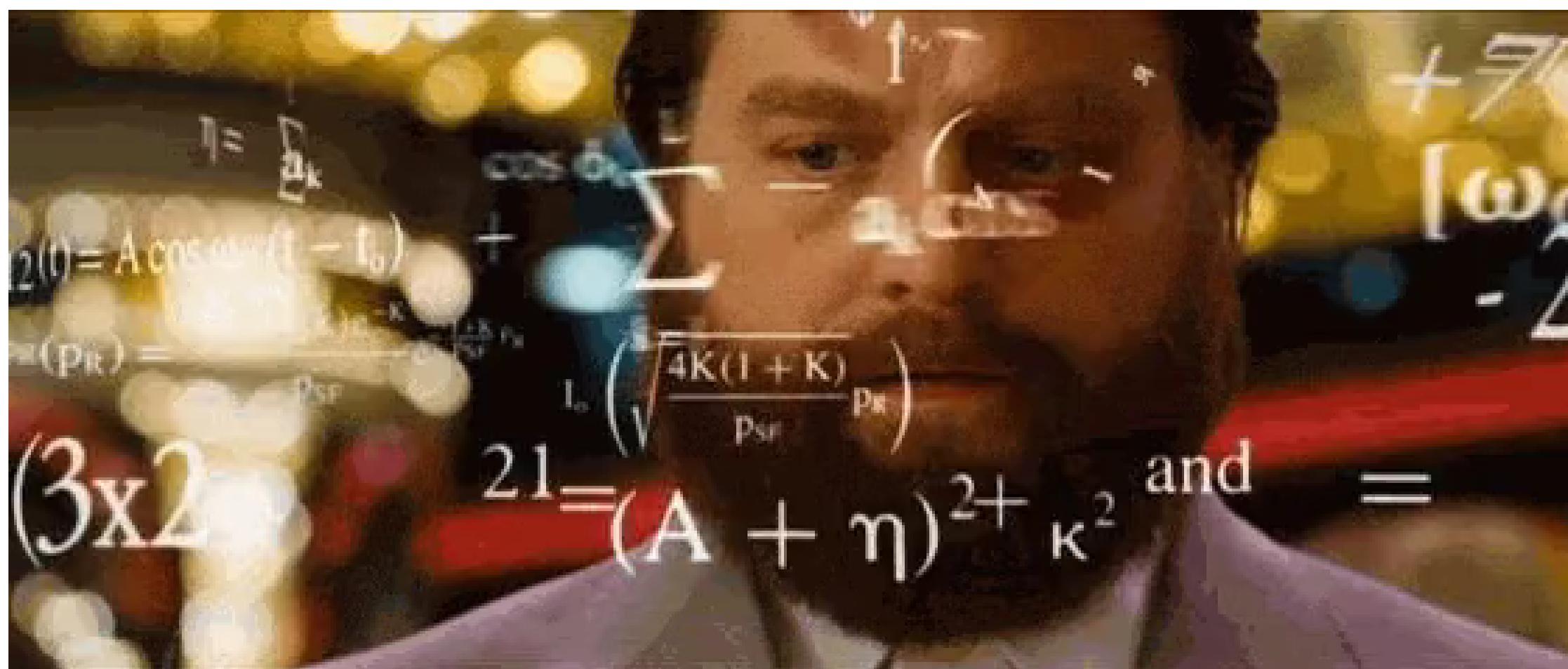
# (R 9) Presença de todos os tamanhos existentes
for l in L:
    for p in P_of_L[l]:
        m += q[l,p] >= 1, f"Presence_{l}_{p}"
```

- R1**  $\sum_g x_{f,g} = A_f \quad \forall f$  Uso total da área por fazenda
- R2**  $x_{f,g} \geq 10z_{f,g}, \quad x_{f,g} \leq A_f z_{f,g} \quad \forall f, g$  10 ha. mínimos por grão
- R3**  $prod_{f,g} = P_{f,g}^{adj} x_{f,g}$  Garante a produção correta de grãos.
- R4**  $\sum_k cap_k y_{f,g,k} \geq ship_{f,g} \quad \forall f, g$  Não pode sobrar grão na fazenda.
- R5**  $\sum_{f: map(g) = i} ship_{f,g} + buyQty_i - sellQty_i = use_i \quad \forall i$  Garante a proporção de ingredientes por ração.
- R6**  $use_i = \sum_{l,p} \alpha_{l,i} \left( \frac{w_{l,p}}{1000} \right) q_{l,p} \quad \forall i$  Consumo de ingredientes na produção.
- R7**  $0 \leq q_{l,p} \leq Q_{l,p}^{\max} \quad \forall l, p$  Demanda máxima de ração.
- R8**  $m \geq 0.025 \sum_{l,p} q_{l,p}, \quad \sum_{p \in P(l)} q_{l,p} \geq m \quad \forall l$  Garantir produção mínima
- R9**  $q_{l,p} \geq 1 \quad \forall l, p \in P(l)$  Produzir todos os tipos.

# RESULTADOS

$$\max \sum_{l,p} \text{price}_{l,p} q_{l,p} + \sum_i \text{sell}_i \text{sellQty}_i - \sum_{f,g} (C_g^{\text{sem}} + C_g^{\text{man}}) x_{f,g} - \sum_{f,g,k} (2D_f c_k^{\text{km}} + c_k^{\text{fix}}) y_{f,g,k} - \sum_i \text{buy}_i \text{buyQty}_i - \sum_{l,p} (c_{l,p}^{\text{proc}} w_{l,p} + c_{l,p}^{\text{pack}}) q_{l,p}$$

Modelo estruturado, resolvendo...





# Grãos plantados por fazenda (ha)

## Fazenda Maruim

Grão	Área	Custo de Cultivo
Aveia	300 ha	R\$ 779.700,00
<b>Total</b>	<b>300 ha</b>	<b>R\$ 779.700,00</b>

## Fazenda Pantanal

Grão	Área	Custo de Cultivo
Milho	951,39 ha	R\$ 2.335.659,72
Soja	248,61 ha	R\$ 724.950,00
<b>Total</b>	<b>1.200 ha</b>	<b>R\$ 3.060.609,72</b>

## Fazenda Gaúcha

Grão	Área	Custo de Cultivo
Milho	400 ha	R\$ 982.000,00
<b>Total</b>	<b>400 ha</b>	<b>R\$ 982.000,00</b>

## Fazenda Cerrado

Grão	Área	Custo de Cultivo
Sorgo	13,22 ha	R\$ 26.246,70
Girassol	2.486,78 ha	R\$ 6.654.634,25
<b>Total</b>	<b>2.500 ha</b>	<b>R\$ 6.680.880,95</b>

## Fazenda Campos Gerais

Grão	Área	Custo de Cultivo
Trigo	481,67 ha	R\$ 1.654.043,34
Aveia	18,33 ha	R\$ 47.648,33
<b>Total</b>	<b>500 ha</b>	<b>R\$ 1.701.691,68</b>

## Fazenda Capital

Grão	Área	Custo de Cultivo
Milho	20 ha	R\$ 49.100,00
Soja	997,52 ha	R\$ 2.908.764,27
Sorgo	436,12 ha	R\$ 866.140,97
Girassol	746,36 ha	R\$ 1.997.254,12
<b>Total</b>	<b>2.200 ha</b>	<b>R\$ 5.821.259,35</b>

**Custo Total Agrícola: R\$ 19.026.141,70**



# Logística — transportes por fazenda e custos

## Fazenda Maruim

Grão	Caminhão Pequeno	Custo Pequeno	Caminhão Médio	Custo Médio	Caminhão Grande	Custo Grande
Aveia	56 viagens	R\$ 69.888,00	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00
					<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 69.888,00</b>

## Fazenda Pantanal

Grão	Caminhão Pequeno	Custo Pequeno	Caminhão Médio	Custo Médio	Caminhão Grande	Custo Grande
Milho	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	137 viagens	R\$ 4.373.040,00
Soja	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	23 viagens	R\$ 734.160,00
					<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 5.107.200,00</b>

## Fazenda Gaúcha

Grão	Caminhão Pequeno	Custo Pequeno	Caminhão Médio	Custo Médio	Caminhão Grande	Custo Grande
Milho	1 viagem	R\$ 9.184,00	68 viagens	R\$ 880.600,00	0 viagens	R\$ 0,00
					<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 889.784,00</b>

## Fazenda Cerrado

Grão	Caminhão Pequeno	Custo Pequeno	Caminhão Médio	Custo Médio	Caminhão Grande	Custo Grande
Sorgo	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	1 viagem	R\$ 60.456,00
Girassol	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	100 viagens	R\$ 6.045.600,00
					<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 6.106.056,00</b>

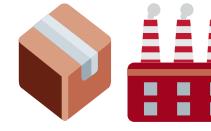
## Fazenda Campos Gerais

Grão	Caminhão Pequeno	Custo Pequeno	Caminhão Médio	Custo Médio	Caminhão Grande	Custo Grande
Trigo	1 viagem	R\$ 3.776,00	82 viagens	R\$ 479.864,00	0 viagens	R\$ 0,00
Aveia	0 viagens	R\$ 0,00	3 viagens	R\$ 17.556,00	0 viagens	R\$ 0,00
					<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 501.196,00</b>

## Fazenda Capital

Grão	Caminhão Pequeno	Custo Pequeno	Caminhão Médio	Custo Médio	Caminhão Grande	Custo Grande
Milho	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	2 viagens	R\$ 79.824,00
Soja	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	67 viagens	R\$ 2.674.104,00
Sorgo	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	33 viagens	R\$ 1.317.096,00
Girassol	0 viagens	R\$ 0,00	0 viagens	R\$ 0,00	30 viagens	R\$ 1.197.360,00
					<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 5.268.384,00</b>

 **Custo Total Logístico: R\$ 17.942.508,00**



# Quantidade e custos da produção de rações

**Linha BC-G (Bovino corte)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	150.000 itens	R\$ 1.200.000,00
Big Bag	3.000 itens	R\$ 585.000,00

**Linha EQ-M (Equinos)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	60.000 itens	R\$ 450.000,00
Big Bag	0 itens	R\$ 0,00

**Linha BL-L (Vaca leiteira)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	110.000 itens	R\$ 913.000,00
Big Bag	2.200 itens	R\$ 451.000,00

**Linha OV-M (Ovelhas e Cabras)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	60.000 itens	R\$ 498.000,00
Big Bag	1.200 itens	R\$ 246.000,00

**Linha AV-P (Galinha poedeira)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	105.000 itens	R\$ 787.500,00
Big Bag	1.125 itens	R\$ 241.875,00

**Linha PA-PET (Pássaros)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	50.000 itens	R\$ 320.000,00
Big Bag	0 itens	R\$ 0,00

 **Custo total de ingredientes extras comprados: R\$ 7.540.237,50**

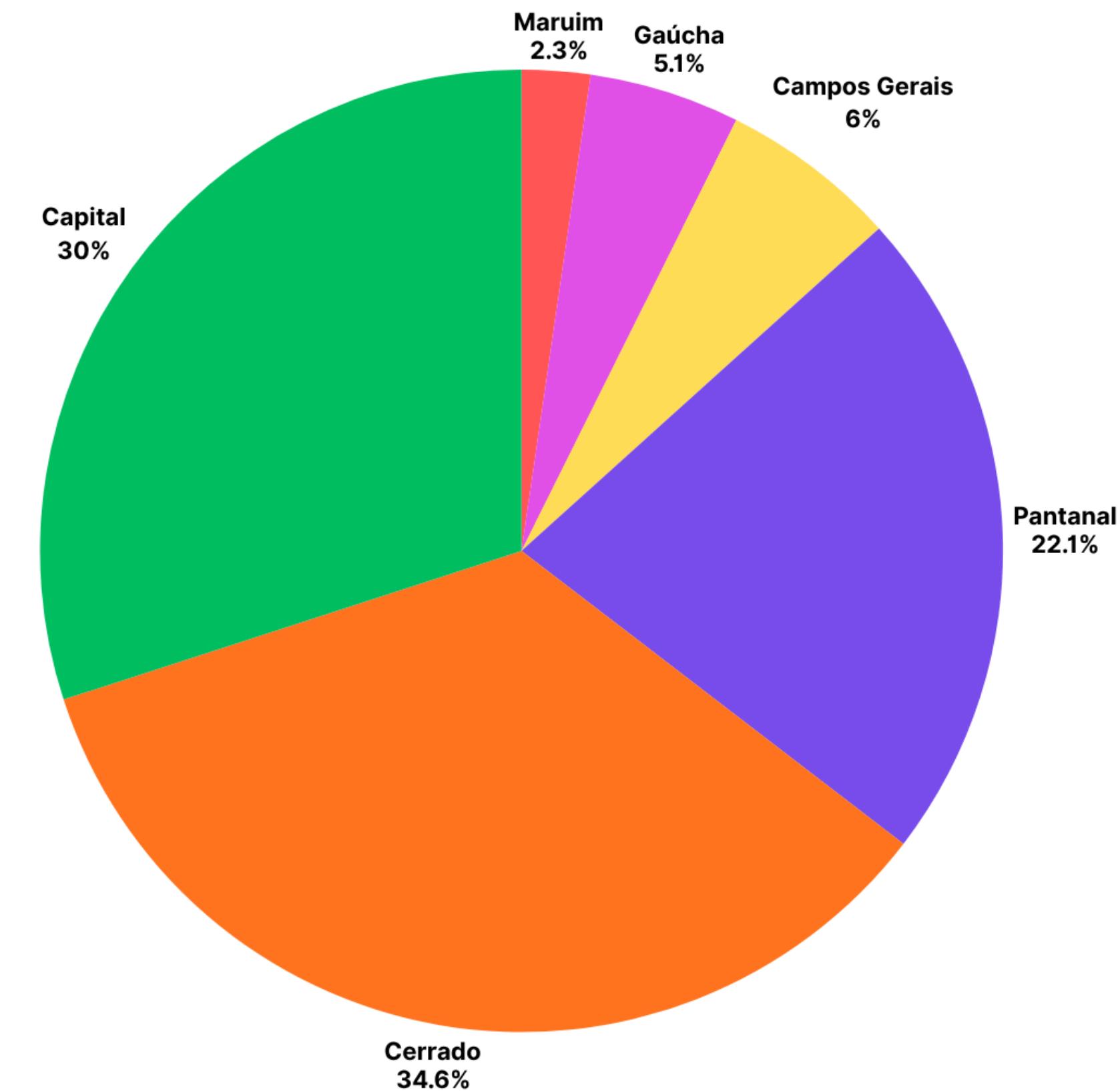
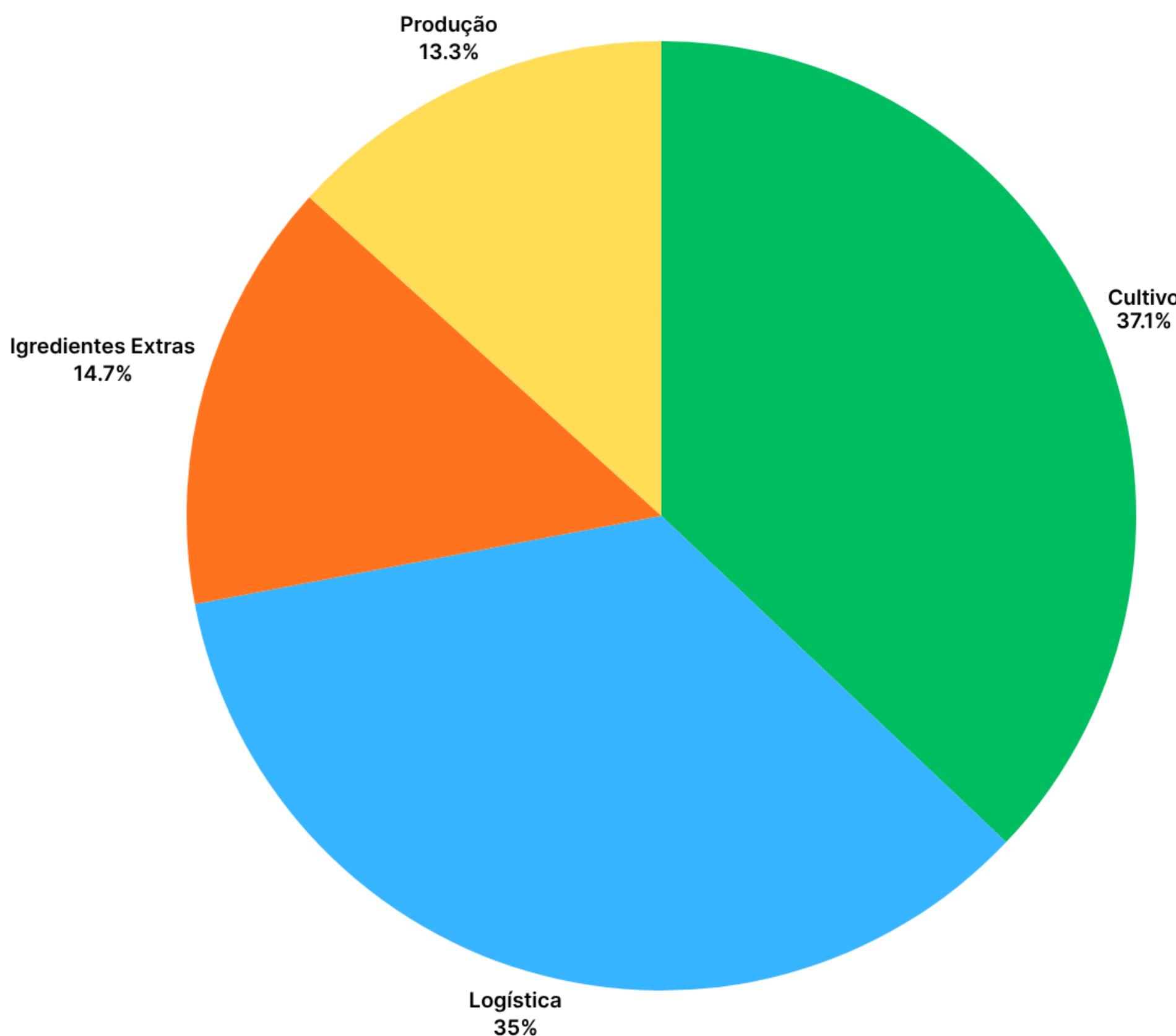
 **Custo total de produção de rações: R\$ 6.824.875,00**

**Custo Total com Rações: R\$ 14.365.112,50**

**Linha AQ-T (Tilápia)**

Tamanho	Quantidade	Custo
Padrão	60.000 itens	R\$ 630.000,00
Big Bag	1.500 itens	R\$ 502.500,00

# Custos



# Fontes de Faturamento

## Faturamento por ração

Linha	Tamanho	Faturamento
BC-G (Bovino corte)	Padrão	R\$ 11.700.000,00
BC-G (Bovino corte)	Big Bag	R\$ 6.600.000,00
BL-L (Vaca leiteira)	Padrão	R\$ 9.680.000,00
BL-L (Vaca leiteira)	Big Bag	R\$ 5.456.000,00
AV-P (Galinha poedeira)	Padrão	R\$ 7.875.000,00
AV-P (Galinha poedeira)	Big Bag	R\$ 2.418.750,00
EQ-M (Equinos)	Padrão	R\$ 6.300.000,00
OV-M (Ovelhas e Cabras)	Padrão	R\$ 4.920.000,00
OV-M (Ovelhas e Cabras)	Big Bag	R\$ 2.760.000,00
PA-PET (Pássaros)	Padrão	R\$ 4.900.000,00
AQ-T (Tilápia)	Padrão	R\$ 4.800.000,00
AQ-T (Tilápia)	Big Bag	R\$ 3.375.000,00
<b>Total (rações)</b>		<b>R\$ 70.784.750,00</b>

## Faturamento por venda de excedentes

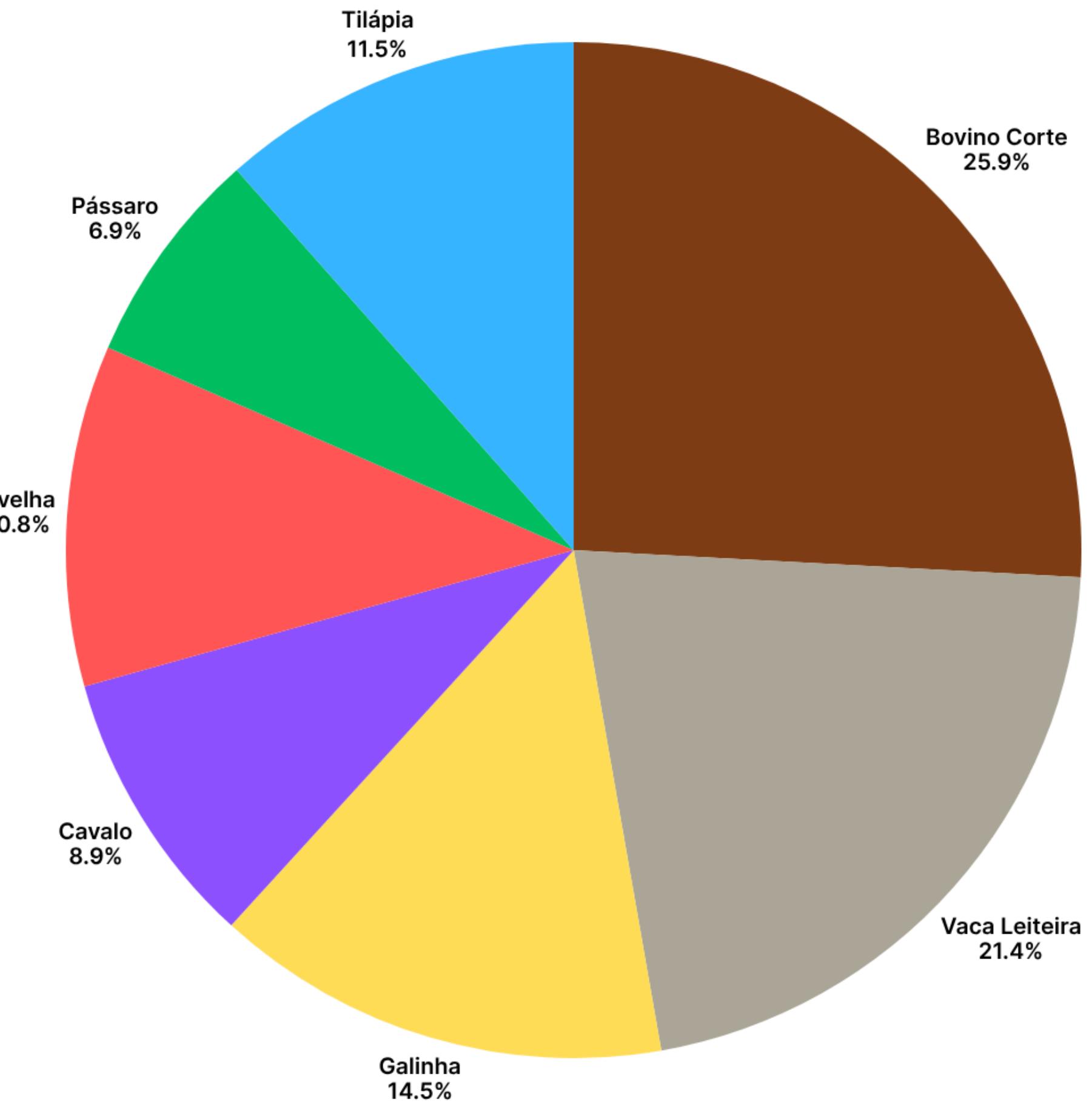
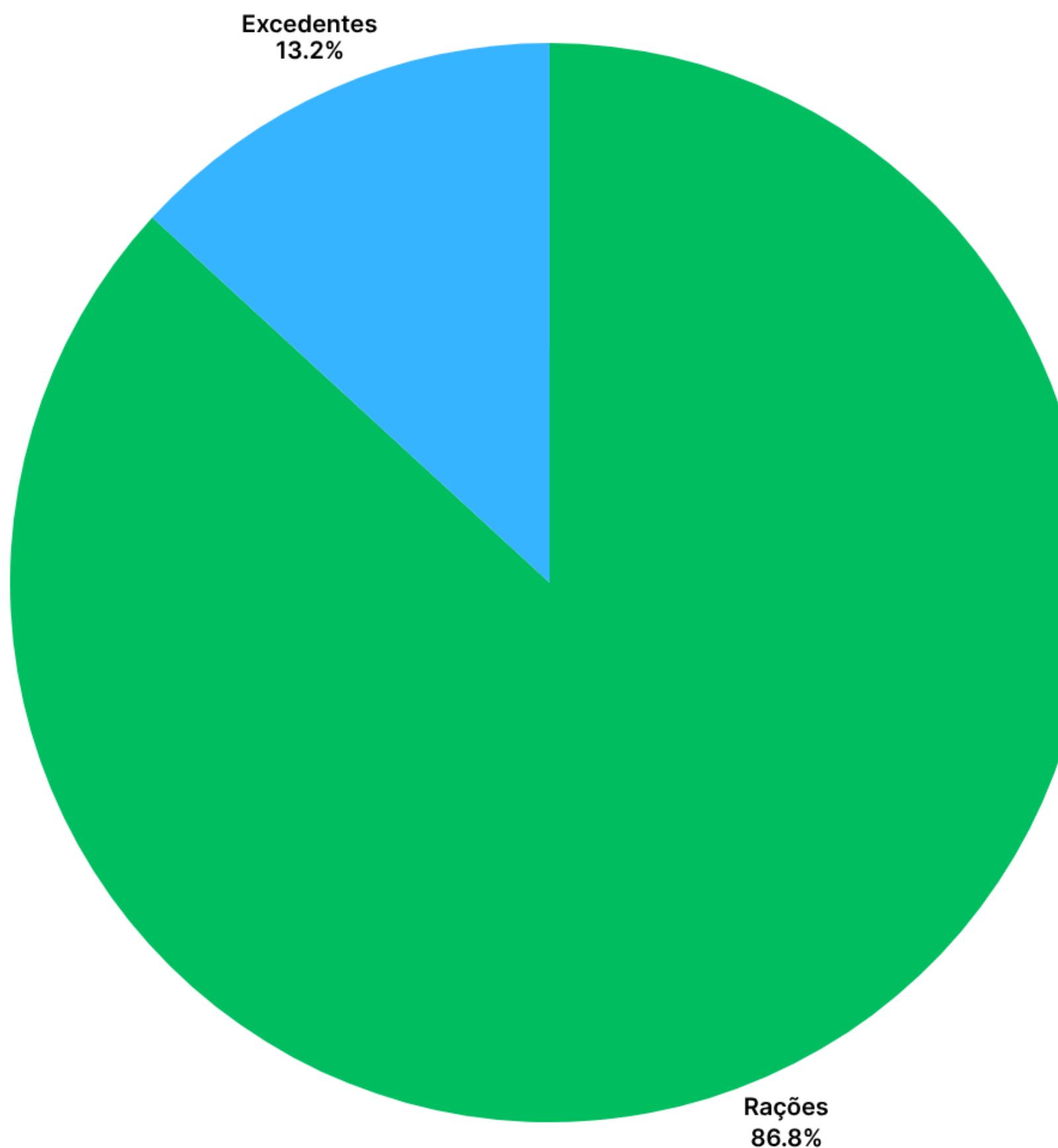
Produto	Faturamento
Farelo de Trigo	R\$ 22.050,00
Aveia	R\$ 170,00
Farelo de Girassol	R\$ 10.716.371,23
<b>Total (excedentes)</b>	<b>R\$ 10.738.591,23</b>

**Faturamento total  
R\$ 81.523.341,23**



**JAISSON RAÇÕES**

# Faturamento



Custo total de operação  
R\$ 51.333.762,20

Faturamento total  
R\$ 81.523.341,23

## LUCRO FINAL

R\$ 30.189.579,03



Transporte Marítimo Internacional

# Do contêiner ao porto, velocidade, segurança e eficiência.

Operamos fretes internacionais com foco em custo por TEU, confiabilidade de rota e rastreabilidade de ponta a ponta.

[Conheça nossas áreas](#)[Sobre a Logistics](#)**Velocidade Máxima**

Operações ágeis de ponta a ponta

**Segurança Extrema**

Rastreabilidade e controle total da carga

**Eficiência Total**

Menor custo por tonelada-km

**Entrega Garantida**

Compromisso com prazo e desempenho



# Otimização Logística e Decisão de Frota na Crise do Canal

- **Contexto:** Estação de Seca no Canal do Panamá (Dezembro - Abril).
- **Objetivo:** Escolher a melhor rota (Canal ou Cabo Horn) e frota (Panamax ou Neopanamax) para transportar 9.000 TEUs.



# O DESAFIO CENTRAL:

- Transportar **9.000 TEUs** de Itapoá para Los Angeles.

## Métricas de Sucesso:

- Maximizar o Lucro Líquido por Dia de Operação
- Minimizar o Risco de Atraso.

## AS 4 OPÇÕES DE FROTA E ROTA:

1. Canal (A): 2x Panamax (Melhor Tempo no Canal)
2. Canal (B): 1x Neopanamax (Maior Penalidade de Fila)
3. Cabo Horn (C1): 2x Panamax (Rota longa, custo de OpEx extremo)
4. Cabo Horn (C2): 1x Neopanamax (Rota longa, custo de OpEx extremo)



# Especificação Do Navio Panamax

- Tamanho Comprimento: **294 metros**
- Peso Máximo de Carga: **67.500 Toneladas**
- Boca Máxima:  $\approx$  **32, 3 m**
- Calado Máximo (Profundidade) :  $\approx$  **12 m**
- Capacidade de Carga: **5.000 TEUs**

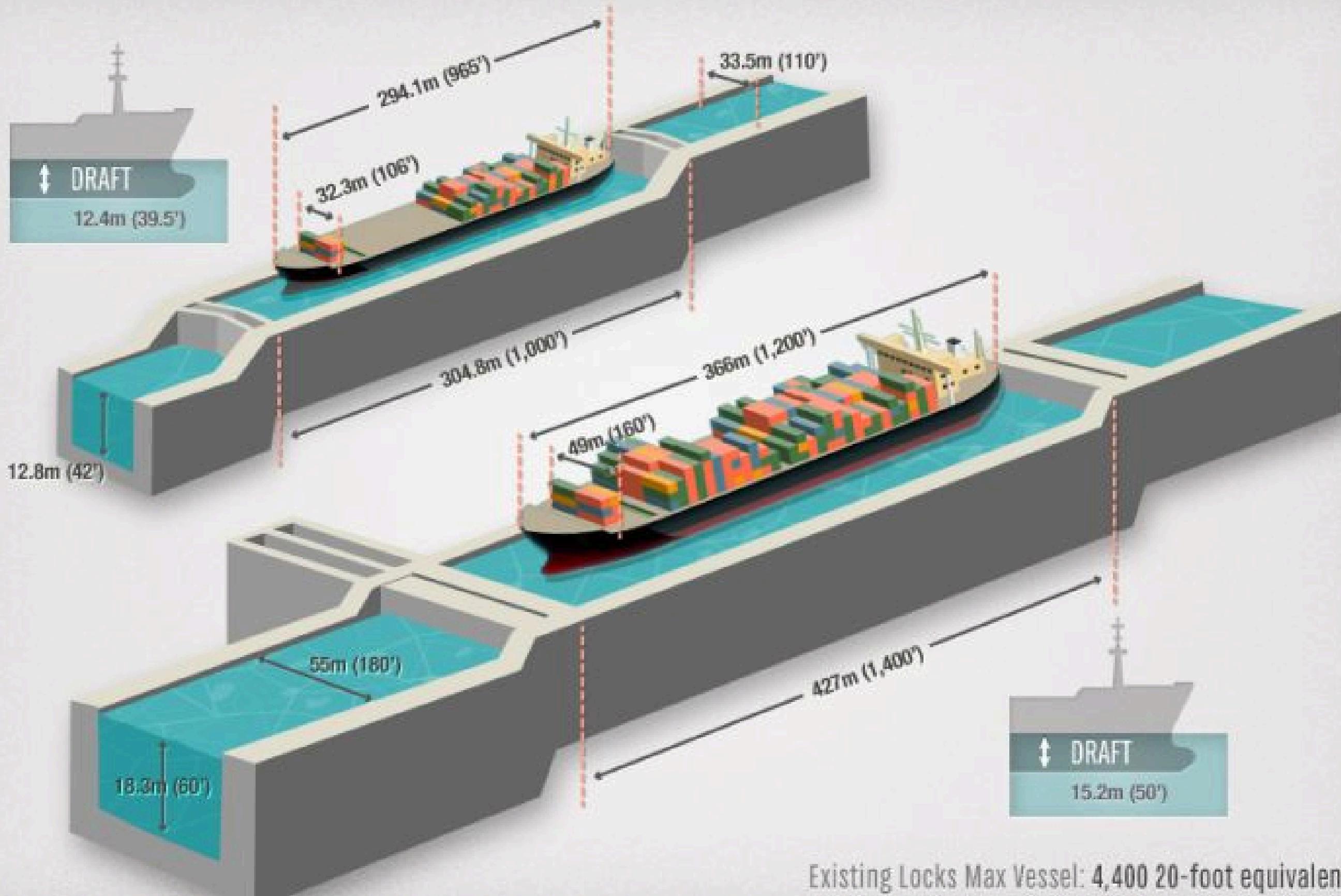


# Especificação Do Navio NeoPanamax

- Tamanho Comprimento: **366 metros**
- Peso Máximo de Carga: **135.000 Toneladas**
- Boca Máxima: **≈ 49 m**
- Calado Máximo (Profundidade) : **≈15,2 m**
- Capacidade de Carga: **14.000 à 15.000 TEUs**

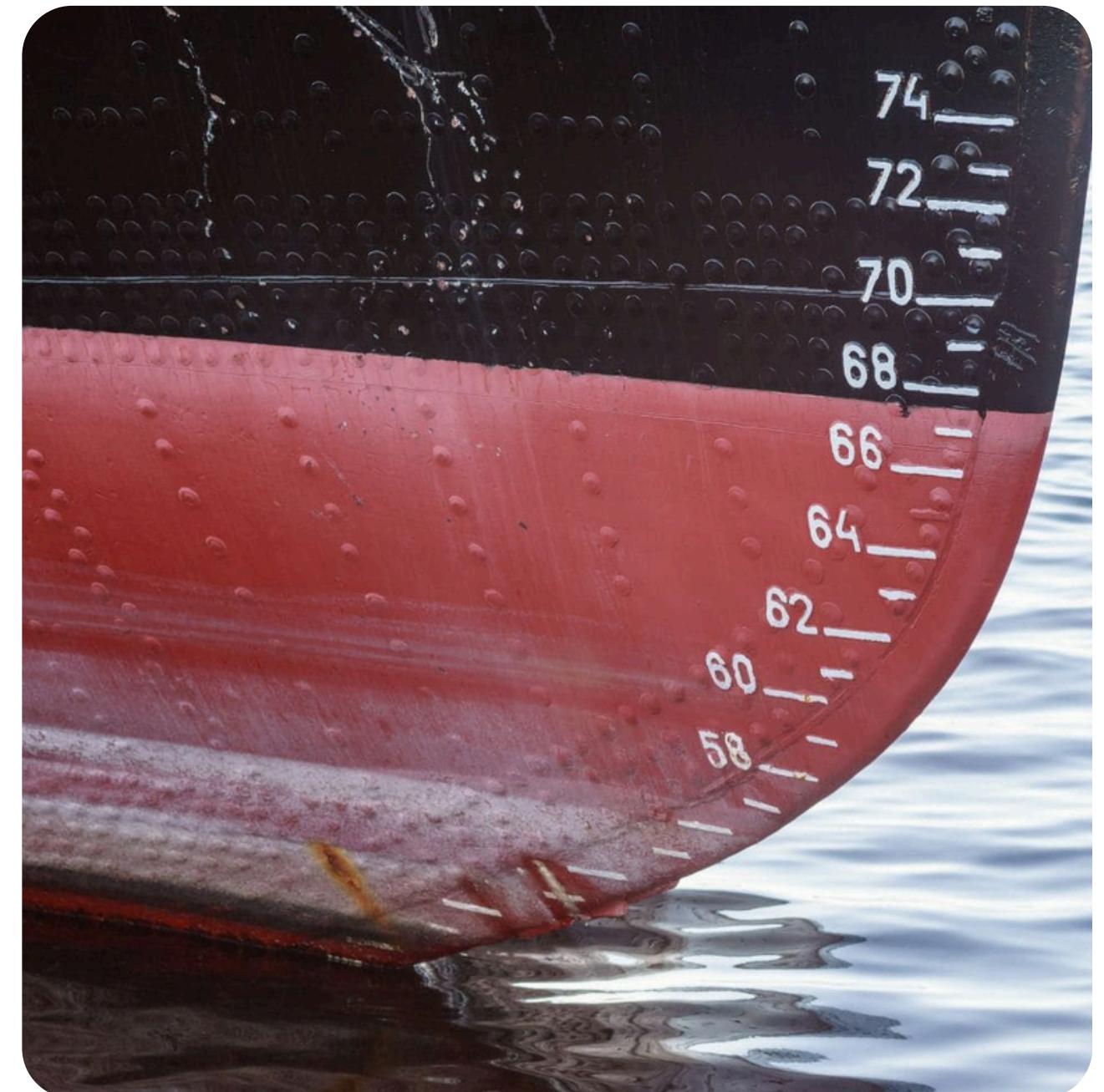
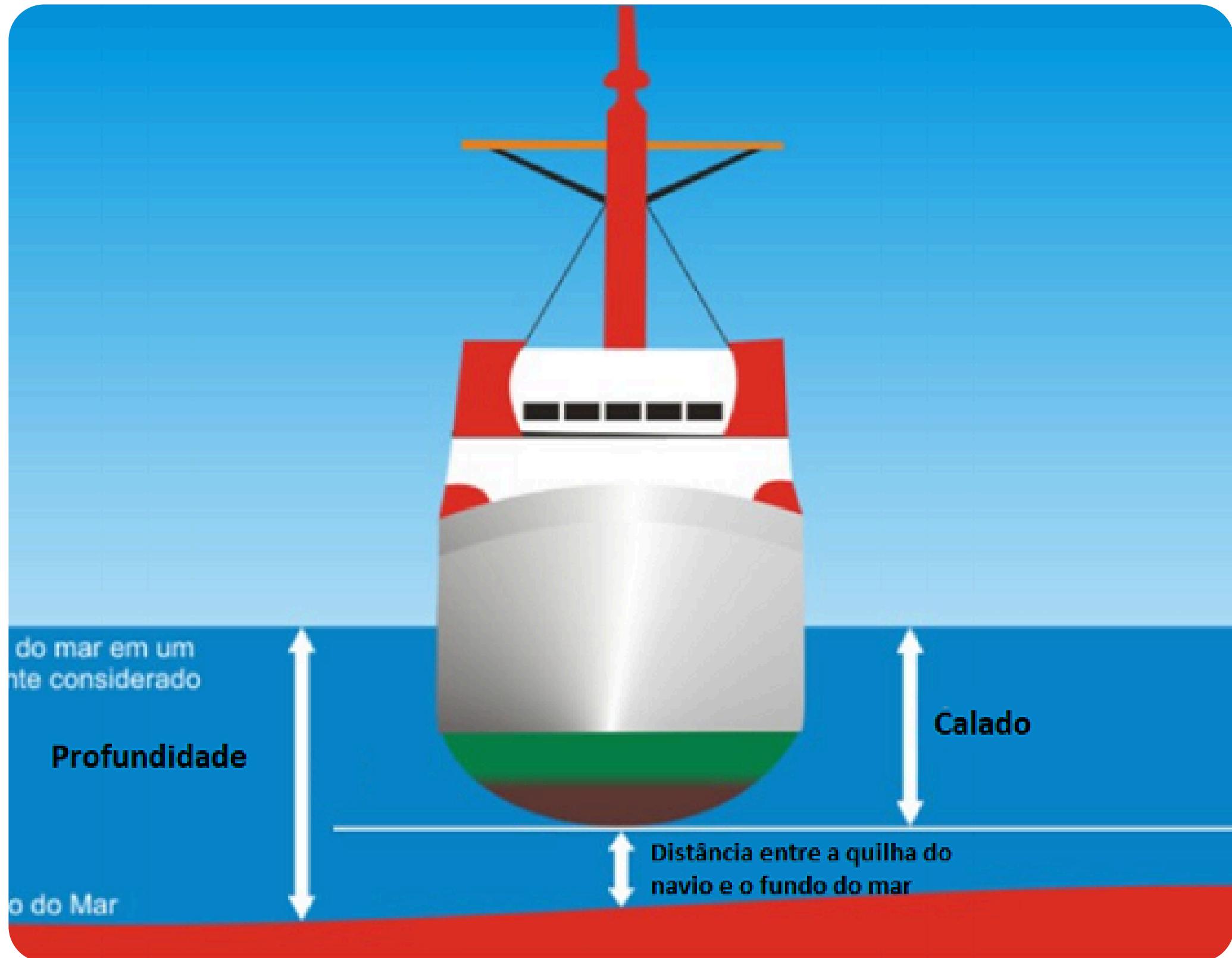


# PANAMAX AND POST-PANAMAX VESSEL SIZE COMPARISON



Existing Locks Max Vessel: 4,400 20-foot equivalent units  
New Locks Max Vessel: 12,000 20-foot equivalent units

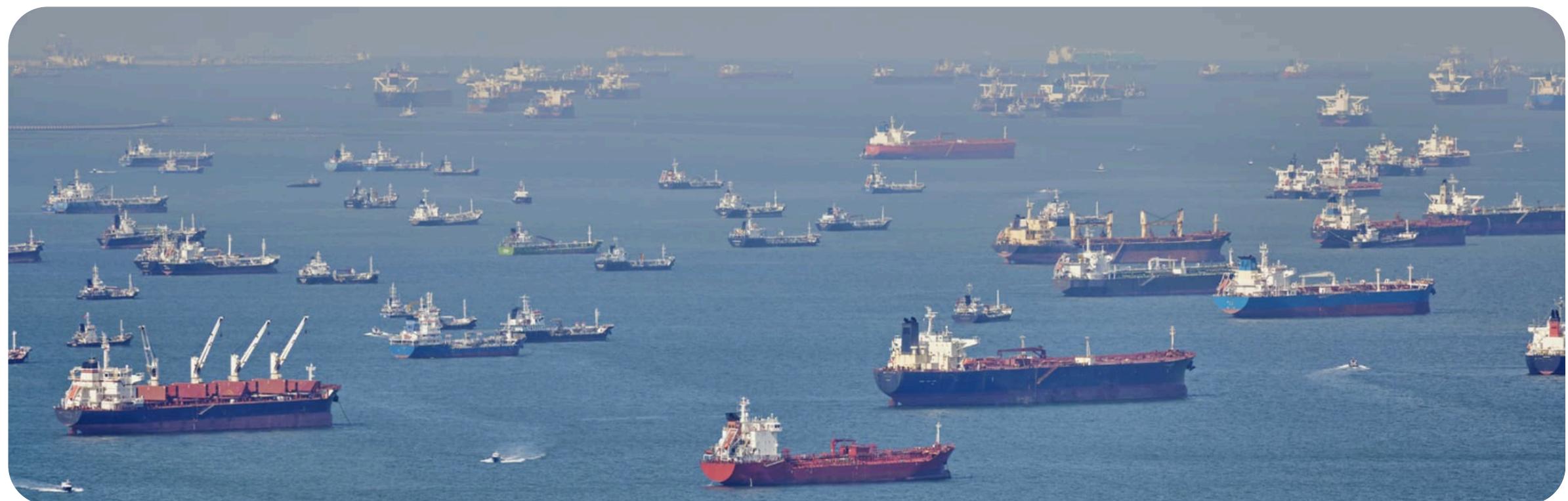
# O que é Calado de um Navio



# Calado, Fila e o Foco no Custo Diário

A seca no Canal do Panamá impõe restrições de calado e longas filas, impactando diretamente o custo total.

**Cálculo da Eficiência:** A métrica primária é o Custo Total por Dia, que combina custos fixos de pedágio/portos com custos variáveis diários (OpEx + Combustível).



# Custo de Operações Panamax

- OpEx (Marinheiros, Manutenção, Seguro) = **\$ 20.000/Dia**
- Consumo de Combustível = **80 ton/dia**
- Valor tonelada U\$ 650 X 80 = **U\$ 52.000 Dia**
- Valor total (OpEx + Combustível) = **U\$ 72.000**



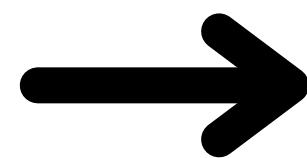
# Custo de Operações Neo Panamax

- OpEx (Marinheiros, Manutenção, Seguro) = **\$ 35.000/Dia**
- Consumo de Combustível = **120 ton/dia**
- Valor tonelada U\$ 650 X 80 = **U\$ 78.000 Dia**
- Valor total (OpEx + Combustível) = **U\$ 113.000**



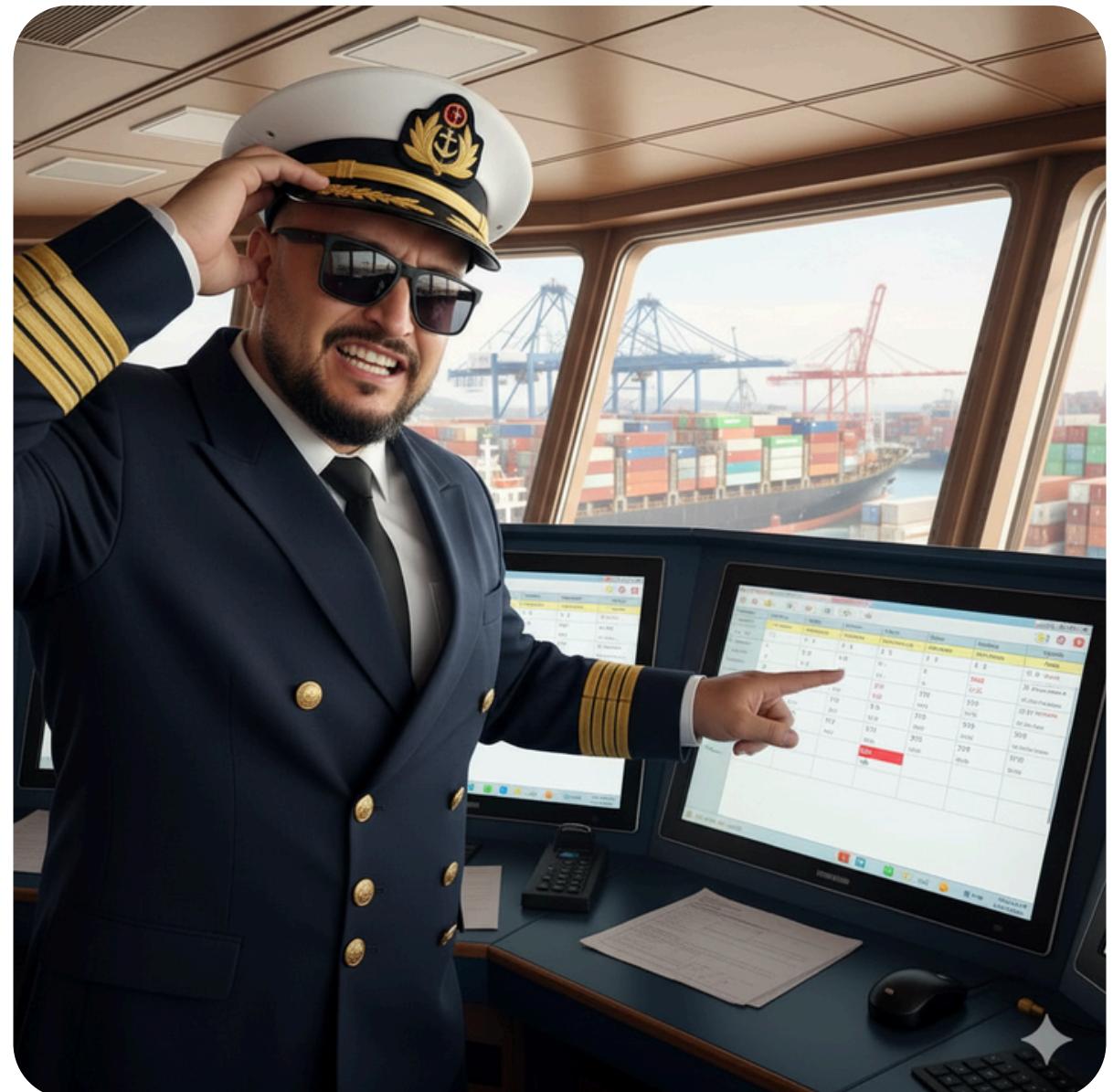
# Custo Pedágio Canal do Panamá

- Navio Panamax: U\$ 450.000
- Navio NeoPanamax: U\$ 1.500.000



# Canal Do Panamá

- Tempo de espera Panamax: **5 dias**
- Tempo de espera NeoPanamax: **12 dias**



# Taxas Portuárias



Porto de Itapoá: U\$ 150.000



Port of Los Angeles: U\$ 150.000

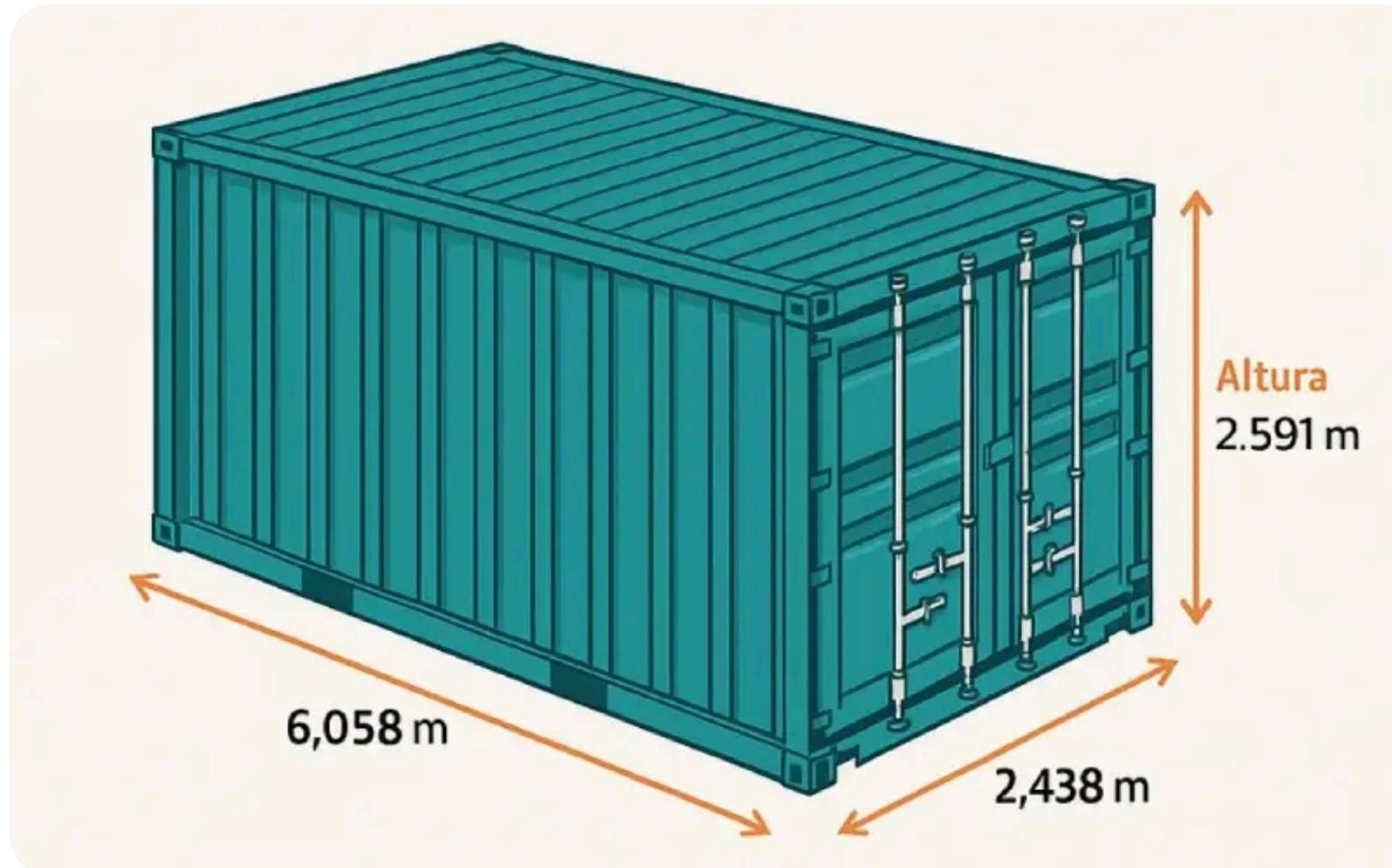


# Tempo de Viagem

## Itapoá → Los Angeles

Tempo total de Viagem discriminado				
Cenario	Rota / Frota	Tempo de Navegação	Tempo de Espera Fila	Tempo total
A	Canal / 2x Panamax	11	5	<b>16 Dias</b>
B	Canal / 1x Neopanamax	11	13	<b>24 Dias</b>
C	Cabo Horn / 2x Panam	24	0	<b>24 Dias</b>
D	Cabo Horn / 1x Neopanama	21	0	<b>21 Dias</b>

# Tamanho do container



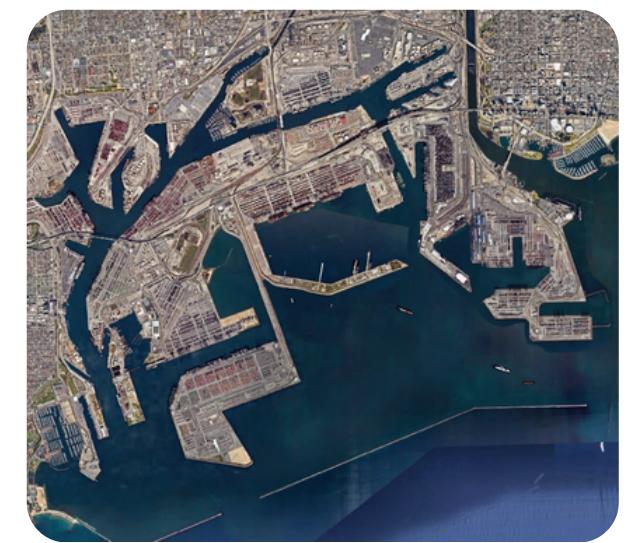
- Todos nossos contêineres tem as mesmas medidas.
- A única diferença é o espaço interno do contêiner refrigerado, que é menor.



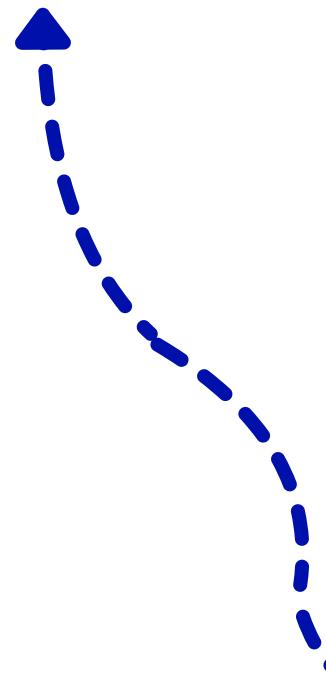
# Variáveis de Decisão

Variável	Tipo de Carga	TEU (Ton)
X1	Carga Seca Padrão	15 Ton
X2	Carga Reefer (Frigorífica)	16 Ton
X3	Carga Alto Valor (Eletrônicos)	10 Ton
X4	Celulose	22 ton
X5	Carga de Baixo Valor (Baixo Frete)	18 ton

→  
**Los Angeles**

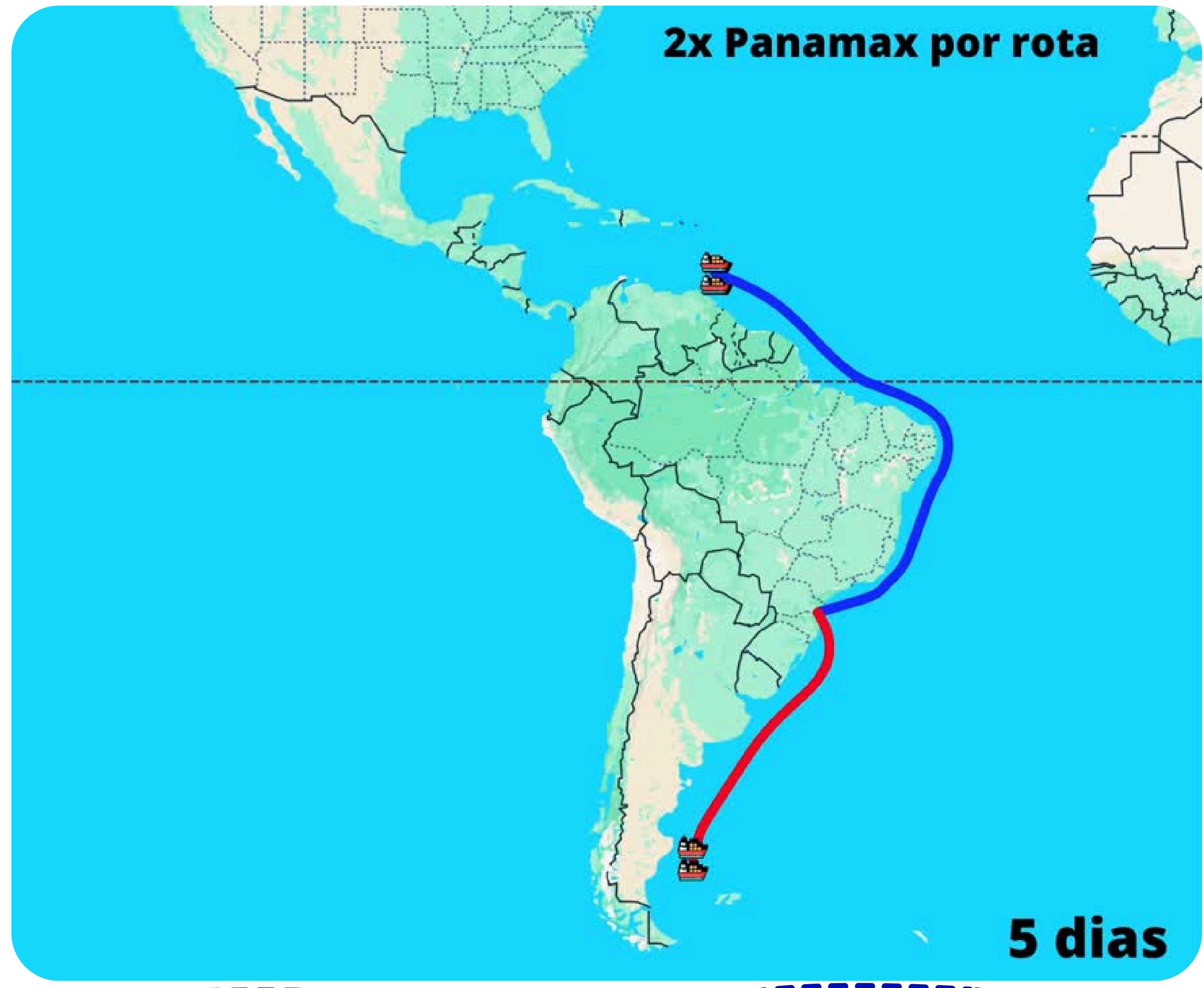


60 km<sup>2</sup>



**2x Panamax por rota**

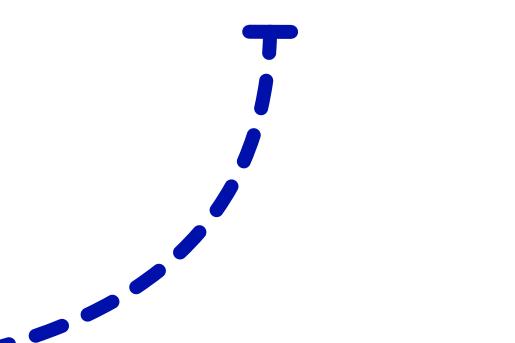
**5 días**



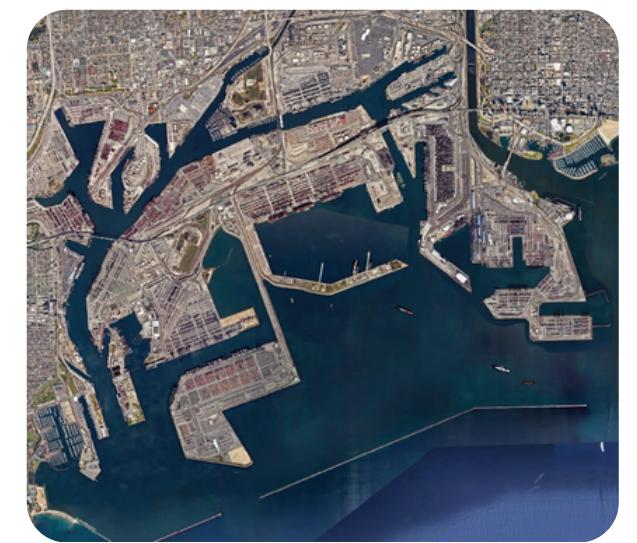
0,6 km<sup>2</sup>



**Itapoá**



→  
**Los Angeles**



60 km<sup>2</sup>

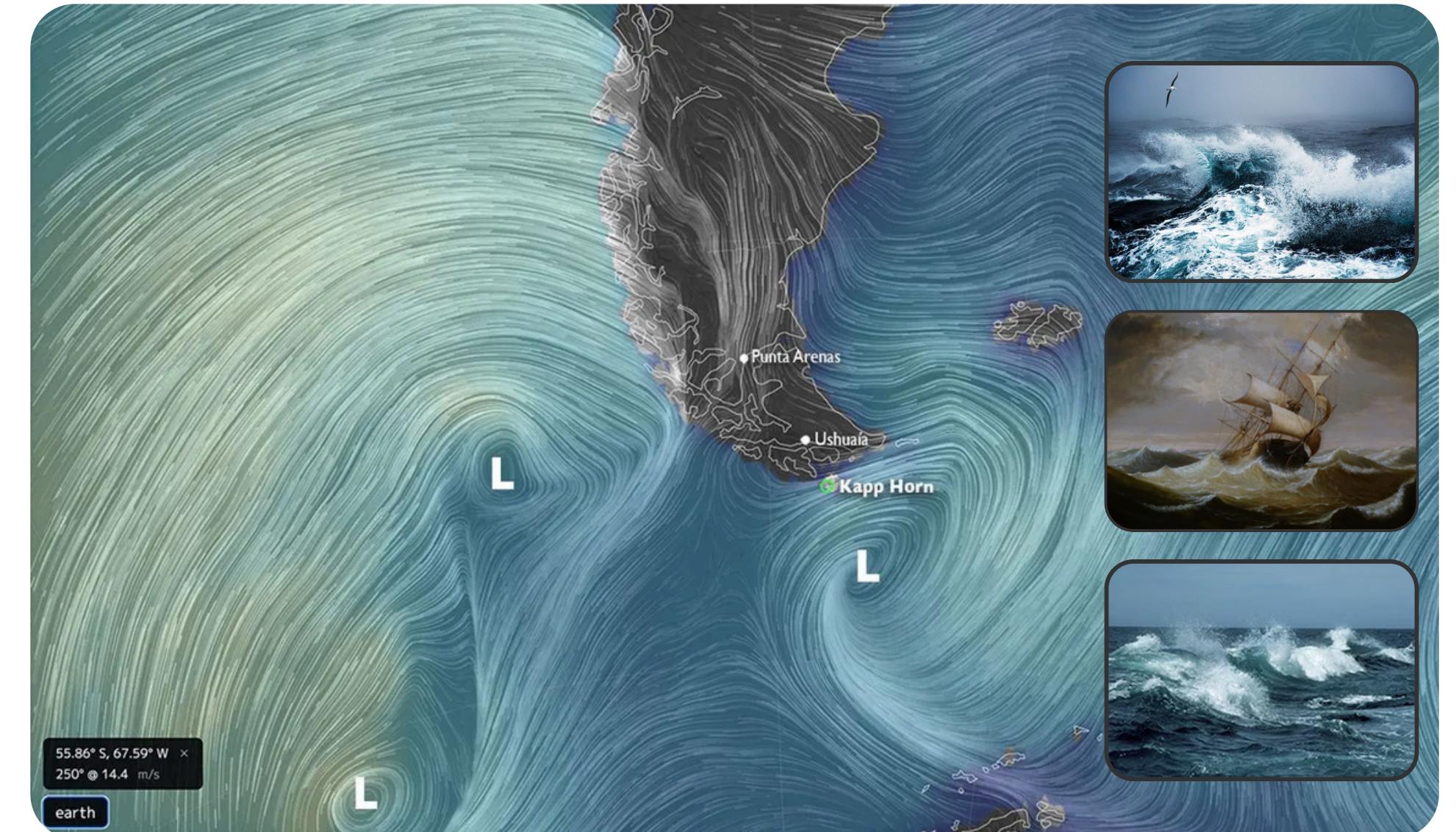


←  
**Itapoá**



# Viagem Via Cabo Horn

- As condições climáticas severas e o alto preço dos seguros praticamente inviabilizam utilizar essa rota.
- Mesmo com o longo tempo de espera no canal do panamá, a viagem através dele é mais segura.



# Resumo Resultados

Cenário	Tempo Total (dias)	Status	Lucro Total Máximo (US\$)	Custo Total da Viagem (US\$)	Mix de Carga Otimizado (TEUs)	Peso Total Carregado (Ton)
2× Panamax (A)	16	<span style="color: green;">●</span> Optimal	US\$ 66,996,000.00	US\$ 3,504,000.00	X1: 0   X3 (Reefer): 1.000   X4 (Alto V.): 8.000   X5: 0	96.000 / 135.000
1× Neopanamax (B)	23	<span style="color: green;">●</span> Optimal	US\$ 66,901,000.00	US\$ 3,599,000.00	X2 (Seca Neo): 0   X3 (Reefer): 1.000   X4 (Alto V.): 8.000	96.000 / 135.000

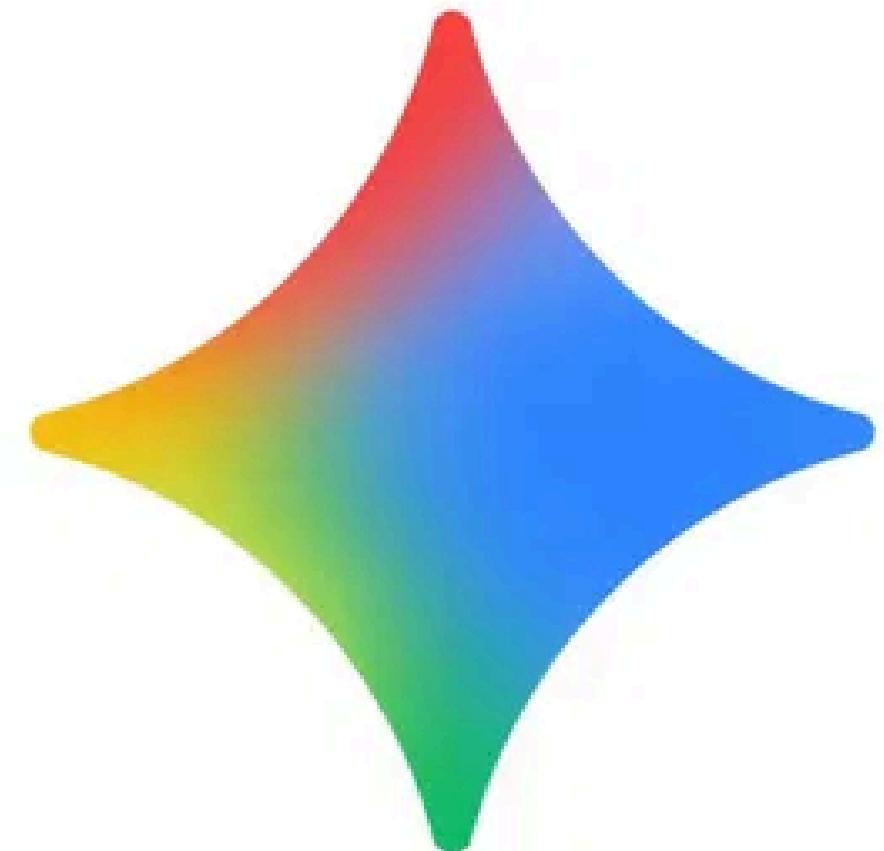


## Decisão Ótima

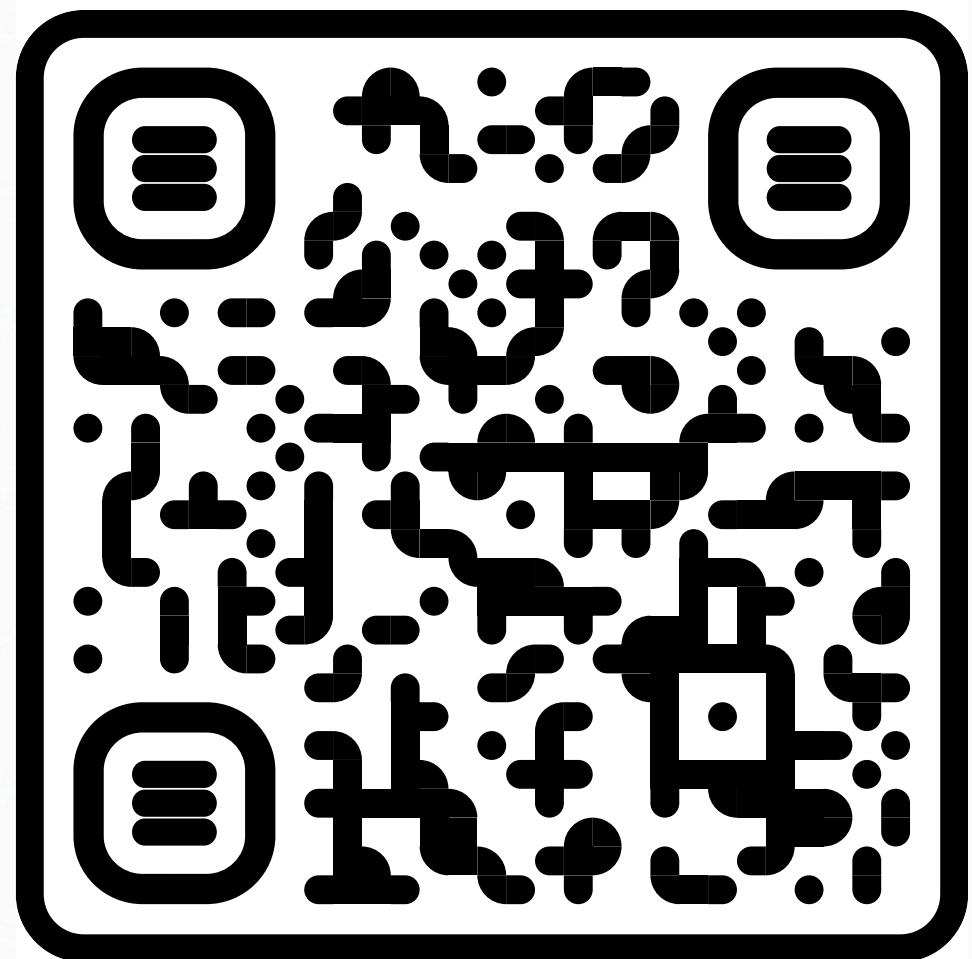
- **Cenário A (2× Panamax) é o mais lucrativo.**
- Vantagem: Lucro total superior em US\$ 95,000.00.
- O custo de viagem é US\$ 95,000 menor e a entrega é 7 dias mais rápida.

# Referências

Os dados são provenientes de consultas a fontes de informação abertas da internet (como noticiários de logística, artigos acadêmicos sobre pesquisa operacional no setor naval, e páginas de autoridades marítimas) para garantir que o modelo seja realista em sua estrutura, mesmo que os valores exatos de frete sejam simulações conceituais para a aplicação do Método Simplex.



# Perguntas?

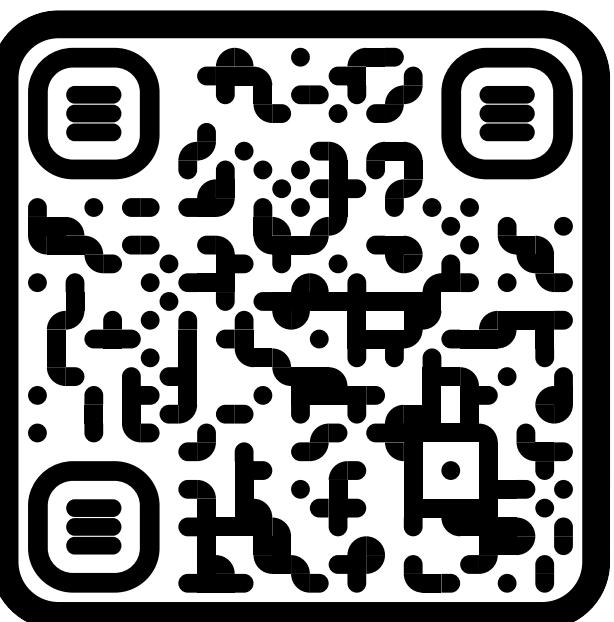


# OBRIGADO!

## Trabalho N2 - Pesquisa Operacional

---

- Maruan Biasi El Achkar
  - Ricardo Falcão Schlieper
- 



Curso: Engenharia de Software  
Matéria: Probabilidade e Estatística  
Professor: Jaisson Potrich dos Reis

