



# **PESQUISA OPERACIONAL II**

## **O PROBLEMA DO TRANSPORTE: DESIGNAÇÃO E TRANSBORDO**

Prof. Dr. Daniel Caetano

2019 - 1

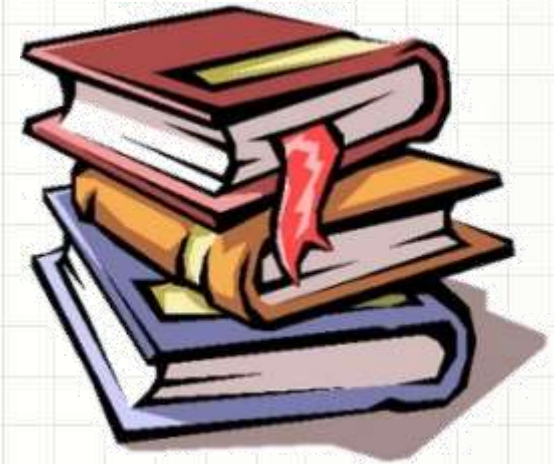
# Objetivos

- Como resolver algumas questões práticas do Problema do Transporte
- Compreender o Problema da Designação
- Compreender o Problema do Transbordo

- **Atividade Aula 8 – SAVA!**



# Material de Estudo



---

## Material

## Acesso ao Material

Apresentação


<http://www.caetano.eng.br/>  
(Pesquisa Operacional II – Aula 8)

Minha Biblioteca

Introdução à Pesquisa Operacional  
(Hillier/Lieberman)

Recursos na Web

[http://www.ufjf.br/epd015/files/2010/06/problema\\_de\\_transporte.pdf](http://www.ufjf.br/epd015/files/2010/06/problema_de_transporte.pdf)

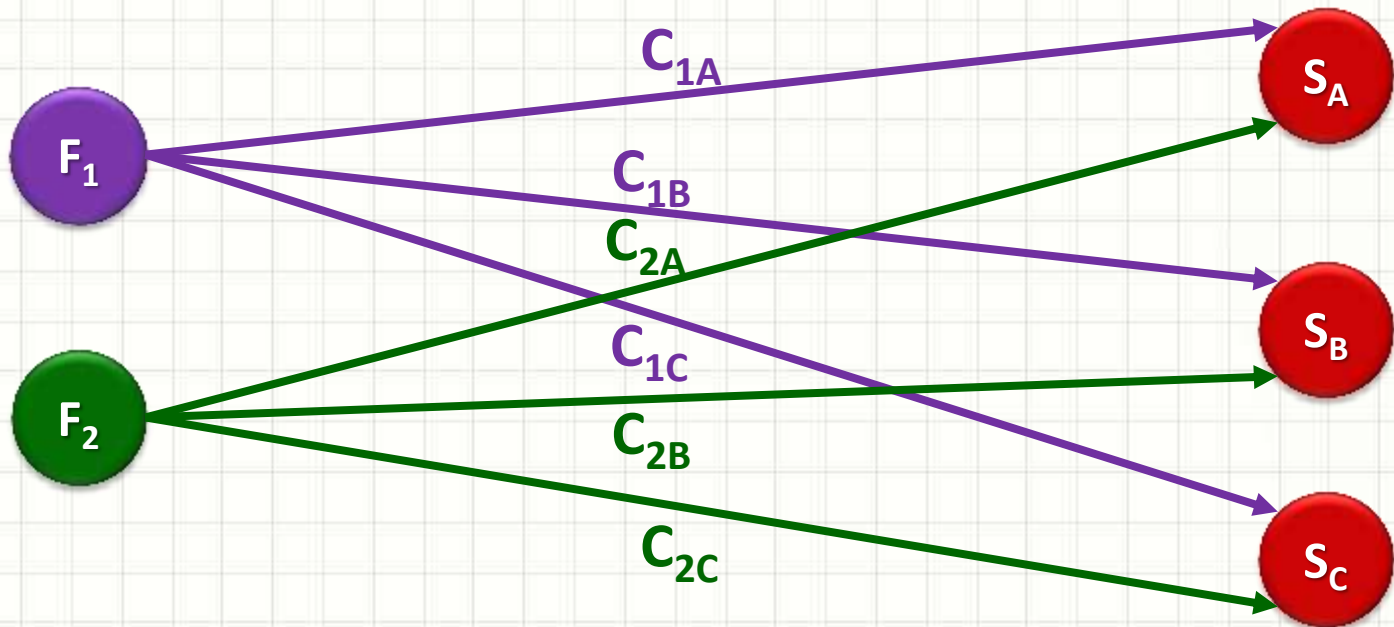


**RETOMANDO:**

# **O PROBLEMA DO TRANSPORTE**

# O Problema do Transporte

- Múltiplas fontes de um produto
- Múltiplos sorvedouros do mesmo produto
- Custos de transporte diferentes



# Considerações

- Produção = Demanda
- Passos
  1. Obtenção de Solução Inicial
    - Método do Canto Noroeste
    - Método de Vogel
  2. Verificação de Otimalidade
  3. Melhoria da Solução
  4. Volte ao passo 2



O PROBLEMA DO TRANSPORTE:

# RESOLVENDO DESEQUILÍBRIO ENTRE OFERTA E DEMANDA



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Casos comuns:
  - Mais suprimento que demanda
  - Mais demanda que suprimento
- Como lidar com esses casos?

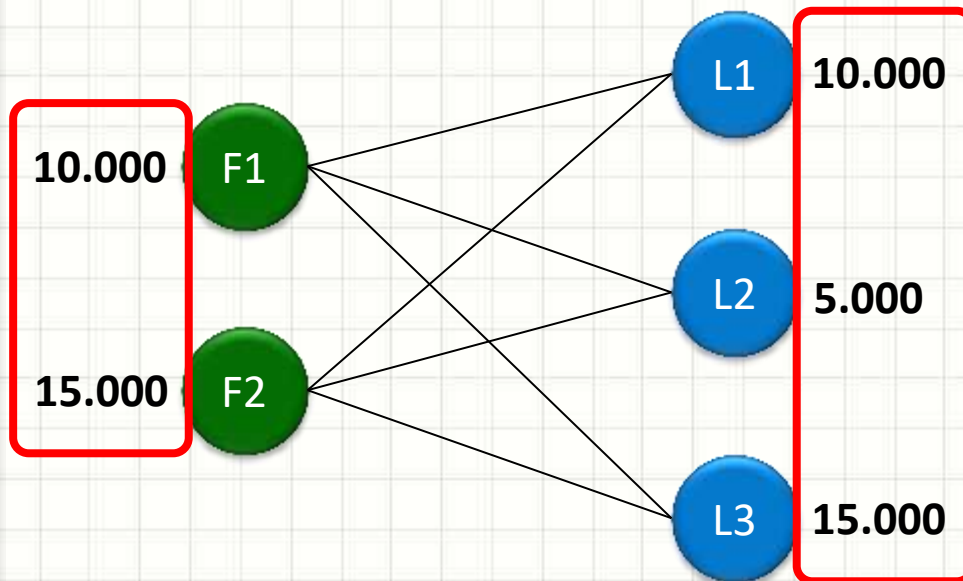




# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda > Suprimento  
– Solução?

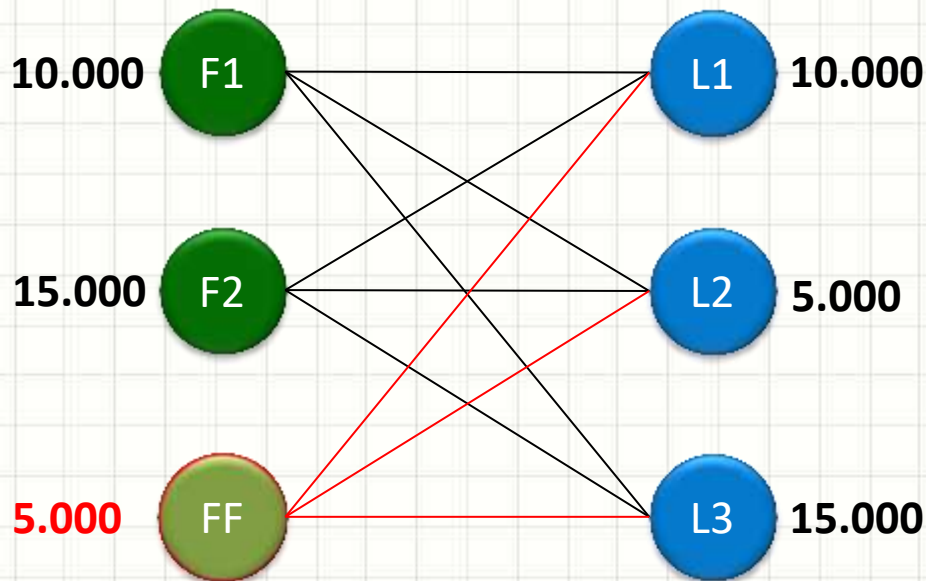
	L1	L2	L3
F1	13	8	9
F2	12	9	10



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda > Suprimento  
– Solução?

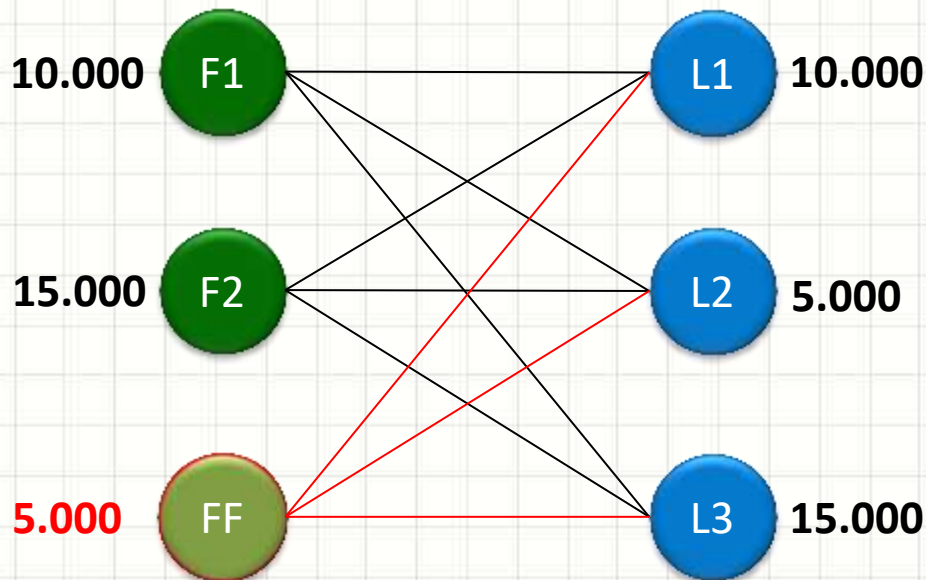
	L1	L2	L3
F1	13	8	9
F2	12	9	10



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda > Suprimento  
– Solução?

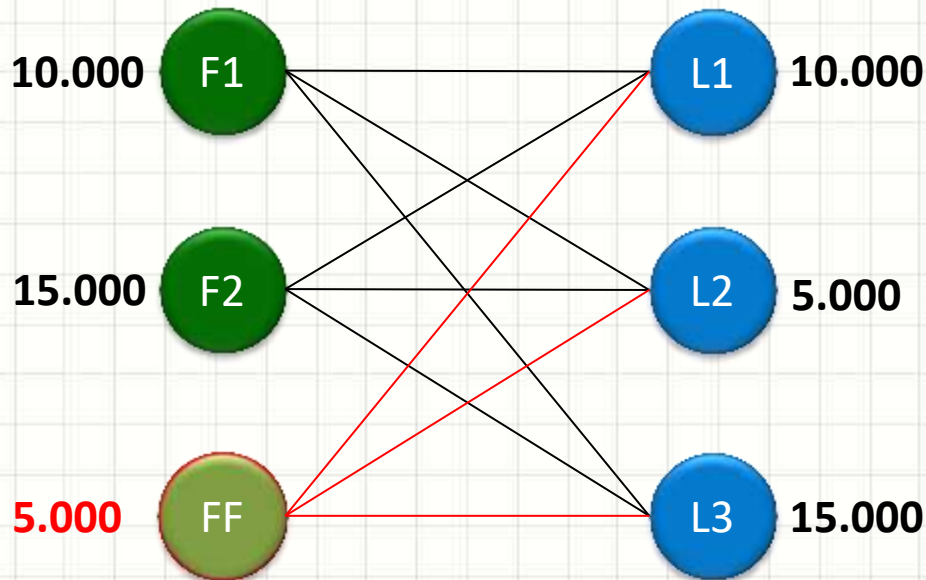
	L1	L2	L3
F1	13	8	9
F2	12	9	10
FF			



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda > Suprimento  
– Solução?

	L1	L2	L3
F1	13	8	9
F2	12	9	10
FF	0	0	0

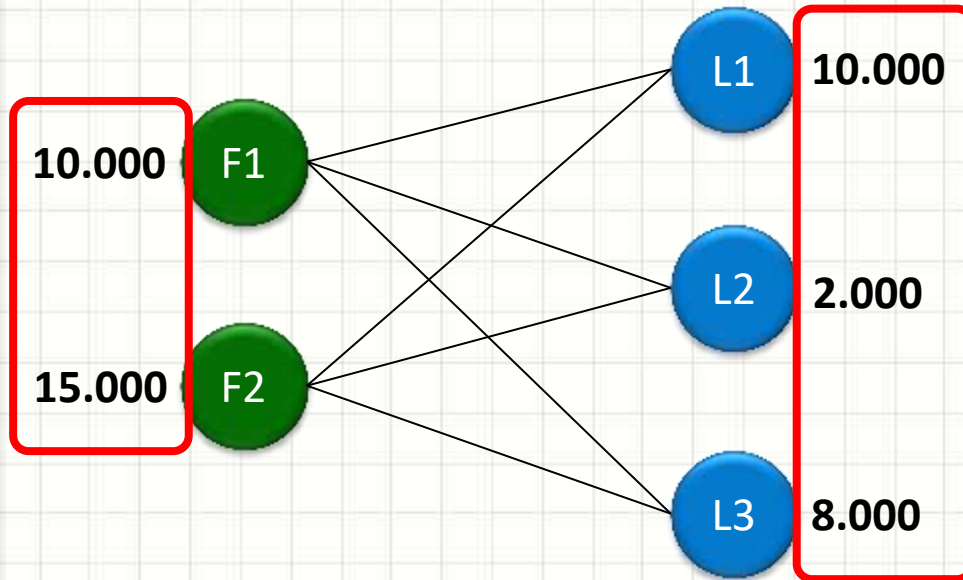


Não onera custos,  
mas quem receber  
da fábrica fictícia  
ficará sem produto!

# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda < Suprimento  
– Solução?

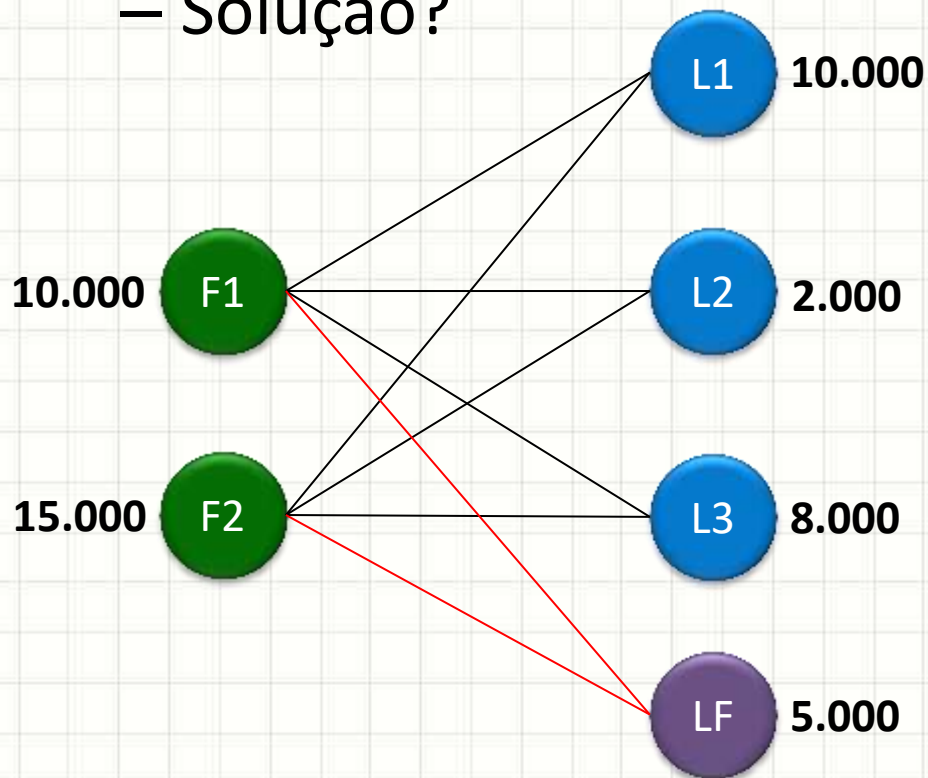
	L1	L2	L3
F1	13	8	9
F2	12	9	10



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda < Suprimento  
– Solução?

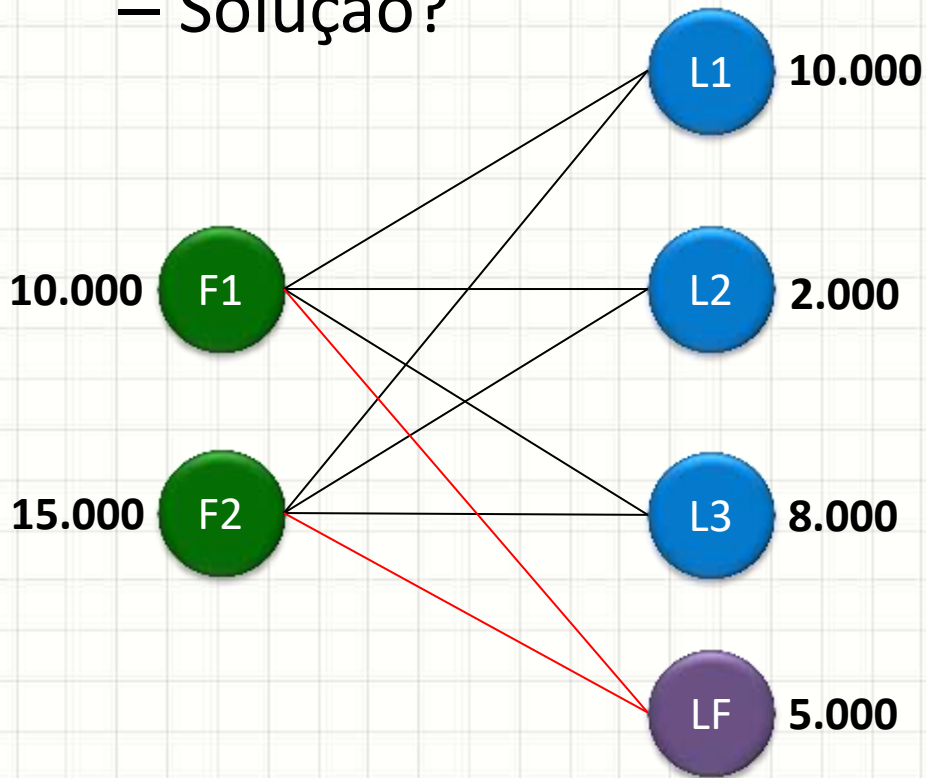
	L1	L2	L3
F1	13	8	9
F2	12	9	10



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda < Suprimento  
– Solução?

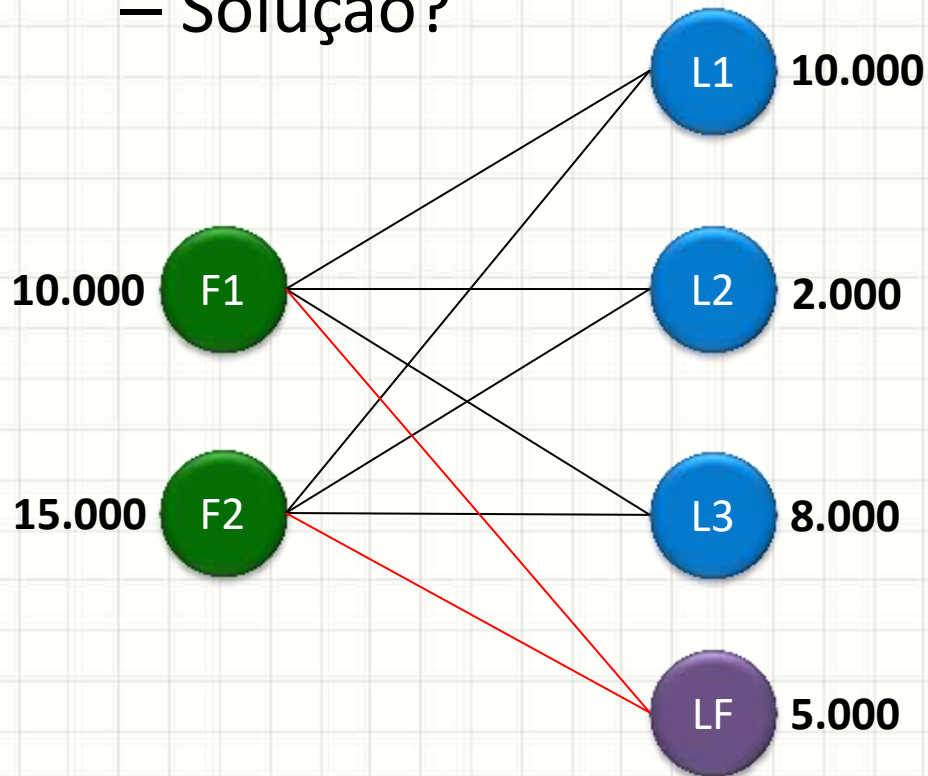
	L1	L2	L3	LF
F1	13	8	9	
F2	12	9	10	



# Desequilíbrio Suprimento/Demanda

- Demanda < Suprimento  
– Solução?

	L1	L2	L3	LF
F1	13	8	9	0
F2	12	9	10	0



**Não onera custos,  
produtos não serão  
enviados!**

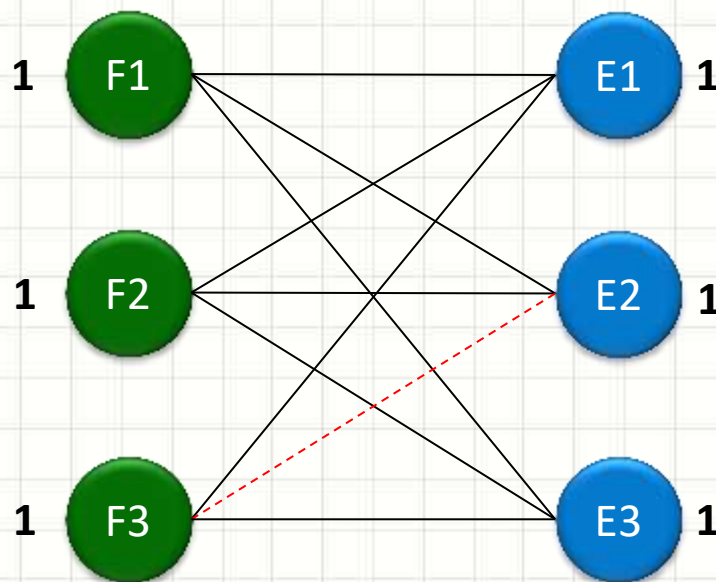


# O PROBLEMA DA DESIGNAÇÃO



# Problema da Designação

- Cada fonte/sorvedouro produz/consome 1

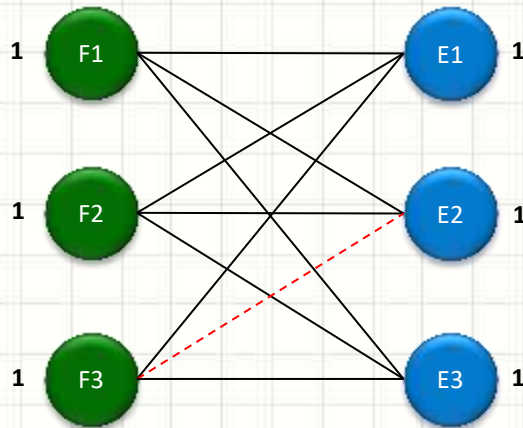


	E1	E2	E3
F1	13	8	9
F2	12	9	10
F3	20	$\infty$	10

**Custo de Alocação**

# Problema da Designação

- Cada fonte/sorvedouro produz/consome 1



	E1	E2	E3
F1	13	8	9
F2	12	9	10
F3	20	$\infty$	10

	E1		E2		E3		Prod.
U1		13		8		9	1
U2		12		9		10	1
U3		20		$\infty$		10	1
Dem.	1		1		1		

**Alternativa: Algoritmo Húngaro**

# Exercício

- Resolva o Problema da Designação abaixo

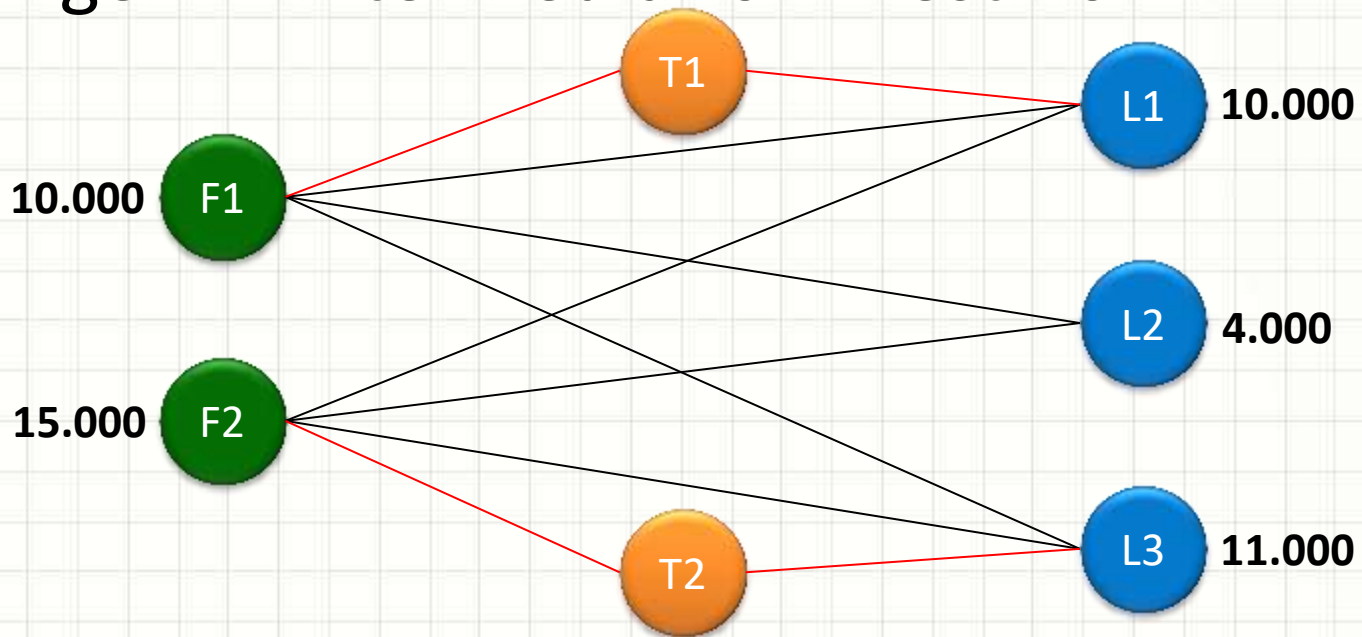
	L1	L2	L3	Suprimento
F1	10	12	25	1
F2	10	30	18	1
F3	9	18	28	1
Demanda	1	1	1	3

# O PROBLEMA DO TRANSBORDO



# O Problema do Transbordo

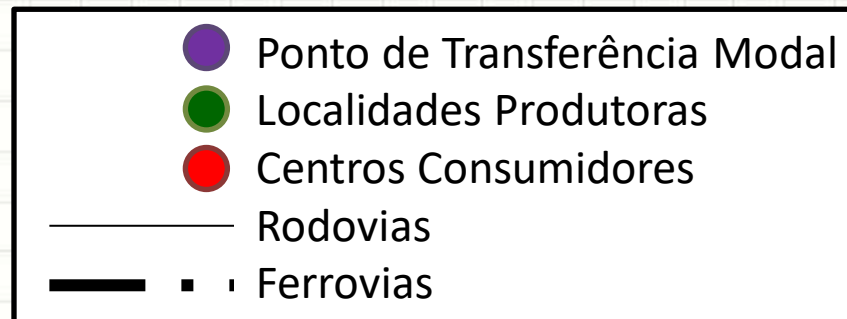
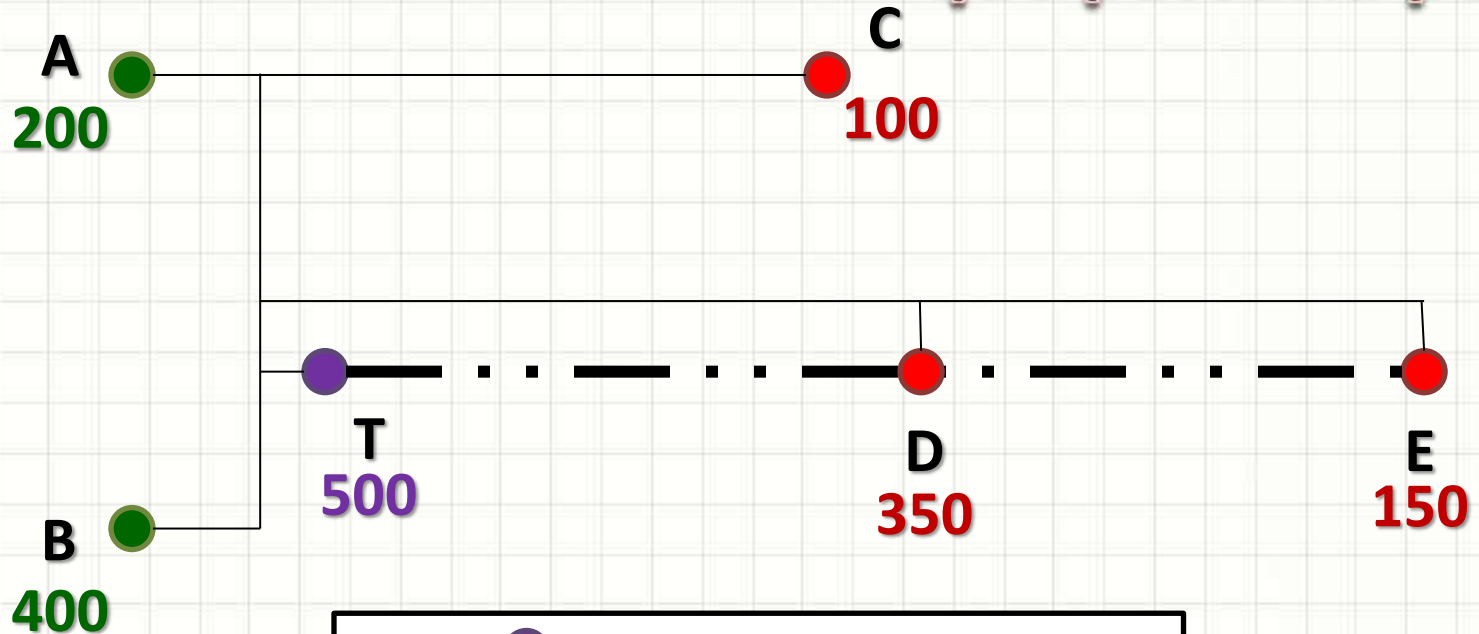
- Comum:
  - Centro de Distribuição
  - Troca de meios de transporte
- Origem – Intermediário – Destino



# O Problema do Transbordo

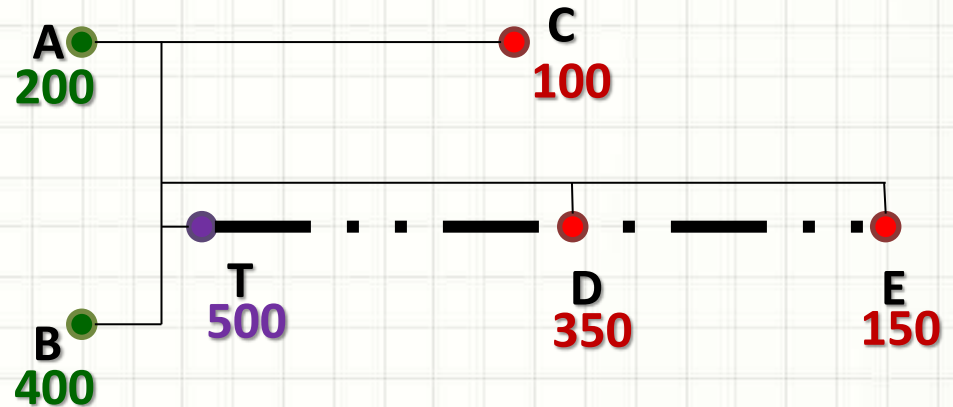
- Exemplo Prático

Quanto é o máximo que passaria por T?



# O Problema do Transbordo

- Exemplo Prático
- E os custos?

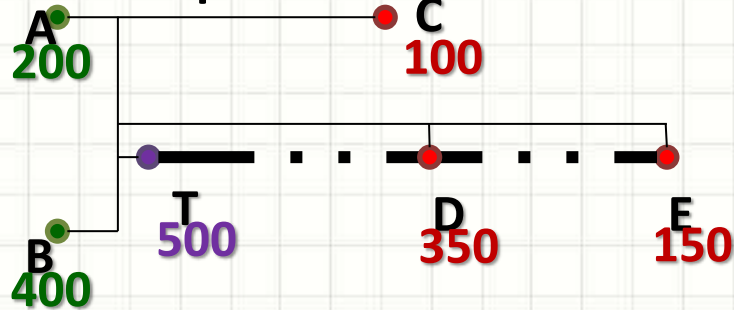


Origem \ Destino	C	D	E	T
A	5	13	19	5
B	15	10	17	3
T	$\infty$	7	12	0



# O Problema do Transbordo

- Exemplo Prático

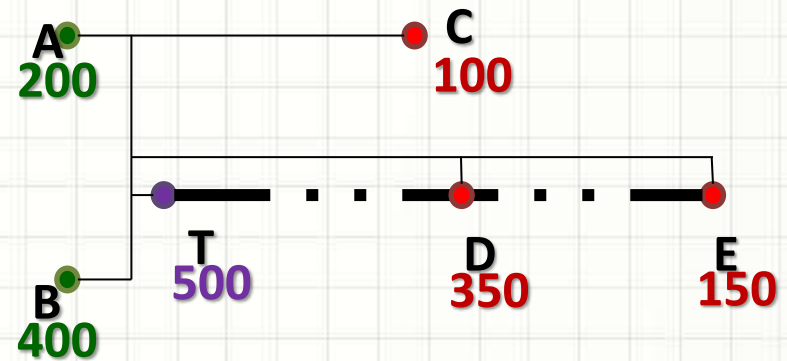


O \ D	C	D	E	T
A	5	13	19	5
B	15	10	17	3
T	$\infty$	7	12	0

	C		D		E		T		Prod.
A		5		13		19		5	200
B		15		10		17		3	400
T		$\infty$		7		12		0	500
Dem.		100		350		150		500	

# O Problema do Transbordo

- Resolvendo por Vogel



	C		D		E		T		Prod.	K
A	-	5	1	13	2	19	-	5	200	0
	100		-		-		100			
B	12	15	0	10	2	17	-	3	400	-2
	-		-		-		400			
T	$\infty$	$\infty$	-	7	-	12	-	0	500	-5
	-		350		150		0			
Dem.	100		350		150		500			
L	5		12		17		5			

# DICAS PARA SOLUÇÃO BÁSICA



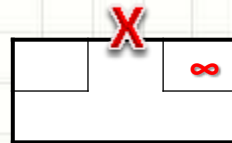
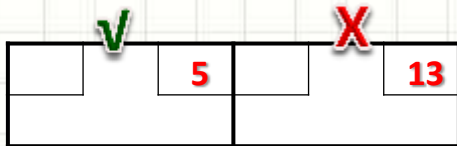
# Dicas para a Solução Básica

- Solução básica **deve** ter  $n-1$  elementos
- Problemas maiores: comum haver menos!
  - Fontes/Destinos fictícios
  - Transbordo
- O que fazer?
  - Acrescente zeros em algumas células
  - Não existe regra 100%



# Dicas para a Solução Básica

- Algumas observações
  - Preferência para células de menor valor
  - Evitar com veemência células de custo muito alto
  - Evitar posições em que sejam formados ciclos
  - Procurar colocar em linha/coluna que não tenha valores ou onde haja apenas uma linha/coluna com valor



	L1	L2	L3	L4
F1	#	#	X	V
F2	X	#	#	V
F3	#	X	X	V

# Dicas para a Solução Básica

- Como percebo se o lugar escolhido é ruim?
  - Se você não conseguir calcular todos os Ks e Ls
  - Se o zero ficar em uma posição  $-\Theta$  nos ciclos
- O que fazer nesses casos?
  - Tente mudar o zero adicionada para outra célula
  - Atente aos critérios previamente mencionados.



# EXERCÍCIO

# Exercício

- Resolva o Problema do Transbordo abaixo

	C	D	T	Suprimento
A	14	18	4	400
B	15	20	17	300
T	8	$\infty$	0	200
Demanda	350	350	200	900





# CONCLUSÕES

# Resumo

- Problema da Designação e Transbordo
    - Adaptações do Problema do Transporte
  - Limitações do sistema de solução
    - Truques especiais
  - **TAREFA:** Exercícios Aula 8
- 
- Caminho crítico de cronograma?
    - Variação do caminho mais curto



**PERGUNTAS?**



# EXERCÍCIO

# Exercício (para casa)

Uma empresa petrolífera precisa entregar 900 tanques de gás de 2 refinarias (A e B) até 3 diferentes distribuidores de gás (C, D e E). Ocorre que, como alternativa de entrega direta entre a refinaria B e os distribuidores C e E, existe a possibilidade de realizar um trecho do trajeto de trem, cuja capacidade de transbordo no período é de 400 tanques. Os custos e a produção/demanda de cada refinaria/distribuidor estão indicados a seguir:

Refinaria	Produção
A	400
B	500

Distribuidor	Demanda
C	300
D	400
E	200

Custos: (\$ por tanque transportado)

	C	D	E	T
A	13	11	20	$\infty$
B	5	10	15	12
T	3	$\infty$	6	0

Determine a quantidade de tanques que será transportada de cada fábrica para cada depósito, calculando também o custo total de transporte da solução ótima. Identifique quantos tanques passarão pelo terminal de transbordo T. Resolva pelo Método do Canto Noroeste e pelo Método de Vogel.