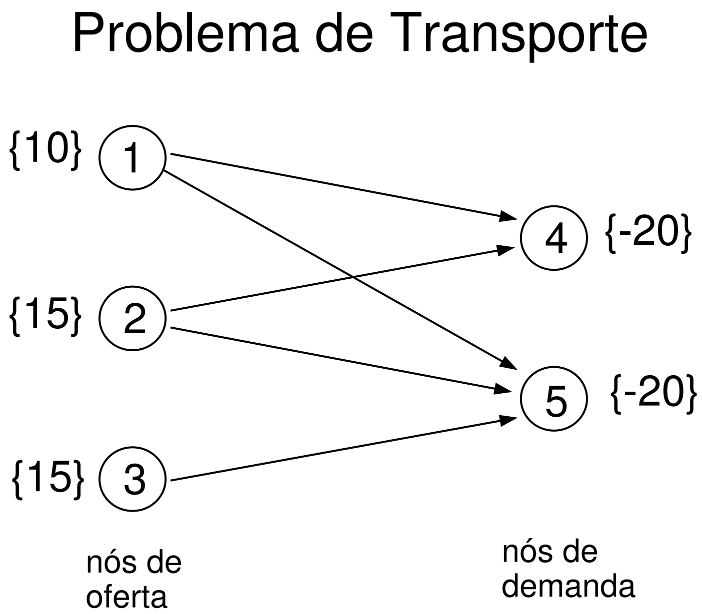
Problema de Transporte

Prof. Gustavo Peixoto Silva
Departamento de Computação
Univ. Federal de Ouro Preto
8 modelos

Problema de Transporte

Rede bipartida onde um conjunto contém nós de oferta e o outro contém os nós de demanda. Os arcos ligam os nós de oferta diretamente aos nós de demanda.



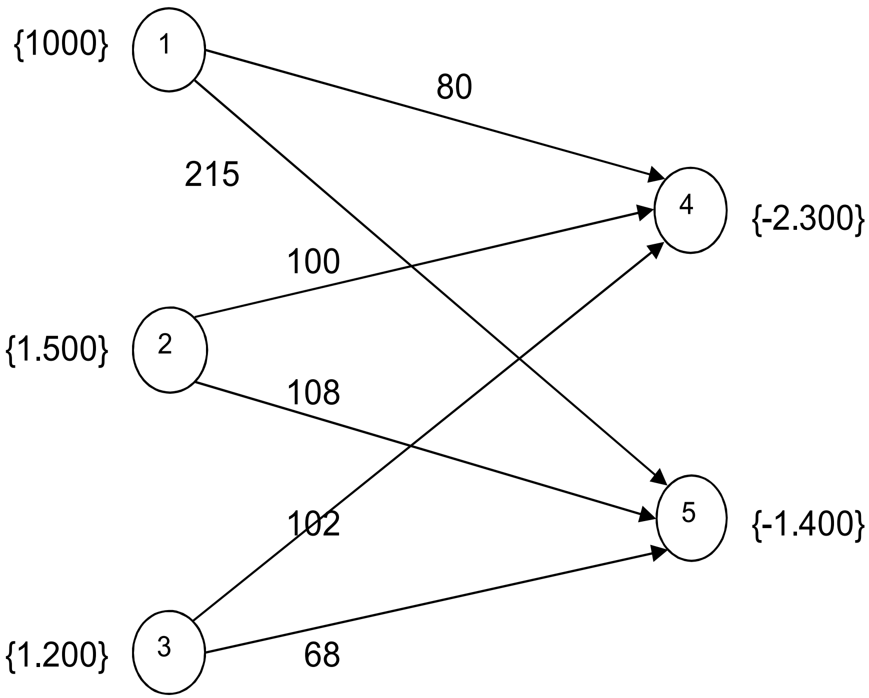
M11.1 Problema de Transporte (Hamdy A. Taha Cap. 5)

Temos três fábricas e dois centros de distribuição. As capacidades das fábricas para o próximo trimestre são: 1.000, 1.500 e 1.200 veículos. As demandas nas centrais de distribuição são de: 2.300 e 1.400 veículos. Os custos de transporte por veículo entre as fábricas e os CDs são apresentados na tabela abaixo.

	C1	C2
F1	80	215
F2	100	108
F3	102	68

Formular um de PL para atender à demanda de veículos nos centros distribuidores com o menor custo de transporte.

Existem algoritmos específicos para resolver problemas deste tipo...



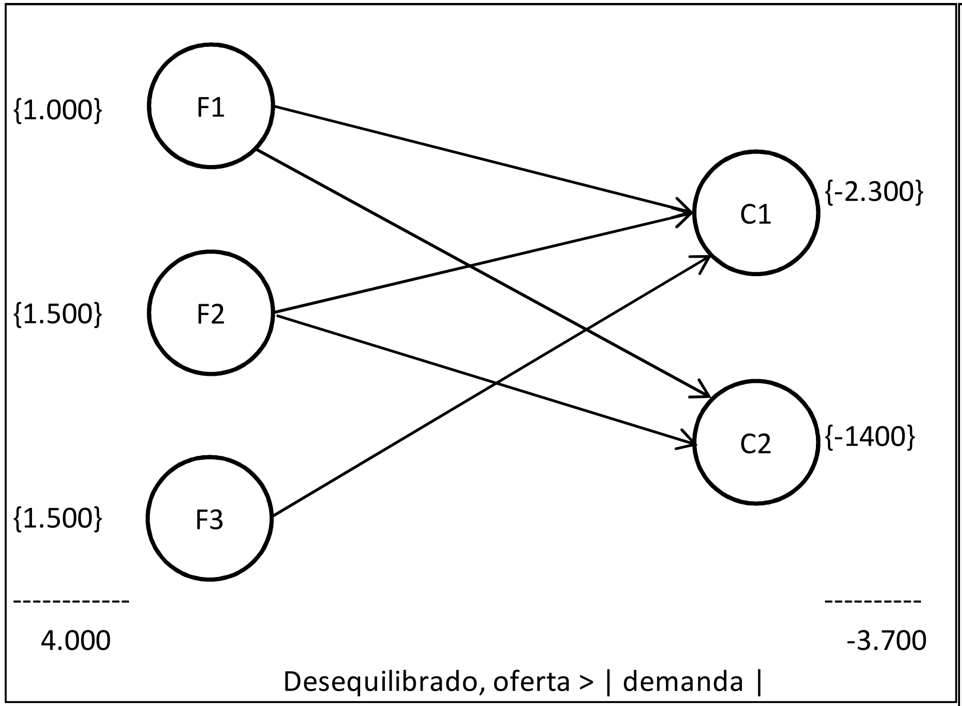
Arcos	Nós
1, 4, 80	1, 1.000
1, 5, 215	2, 1.500
2, 4, 100	3, 1.200
2, 5, 108	4, -2.300
3, 4, 102	5, -1.400
3, 5, 68	

M11.2 Problema de Transporte <u>desequilibrado</u>

O Problema de Transporte parte da hipótese de que oferta e demanda são equilibradas, ou seja, iguais. Caso isso não ocorra devemos "corrigir" o desequilíbrio antes de aplicar os algoritmos específicos para o problema.Considere o problema anterior com as seguintes características:

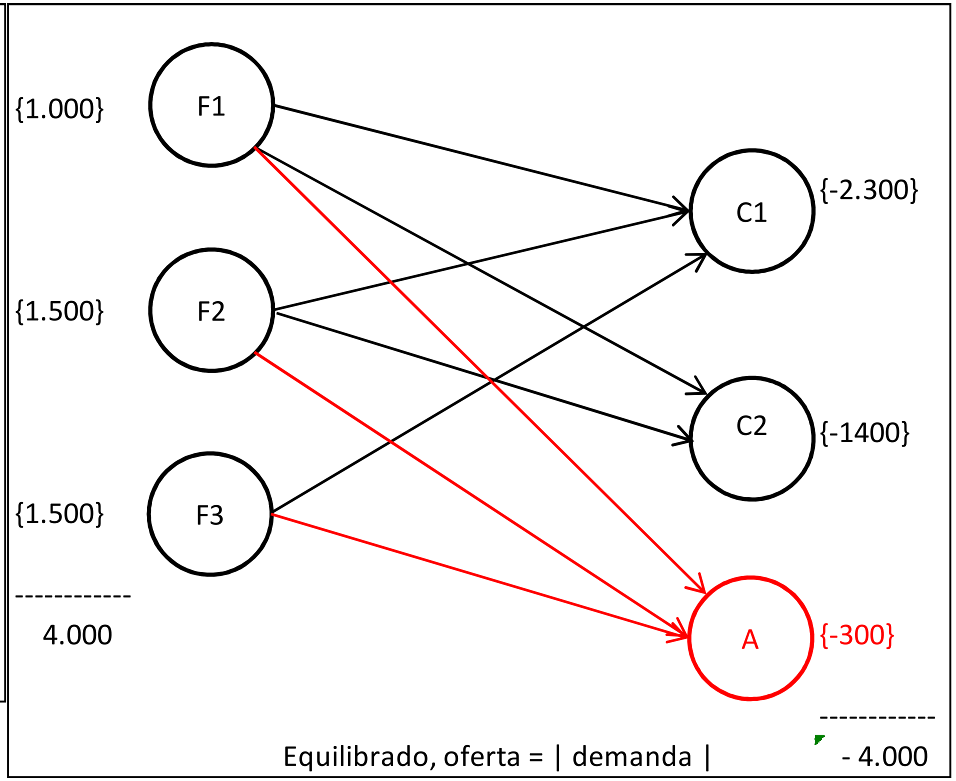
	C1	C2	Oferta
F1	80	215	1.000
F2	100	108	1.500
F3	102	---	1.500
Demanda	2.300	1.400	

Como o total da oferta difere do total da demanda, como devemos proceder para termos um problema equilibrado?


{1.000}
F1
{1.500}
F2
{1.500}
F3

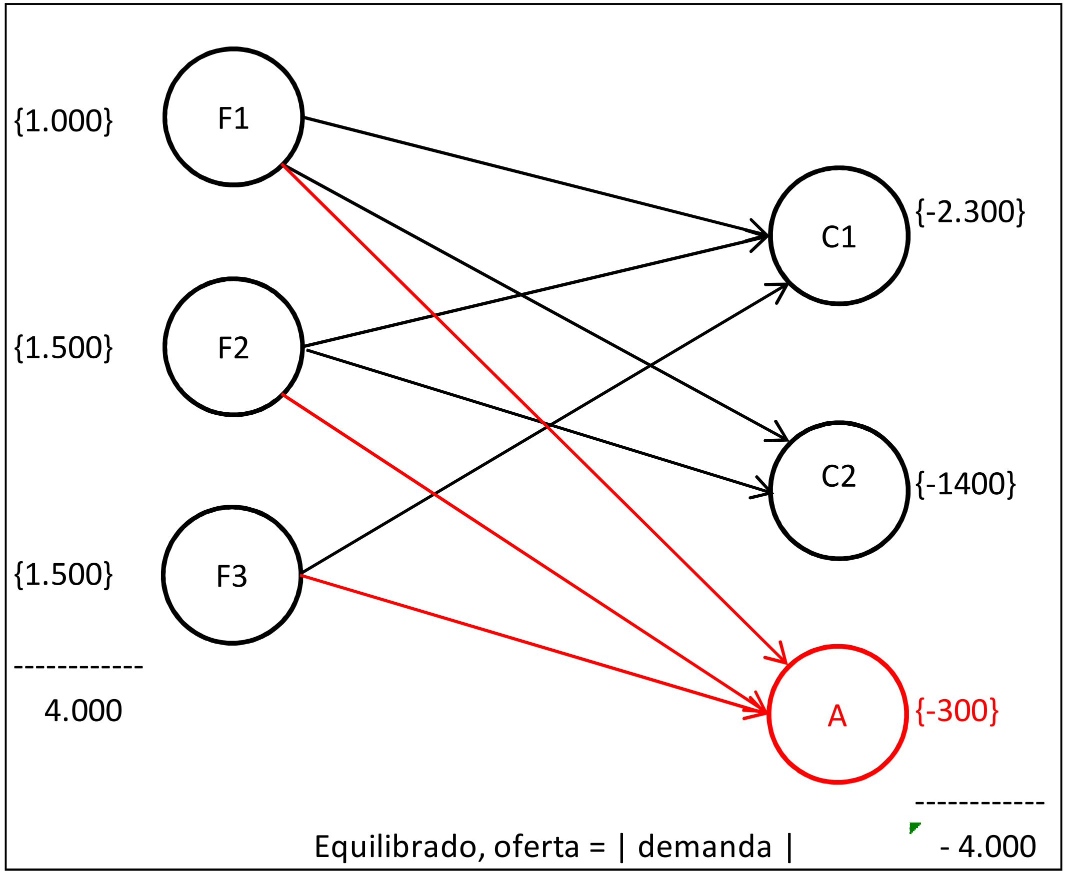
4.000
C1
{-2.300}
C2
{-1400}

-3.700
Desequilibrado, oferta > | demanda |


{1.000}
F1
{1.500}
F2
{1.500}
F3

4.000
C1
{-2.300}
C2
{-1400}
A
{-300}

- 4.000
Equilibrado, oferta = | demanda |



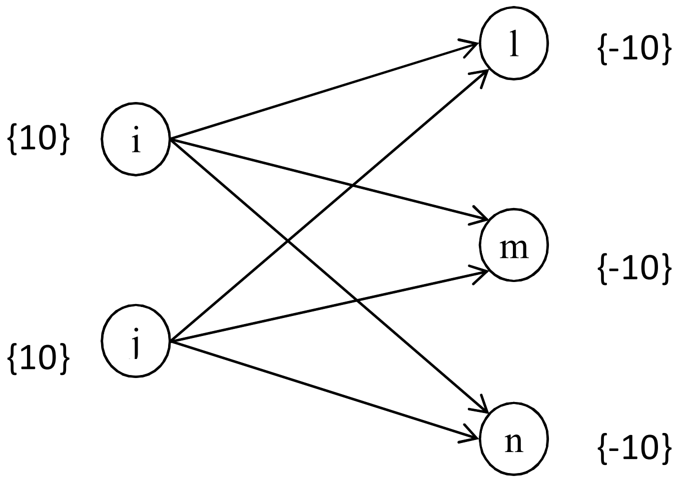
Neste modelo, as variáveis associadas aos arcos (F1, A), (F2, A) e (F3, A) representam produtos que não saíram de suas respectivas origens, ou seja, não foram transportados.

Podem ter um custo de produção ociosa associado, ou simplesmente ter custo de transporte igual a zero.

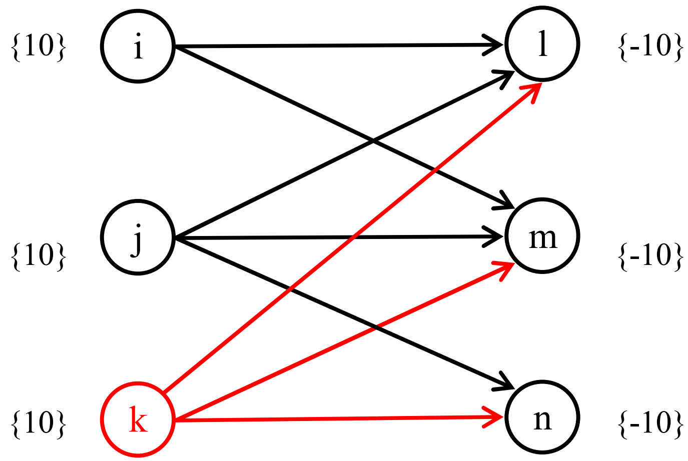
Problema de Transporte Desbalanceado – transformação da rede

A soma da oferta com a demanda diferem.

Acrescentar um nó artificial no "lado" (oferta/demanda) com menor valor e ligar este nós aos nós do outro lado com arco de custo zero e u = ∞.



Oferta < |demanda |



Oferta = | demanda |

As demandas satisfeitas com unidades do nó artificial k são demandas não atendidas e no caso tem custo de transporte igual zero.

Pode ser atribuído um custo por demanda não satisfeita através dos arcos artificiais que partem de k.

M11.3 Problema de Transporte

E se o desequilíbrio fosse ao contrário, como resolver o problema?

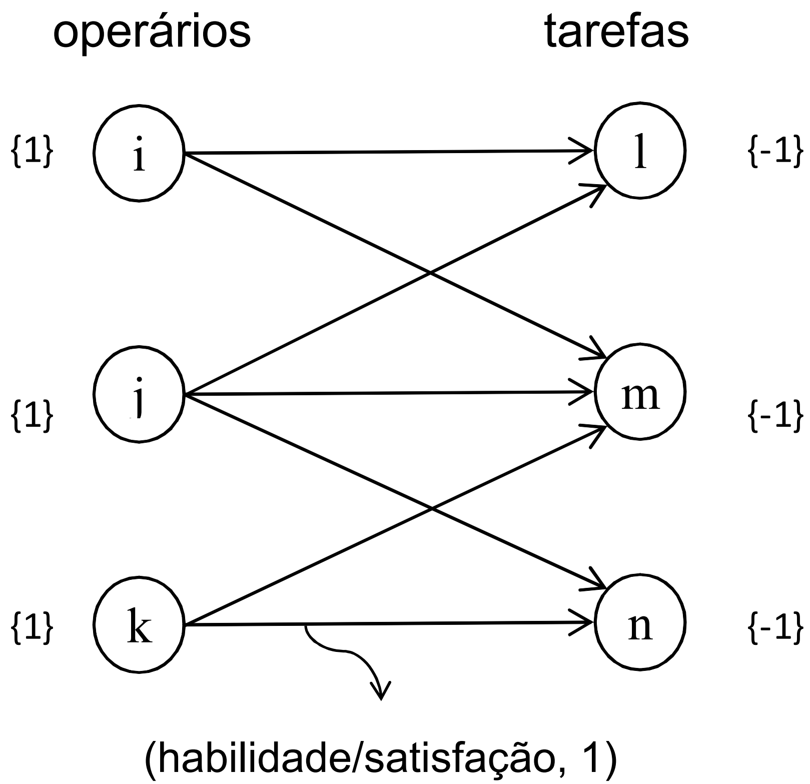
Neste caso a demanda é maior do que a oferta!

	C1	C2	Oferta
F1	80	215	1.000
F2	100	108	1.500
F3	102	---	1.200
Demanda	2.500	1.500	

Obs. As unidades de fluxo (produtos) que chegam no nó artificial correspondem a capacidade de produção ociosa e podem ter um custo/unidade deferente de zero associado a elas.

Problema de Designação ou assinalamento (casamento)

Rede bipartida onde o número de nós de oferta é igual ao número de nós de demanda. Para que haja o assinalamento 1 a 1, fazemos b_k=1 onde k é nó de oferta e b_L=-1 onde L é nó de demanda.



M11.4 Problema de Designação

Três pessoas devem fazer três tarefas distintas, sendo que cada pessoa apresenta uma habilidade para realizar cada uma das tarefas. Cada tarefa é realizada por uma única pessoa e cada pessoa realiza uma única tarefa. Os dados são apresentados na tabela abaixo.

	T1	T2	T3
P1	13	10	9
P2	12	5	6
P3	8	6	10

Formular um problema de PL para distribuir as atividades tal que a habilidade total seja máxima.

Este é um caso particular do problema de transporte, onde oferta e demanda são iguais a 1 e o número de nós de oferta é igual ao número de nós de demanda.

Outro Exemplo: alocação de viagens a um conjunto de veículos

M11.5 Problemas de Transportes - Produção e Estoque

Considere a demanda de um determinado produto no período de 4 meses de: 100, 200, 180 e 300 unidades respectivamente. A capacidade de produção para este período é de: 50, 180, 280 e 270 unidades. A demanda de um mês corrente pode ser satisfeita de uma entre três maneiras:

1. produção do mês corrente
2. excesso de produção de um mês anterior qualquer
3. excesso de produção de um mês posterior (atendimento de pedidos pendentes, ou seja, atrasado)

No primeiro caso, o custo de produção por unidade é de $40. No segundo, é acrescida um custo de estocagem de $0,5 por unidade por mês. No terceiro caso há um custo adicional de multa de $2 por unidade para cada mês de atraso. Formule o problema com o modelo de transporte para atender a demanda com menor custo.

Problemas de Transportes - Controle de Produção e Estoque

Paralelo entre o problema de produção-estoque e o problema de transportes

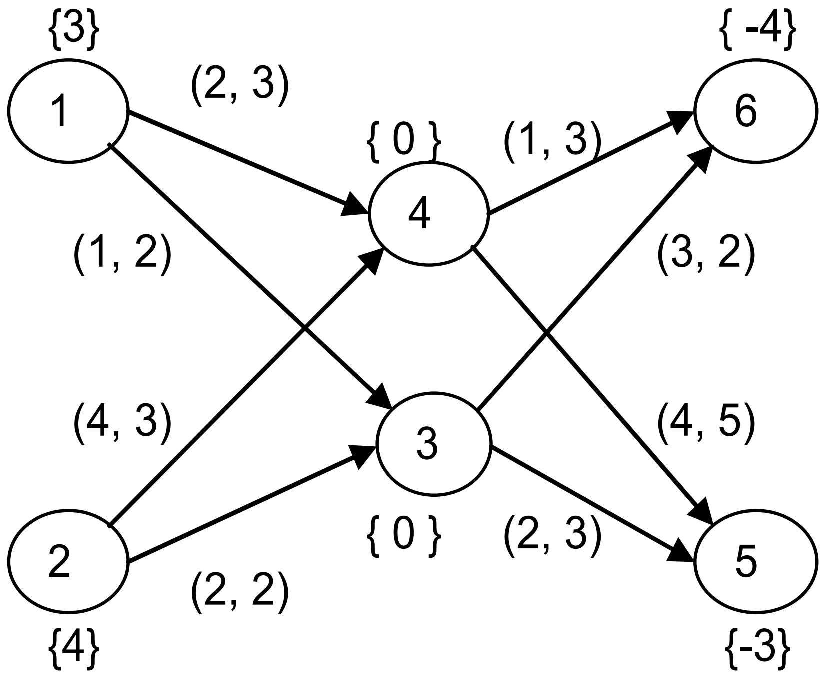
1. Origem i = Período de produção i
2. Destino j = Período de demanda j
3. Quant. fornecida na origem i = Capacidade de produção no período i
4. Demanda no destino j = Demanda para o período j
5. Custo unitário de transporte i -> j = Custo unitário (produção + estoque + multa) no período de i -> j.

Montar a rede de transporte que representa o problema de minimização.

	1	2	3	4	Oferta
1	40	40,50	41	41,5	50
2	42	40	40,50	41	180
3	44	42	40	40,5	280
4	46	44	42	40	270
Demanda	100	200	180	300	----

Problema de Transbordo

É um problema de transporte com nós intermediários com b = 0 (pode ser ≠ 0) ou seja a oferta e a demanda dos nós intermediários é igual a 0.
Todo nó deve ter um valor de oferta ou demanda, podendo ser nula.



(c, u)
c = custo no arco
u = capacidade do arco

M11.6 Problema de Transbordo

Duas montadoras P1 e P2 estão ligadas a três revendedoras D1, D2 e D3 por meio de duas centrais de distribuição T1 e T2. As capacidades de produção das fábricas são de 1.000 e 1.200 unidades e as demandas são de 800, 900 e 500 unidades respectivamente. Os custos unitários de transporte são dados na tabela.

	T1	T2
P1	300	400
P2	200	500

	D1	D2	D3
T1	800	600	----
T2	----	400	900

Temos um problema de transporte em duas etapas: de P1 e P2 para T1 e T2, e de T1 e T2 para D1, D2 e D3.

Os nós de fornecimento (origem) tem b positivo (oferta)

Os nós de demanda (destino) tem b negativo (demanda)

Os nós de transbordo (passagem) tem b = zero.

Problema de Transbordo

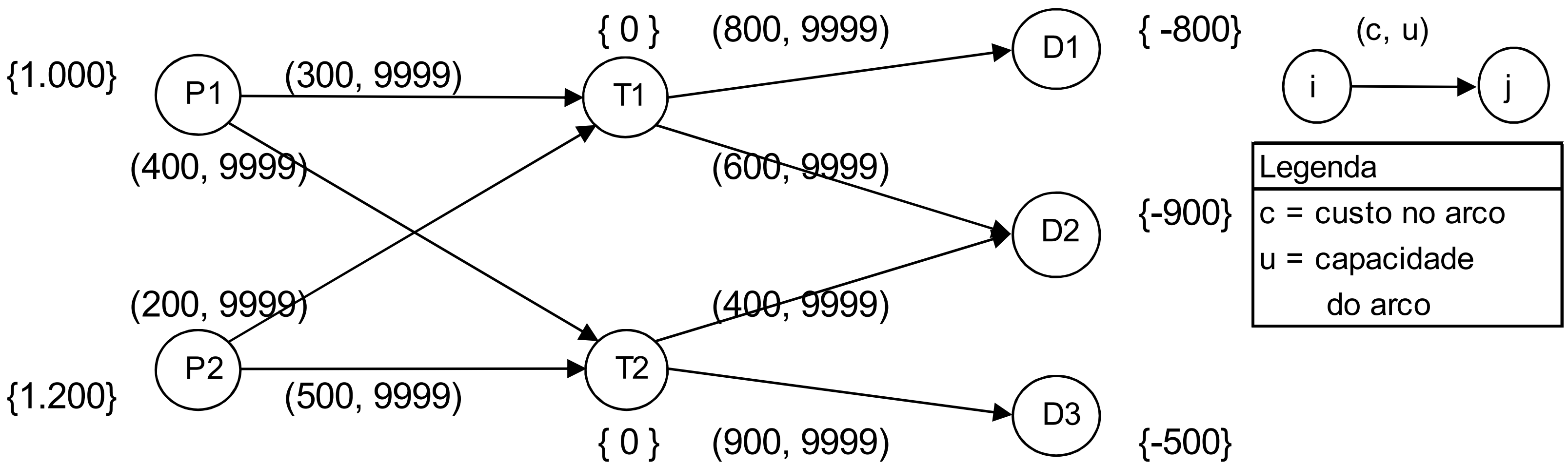
Os nós de fornecimento tem b positivo

Os nós de demanda tem b negativo

Os nós de transbordo tem b = zero.

	T1	T2	Cap
P1	300	400	1.000
P2	200	500	1.200

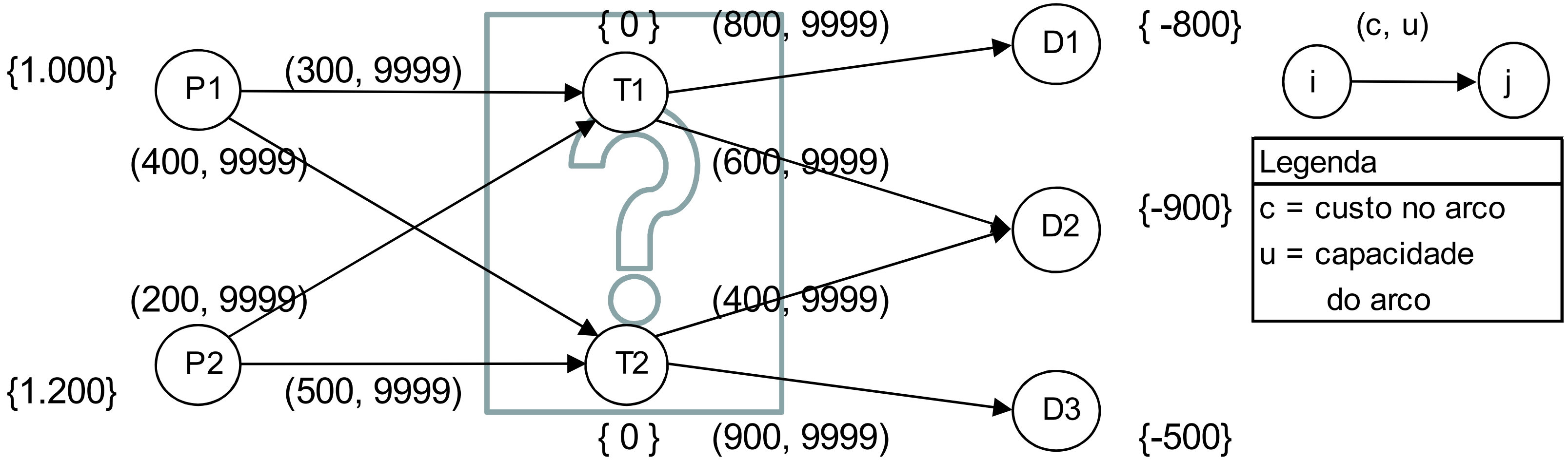
	D1	D2	D3
T1	800	600	----
T2	----	400	900
Dem	800	900	500



M11.7 Problema de Transbordo

Considere agora que as centrais de distribuição tem capacidade limitada e custo por unidade de produto que passa por elas. Como podemos modificar o modelo para incluir estas novas restrições?

	T1	T2
Cap	1.200	1.400
Custo unit.	55	67



Divisão de um nó

Dividir um nó i em i’ e i“ c/ função de nó de saída e de entrada respectivamente.

Cada arco (i, j) => (i’, j”) de mesmo custo e capacidade.

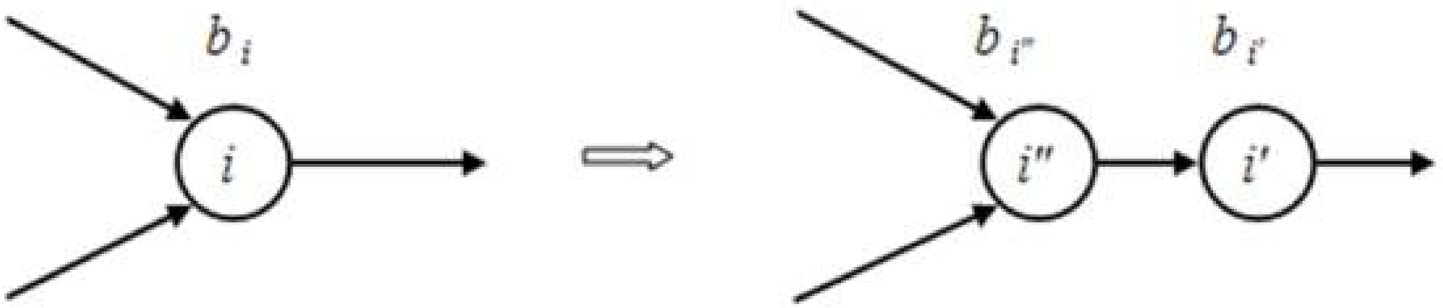
Adicionalmente o arco (i”, i’) c/ custo e capacidade de acordo com as suas necessidades.

A oferta/demanda da rede transforma é:

Se b(i) > 0 => b(i”) = b(i) e b(i’) = 0;

Se b(i) < 0 => b(i’) = b(i) e b(i”) = 0

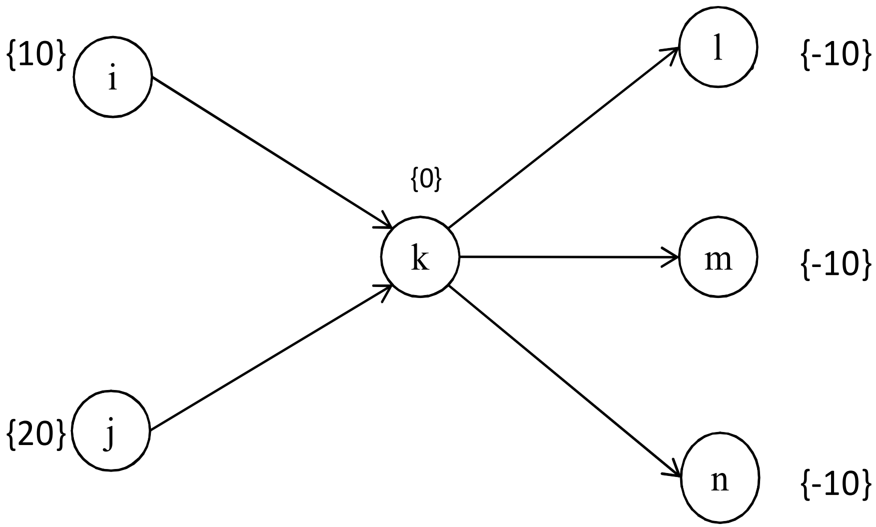
c/c b(i’) = b(“i) = 0

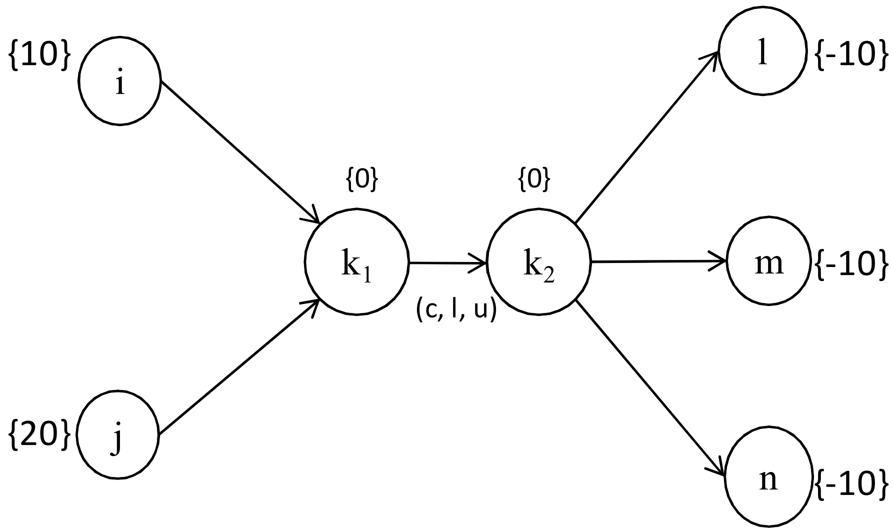


Esta transformação pode ser usada p/ representar situações onde os **nós** tem **capacidade** e **custo por unidade** que passa por ele

Problema de Transbordo – transformação da rede

Neste tipo de problema, o transbordo pode ser um armazém de distribuição.
Pode haver um **custo por unidade** de produto que passa por ele (fluxo).
Pode haver uma **capacidade máxima** do armazém
E mesmo uma **quantidade mínima** que o torna economicamente viável.
Como fazê-lo?

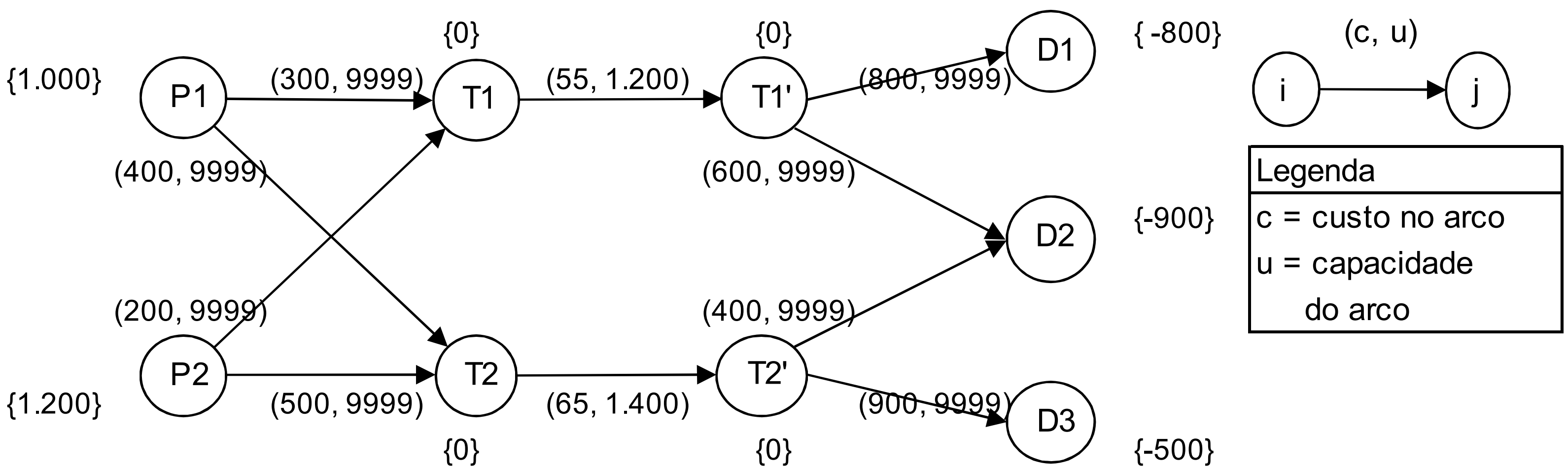




Problema de Transbordo

Considere agora que as centrais de distribuição tem capacidade limitada e custo por unidade de produto que passa por elas. Como podemos modificar o modelo para incluir estas novas restrições?

	T1	T2
Capacidade de armazenamento	1.200	1.400
Custo unitário	55	65



M11.8 Uma secretaria de educação esta colhendo propostas de 4 empresas de transporte escolar para realizar as 4 rotas pré-determinadas. Os custos em R$ apresentados pelas empresas são:

	$rota1$	$rota2$	$rota3$	$rota4$
$empresa1$	4000	5000	4500	
$empresa2$	3800	4000		4000
$empresa3$	3000		2000	4500
$empresa4$	3500		4000	5000

a) Supondo que cada empresa só pode ficar com uma rota, montar a rede que minimiza o custo total da secretaria (usando um modelo de transporte).

b) E se cada empresa puder operar em no máximo duas rotas, sendo que uma empresa pode inclusive não atuar para a secretaria. Modelar este problema como um Problema de Transporte. Considere que cada rota que a empresa deixar de operar, implicará em um custo de R$ 200 para a secretaria.

Obs.: Apresentar as soluções dos dois problemas por meio de uma rede (desenho) e também o modelo EXPLÍCITO.