



kroton
paixão por educar

GRADUAÇÃO PRESENCIAL
2º semestre- 2017

**Pesquisa Operacional-
Simulação**
Eng^a de Produção
8º semestre

Prof^o. Ms. Cristiano Malheiro

cmalheiro@aedu.com

<http://cristianotm.wix.com/aulas>
<http://avaeduc.com.br>

1



Aula 3

Objetivos da disciplina

- Atuar no desenvolvimento de programação, modelagem matemática e simulação na produção de bens e serviços;
- Conhecer e utilizar ferramentas matemáticas e estatísticas para modelar, simular e otimizar sistemas de produção;
- Conhecer métodos e técnicas de desenvolvimento, implantação e gerenciamento de processos;
- Conhecer métodos e técnicas de gestão para tomada de decisão.



Aula 3

CrITÉRIOS de Avaliação

1. Avaliações:

B1 – peso 4- 1º bimestre:

- 3 pontos (laboratórios, participação e atividades)
- 7 pontos (avaliação confirmada para **05/10/2017**).

B2 – peso 6 – 2º bimestre:

- 3 pontos (laboratórios/ projetos, participação e atividades)
- 7 pontos (avaliação confirmada para **30/11/2017**).

SUB – toda a matéria (Substitui a menor nota):

- 10 pontos (avaliação prevista para **07 ou 14/12/2017**).

***Datas de acordo com calendário acadêmico!!!

3



Aula 3

Bibliografia Básica Padrão

1. ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **PLT Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, Valinhos: Anhanguera Educacional, 2009-2014. 204 p. (Programa do Livro-Texto 2011 ; **391**). ISBN 9788521616658.. Na biblioteca: 658.4034 A566i- **36 exemplares**

2. LACHTERMACHER, Gerson. **PLT Pesquisa operacional na tomada de decisões**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, Valinhos: Anhanguera Educacional, 2011-2013.. 223 p. (Programa do Livro-Texto 2011-2012-2013 ; **401**). ISBN 9788564574021.Na biblioteca: 658.403 L238p– **21 exemplares**

4





Aula 3

Revisão- Correção

Exercícios: “Pesquisa Operacional”

III- Certa empresa fabrica dois produtos P1 e P2. O lucro unitário do produto P1 é de R\$ 1.000,00 e o lucro unitário de P2 é R\$ 1.800. A empresa precisa de 20 horas para fabricar uma unidade de P1 e de 30 horas para fabricar um a unidade de P 2. O tempo anual de produção disponível para isso é de 1200horas. A demanda esperada para cada produto é d e 40 unidades para P 1 e 30 unidades para P2. Construa o modelo de programação linear que objetiva Maximizar o lucro.

5



Aula 3

Modelo de Transporte

Formulação Matemática e Aplicações

OBJETIVO:

- Modelagem e resolução computacional de problemas de transporte;

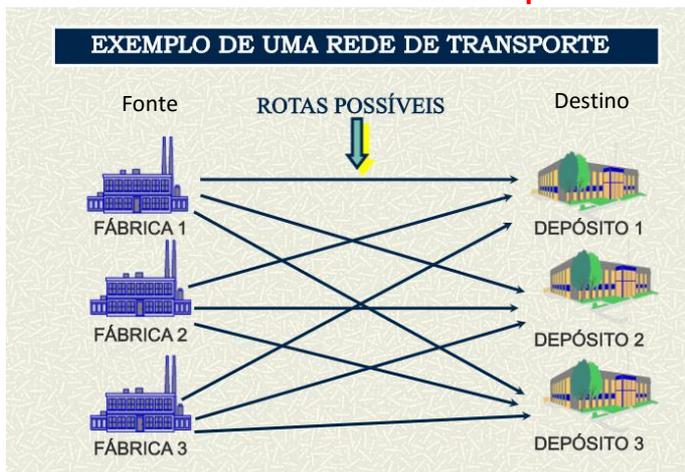
6





Aula 3

Problema de Transporte



- 3 fontes e 3 destinos e possui custo
- Qual o menor custo possível?

Andrade, E. Introdução à Pesquisa Operacional, LTC. Editora, 2014

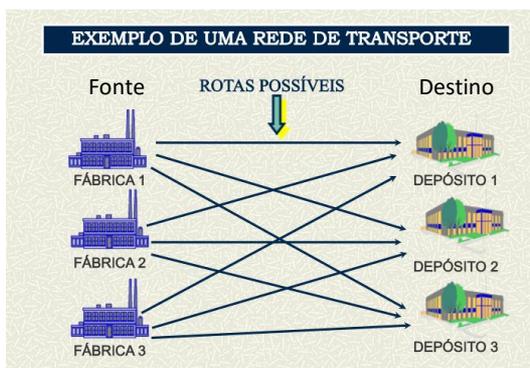
7

kroton
paixão por educar



Aula 3

Problema de Transporte



- Programação Linear;
- Determinar o menor custo de transporte dentre as opções;
- O custo unitário de transporte é constante e conhecido.

Andrade, E. Introdução à Pesquisa Operacional, LTC. Editora, 2014

8

kroton
paixão por educar



Aula 3

Com isso, pretende-se:

- Minimizar o custo total de transporte de um bem único a partir de “m” Origens com oferta “ o_i ” ($i=1$ a m) para “n” Destinos com procura “ p_j ” ($j=1$ a n) conhecendo o custo C_{ij} do transporte, de uma unidade de bem, da Origem “i” para o Destino “j”.

9



Aula 3

Formulação Clássica

- Índices- m: quantidade de origens;
n: quantidade de destinos;
i: origem [1...m]
j: destino [1...n]
- Parâmetros- C_{ij} : custo unitário de transporte da origem i ao destino j;
 f_i : quantidade do item disponível na origem i;
 d_j : quantidade demandada pelo destino j;
- Variáveis- X_{ij} : quantidade transportada da origem i ao destino j.

10





Aula 3

Itens da PL

- A F.O. minimiza o custo total de transporte:

Custo é constante!

$$\text{MIN } z = \sum_i^m \sum_j^n C_{ij} \cdot X_{ij}$$

- Restrições para um produto balanceado (disponibilidade do item= demanda):

Tudo que for disponibilizado por cada fonte deverá ser transportado (restrição de linha);

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = f_i \quad \forall i \quad (\text{restrições de disponibilidade da origem})$$

(o que eu vou transportar é o que exatamente existe lá)

f- fonte

11



Aula 3

Restrições de coluna

- Os destinos devem receber exatamente a quantidade demandada

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j \quad \forall j \quad (\text{restrições de demanda nos destinos})$$

- Como não há transporte negativo:

$$X_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \quad (\text{restrições de não negatividade})$$

12





Aula 3

Portanto:

Somando-se as linhas:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^m f_i$$

Somando-se as colunas:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij} = \sum_{j=1}^n d_j$$

Logo:

$$\sum_{i=1}^m f_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

Essa última igualdade é condição necessária para que qualquer problema de transporte tenha solução ótima quando modelado utilizando **variáveis fictícias (dummy)**.

13

kroton
paísão por educar



Aula 3

Portanto:

Somando-se as linhas:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^m f_i$$

Somando-se as colunas:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij} = \sum_{j=1}^n d_j$$

Logo:

$$\sum_{i=1}^m f_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

Se está balanceado ou não (disponível com solicitado).

Na real: ou fica na fonte ou falte mercadoria pra quem demandou!

Essa última igualdade é condição necessária para que qualquer problema de transporte tenha solução ótima quando modelado utilizando **variáveis fictícias (dummy)**.

***Quanto não será transportado/ demandado**

14

kroton
paísão por educar



Aula 3

Portanto:

Somando-se as linhas:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^m f_i$$

Somando-se as colunas:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij} = \sum_{j=1}^m d_j$$

Logo:

$$\sum_{i=1}^m f_i = \sum_{j=1}^m d_j$$

Se está balanceado ou não (disponível com solicitado).

Na real: ou fica na fonte ou falte mercadoria pra quem demandou!

Essa última igualdade é condição necessária para que qualquer problema de transporte tenha solução ótima quando modelado utilizando **variáveis fictícias (dummy)**.

***Quanto não será transportado/demandado (garantem o balanceamento)**

15



Aula 3

Variáveis DUMMY

Oferta maior que a demanda: é adicionado um destino fictício com custos de transporte nulos de todas as origens para este destino. A demanda deste destino fictício deve ser igual à diferença entre o total ofertado e o total demandado;

Origem/ Destino	D1	D2	Disponibilidade		Origem/ Destino	D1	D2	D U M M Y	Disponi- bilidade
O1	C ₁₁	C ₁₂	10	Adicionar Dummy	O1	C ₁₁	C ₁₂	0	10
O2	C ₂₁	C ₂₂	15		O2	C ₂₁	C ₂₂	0	15
Demanda	8	12	25/20		Demanda	8	12	5	25/25

16





Aula 3

Variáveis DUMMY

Demanda maior que a oferta: é adicionado uma origem fictícia com custos nulos e capacidade igual à diferença entre o total demandado e o total ofertado;

Origem/ Destino	D1	D2	Disponibilidade
O1	C_{11}	C_{12}	8
O2	C_{21}	C_{22}	12
Demanda	10	15	20/25

Adicionar Dummy

Origem/ Destino	D1	D2	Disponibilidade
O1	C_{11}	C_{12}	8
O2	C_{21}	C_{22}	12
DUMMY	0	0	5
Demanda	10	15	25/25

17



Aula 3

PROBLEMA 1: RENT A CAR

Os automóveis podem ser devolvidos em localidades outras que aquelas onde forem originalmente alugados.

Existem duas agências de locação (origens) com, respectivamente, 15 e 13 carros e três outras agências (destinos) necessitando de 12, 14 e 7 carros respectivamente.

18





Aula 3

PROBLEMA 1: RENT A CAR

Montando a tabela para verificação de balanceamento:

Origem	Destinos			Disponib.
	D1	D2	D3	
O1	R\$140	R\$60	R\$110	15
O2	R\$70	R\$90	R\$120	13
Demanda	12	14	7	33/28

Custos Unitários de transporte entre locadoras

19



Aula 3

PROBLEMA 1: RENT A CAR

Custo Unitário

Origem	Destinos			Disponib.
	D1	D2	D3	
O1	R\$140	R\$60	R\$110	15
O2	R\$70	R\$90	R\$120	13
Demanda	12	14	7	33/28



adicionar

Origem	Destinos			Disponib.
	D1	D2	D3	
O1	R\$140	R\$60	R\$110	15
O2	R\$70	R\$90	R\$120	13
DUMMY	R\$0	R\$0	R\$0	5
Demanda	12	14	7	33/33

Não serão transportados

20





Aula 3

PROBLEMA 1: RENT A CAR

Montando a função objetivo:

$$\text{MIN } Z = 140X_{11} + 60X_{12} + 110X_{13} + 70X_{21} + 90X_{22} + 120X_{23}$$

Restrições:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} = 15$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} = 13$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} = 5$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 12$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 14$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 7$$

Custo zero das variáveis dummy portanto nem entram na função objetivo! Esforço computacional poupado!

Igualdade pelo balanceamento!

Fonte e destino igual!

21



Aula 3

PROBLEMA 1: RENT A CAR

Resposta Final

Origem	Destinos			Disponib.
	D1	D2	D3	
O1	R\$140	R\$60*14	R\$110*1	15
O2	R\$70*12	R\$90	R\$120*1	13
DUMMY	R\$0	R\$0	R\$0*5	5
Demanda	12	14	7	33/33

VARIÁVEIS	X11	0
	X12	14
	X13	1
	X21	12
	X22	0
	X23	1
	X31	0
	X32	0
	X33	5

F. O.	1910
-------	------

22





Aula 3

PROBLEMA 2: CONTRATO

Uma companhia tem 3 depósitos e 4 clientes com as seguintes capacidades mensais de estocagem e demanda para um dado produto:

Depósito	Capacidade	Cliente	Demanda
D1	30	C1	10
D2	90	C2	100
D3	70	C3	70
		C4	30
Total	190	Total	210

Tem multa se não atender clientes!!! Dependendo do cliente tem valor de multa!!!

23



Aula 3

PROBLEMA 2: CONTRATO

Uma companhia tem 3 depósitos e 4 clientes com as seguintes capacidades mensais de estocagem e demanda para um dado produto:

Depósito	Capacidade	Cliente	Demanda
D1	30	C1	10
D2	90	C2	100
D3	70	C3	70
		C4	30
Total	190	Total	210

Tem multa se não atender clientes!!! Dependendo do cliente tem valor de multa!!!

24





Aula 3

PROBLEMA 2: CONTRATO

Existem multas (\$/ unidade de produto faltante)

Cliente	C1	C2	C3	C4
Multa	1	Especial	3	4

O C2 deve ser atendido completamente!

De/ para	C1	C2	C3	C4	Origem	Destinos				Disponib.
						C1	C2	C3	C4	
D1	\$50	\$32	\$61	\$14	D1	50	32	61	14	30
D2	\$80	\$52	\$35	\$33	D2	80	52	35	33	90
D3	\$20	\$9	\$58	\$34	D3	20	9	58	34	70
					Dummy	1	999	3	4	20
					Demanda	10	100	70	30	210/210

Dummy- multa a ser paga!!!
C2- multa muito alta!!!

25



Aula 3

PROBLEMA 2: CONTRATO

$$F.O. = 50X_{11} + 32X_{12} + 61X_{13} + \dots$$

Restrições:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 30 \dots$$

Origem	Destinos				Disponib.	
	C1	C2	C3	C4		
D1	50	32	61	14	30	
D2	80	52	35	33	90	
D3	20	9	58	34	70	
	Dummy	1	999	3	4	20
	Demanda	10	100	70	30	210/210

26



