



Universidade Federal de São Carlos
Departamento de Engenharia de Produção



Otimização Linear Contínua e Discreta (Tópicos Avançados em PCSP)

PPGEP, UFSCar - Semestre 01/2022
Prof. Dr. Pedro Munari (munari@dep.ufscar.br)

Tópico 1.1: Introdução à Pesquisa Operacional

Objetivos deste tópico

- ▶ Conhecer a Pesquisa Operacional e aprender sobre sua importância e principais aplicações.
- ▶ Queremos entender onde, como e porquê usá-la.

O que é Pesquisa Operacional?

O que é Pesquisa Operacional?

- ▶ É o estudo e a aplicação de métodos científicos no apoio à tomada de decisão;

O que é Pesquisa Operacional?

- ▶ É o estudo e a aplicação de métodos científicos no apoio à tomada de decisão;
- ▶ O intuito é abordar problemas complexos, que requerem alocações eficientes de recursos escassos;

O que é Pesquisa Operacional?

- ▶ É o estudo e a aplicação de métodos científicos no apoio à tomada de decisão;
- ▶ O intuito é abordar problemas complexos, que requerem alocações eficientes de recursos escassos;
- ▶ O nome começou a ser usado durante a Segunda Guerra Mundial e seu uso tem crescido desde então. Hoje, é essencial na análise e resolução de problemas em indústrias e outras organizações.

O que é Pesquisa Operacional?

- ▶ É o estudo e a aplicação de métodos científicos no apoio à tomada de decisão;
- ▶ O intuito é abordar problemas complexos, que requerem alocações eficientes de recursos escassos;
- ▶ O nome começou a ser usado durante a Segunda Guerra Mundial e seu uso tem crescido desde então. Hoje, é essencial na análise e resolução de problemas em indústrias e outras organizações.
- ▶ Permite modelar, analisar e solucionar um grande número de problemas complexos encontrados atualmente.

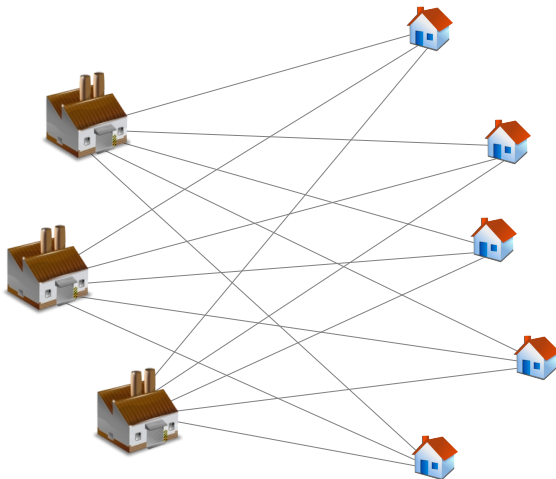
Algumas aplicações

▷ Exemplo



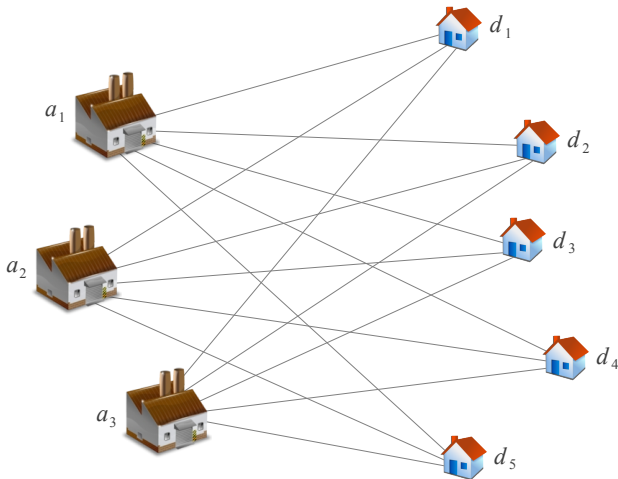
Algumas aplicações

▷ Exemplo



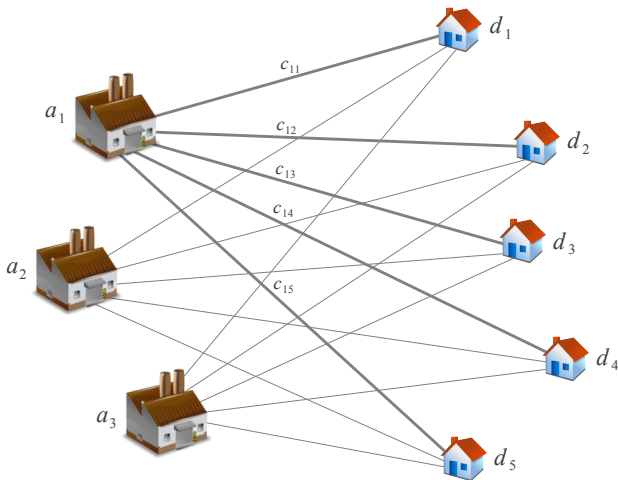
Algumas aplicações

▷ Exemplo



Algumas aplicações

▷ Exemplo



Algumas aplicações

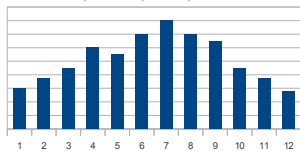
▷ Exemplo: Modelo matemático

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \\ \text{s.a} \quad & \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq a_i, \quad i = 1, \dots, n, \\ & \sum_{i=1}^n x_{ij} = d_j, \quad j = 1, \dots, m, \\ & x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

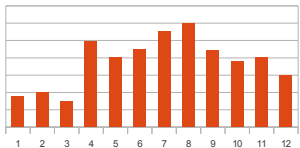
Algumas aplicações

▷ Dimensionamento de lotes

Demanda do produto 1 para os próximos 12 meses



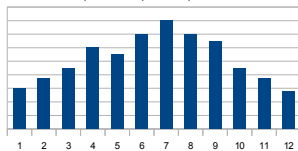
Demanda do produto 2 para os próximos 12 meses



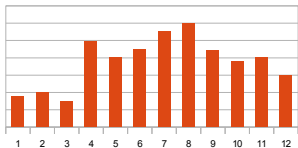
Algumas aplicações

▷ Dimensionamento de lotes

Demanda do produto 1 para os próximos 12 meses



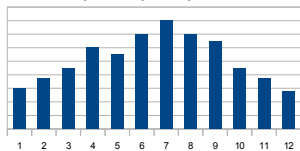
Demanda do produto 2 para os próximos 12 meses



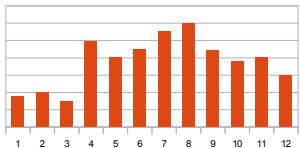
Algumas aplicações

▷ Dimensionamento de lotes

Demanda do produto 1 para os próximos 12 meses



Demanda do produto 2 para os próximos 12 meses



Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



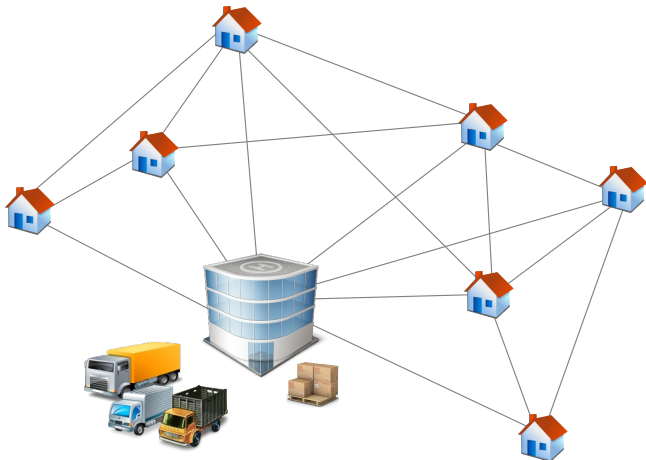
Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



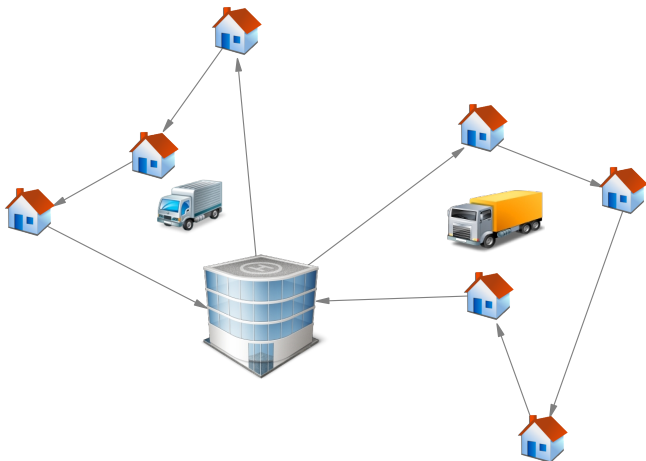
Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



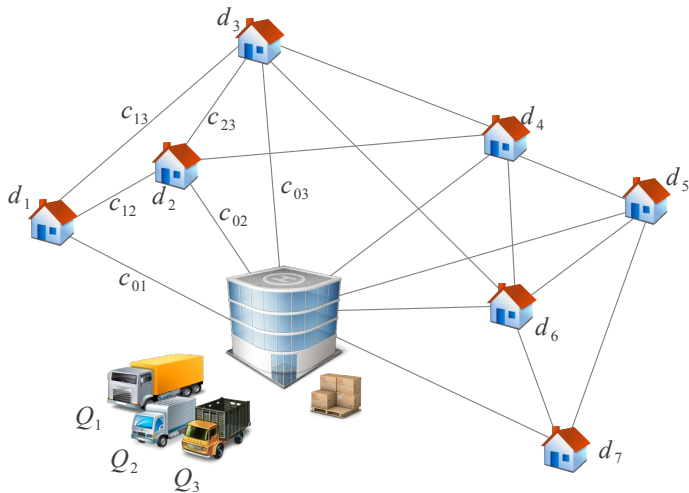
Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



Algumas aplicações

▷ Roteirização de veículos



Alocação de salas de aula na UFSCar

- ▶ Como a UFSCar decide qual turma tem aula em qual sala?

Alocação de salas de aula na UFSCar

- ▶ Como a UFSCar decide qual turma tem aula em qual sala?
- ▶ A cada semestre, são oferecidas mais de 2000 turmas, só no campus de São Carlos, o qual conta com cerca de 113 salas em prédios de aulas teóricas (ATs);

Alocação de salas de aula na UFSCar

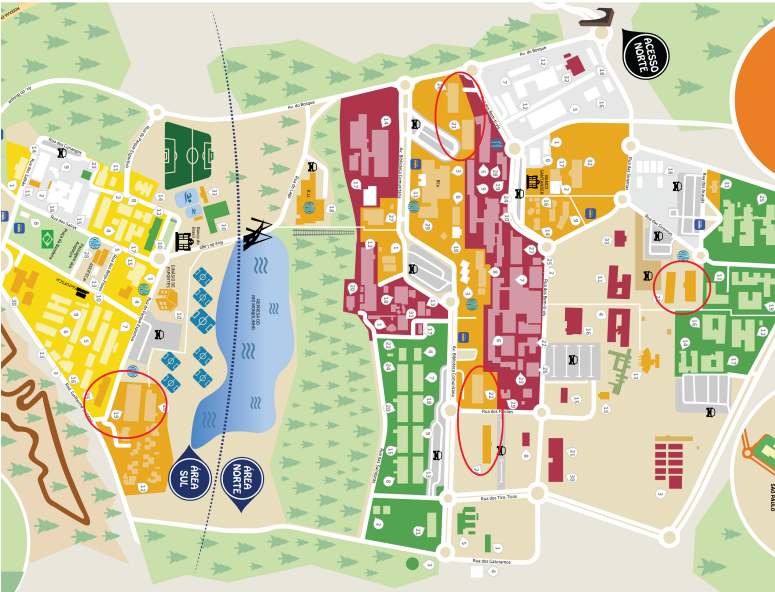
- ▶ Como a UFSCar decide qual turma tem aula em qual sala?
- ▶ A cada semestre, são oferecidas mais de 2000 turmas, só no campus de São Carlos, o qual conta com cerca de 113 salas em prédios de aulas teóricas (ATs);
- ▶ Será que é fácil e rápido fazer essa alocação?

Alocação de salas de aula na UFSCar

- ▶ Como a UFSCar decide qual turma tem aula em qual sala?
- ▶ A cada semestre, são oferecidas mais de 2000 turmas, só no campus de São Carlos, o qual conta com cerca de 113 salas em prédios de aulas teóricas (ATs);
- ▶ Será que é fácil e rápido fazer essa alocação?

<https://www.podesenvolvimento.org.br/podesenvolvimento/article/view/714>

Alocação de salas de aula!



Alocação de salas de aula!

- ▶ Até 2015, essa alocação era feita manualmente!

Alocação de salas de aula!

- ▶ Até 2015, essa alocação era feita manualmente!
- ▶ Uma funcionária **imprimia** todas as turmas ofertadas no semestre e, uma-a-uma, elas eram alocadas aos ATs, baseadas na capacidades das salas, proximidades com os ATs e experiência de anos anteriores;

Alocação de salas de aula!

- ▶ Até 2015, essa alocação era feita manualmente!
- ▶ Uma funcionária **imprimia** todas as turmas ofertadas no semestre e, uma-a-uma, elas eram alocadas aos ATs, baseadas na capacidades das salas, proximidades com os ATs e experiência de anos anteriores;
- ▶ Esse processo levava quase uma semana para ser finalizado. Além de demorado (e não otimizado), era muito estressante para a funcionária;

Alocação de salas de aula!

- ▶ Até 2015, essa alocação era feita manualmente!
- ▶ Uma funcionária **imprimia** todas as turmas ofertadas no semestre e, uma-a-uma, elas eram alocadas aos ATs, baseadas na capacidades das salas, proximidades com os ATs e experiência de anos anteriores;
- ▶ Esse processo levava quase uma semana para ser finalizado. Além de demorado (e não otimizado), era muito estressante para a funcionária;
- ▶ A partir do primeiro semestre de 2016, a alocação de salas passou a ser feita por um modelo matemático, usando PO/Otimização!

Alocação de salas de aula!

- ▶ Até 2015, essa alocação era feita manualmente!
- ▶ Uma funcionária **imprimia** todas as turmas ofertadas no semestre e, uma-a-uma, elas eram alocadas aos ATs, baseadas na capacidades das salas, proximidades com os ATs e experiência de anos anteriores;
- ▶ Esse processo levava quase uma semana para ser finalizado. Além de demorado (e não otimizado), era muito estressante para a funcionária;
- ▶ A partir do primeiro semestre de 2016, a alocação de salas passou a ser feita por um modelo matemático, usando PO/Otimização!
- ▶ Resultado de TCCs de alunos da Engenharia de Produção (Yuji Enoshita, Carolina Shima, Raquel Santana), com artigo publicado na revista PODes.

Alocação de salas de aula!

$$\text{Minimizar } \sum_{i=1}^{nd} \sum_{j=1}^{ns} D_{ij} x_{ij}$$

$$\text{Sujeito a } \sum_{j=1}^{ns} x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, nd$$

$$\sum_{i=1}^{nd} x_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, ns$$

$$N_i x_{ij} \leq C_j x_{ij} \quad i = 1, \dots, nd \text{ e } j = 1, \dots, ns$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad i = 1, \dots, nd \text{ e } j = 1, \dots, ns$$

Alocação de salas de aula!

ARQUIVO		PÁGINA INICIAL		INSERIR	LAYOUT DA PÁGINA	FÓRMULAS	DADOS	REVISÃO	EXIBIÇÃO	DESENVOLVEDOR								
Recortar Copiar Pincel de Formatação Área de Transferência		Calibri 11 A+						Quebrar Texto Automaticamente Mesclar e Centralizar		Geral % 000		Normal Formatação Condicional Formatar como Tabela Cálculo						
Fonte		Alinhamento		Número														
horario_id																		
A1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	horario	campus	depart	col_did	nome	nu	to	dia	su	nu	cr	cre	cre	cre	cre	cre	cre	ministrantes
2	140033	Campus São Carlos	DEn	150451 B	ATENÇÃO À SAÚDE DO TRABALHADOR	2	12	12	f	Segunda	800	1000	4	2	0	0	0	Jacqueline Alcantara Marcelino da Silva
7	194401	Campus São Carlos	DTTP	450235 A	NARRATIVAS EM FORMAÇÃO DE PROFESSORES	2	15	5	f	Segunda	800	900	f	2	2	0	0	Rosa Maria Moraes Anunciato de Oliveira
8	193226	Campus São Carlos	DHb	15268 A	CIÊNCIAS DO AMBIENTE PARA ENGENHARIA FÍSICA	2	43	43	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Hugo Miguel Preto de Moraes Samento
9	133732	Campus São Carlos	DC	22667 A	ORGANIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA INFORMACAO	2	45	25	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Jander Moreira
10	133738	Campus São Carlos	DC	22667 C	ORGANIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA INFORMACAO	2	45	39	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Ricardo Ceni
11	140033	Campus São Carlos	DC	25835 A	MÉTODOS DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS 1	2	40	25	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Vânia Paula de Almeida Neria
12	133679	Campus São Carlos	DC	25866 A	ENGENHARIA DE SOFTWARE 1	2	45	32	f	Segunda	800	1000	f	2	2	0	0	Aur Marcelo Pizzo Vincenzi
13	133668	Campus São Carlos	DC	29009 A	METODOLOGIA CIENTIFICA E GERENCIAMENTO DE PROJETOS	2	45	32	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Jander Moreira
14	137375	Campus São Carlos	DEMa	3044 A	SELEÇÃO DE MATERIAS	2	50	42	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Daniel Rodrigo Leiva
15	137360	Campus São Carlos	DEMa	32220 A	CONFORMAÇÃO MECÂNICA	2	35	26	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Oscar Balancin
16	137349	Campus São Carlos	DEMa	33405 A	ENGENHARIA DE POLIMEROS	2	20	9	f	Segunda	800	1000	5	1	0	0	0	José Alexandrino de Souza
17	136710	Campus São Carlos	DEMa	35875 A	ELETRICIDADE PARA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	2	50	47	f	Segunda	800	1000	0	4	0	0	0	Francys Kley Vieira Moraes
18	137940	Campus São Carlos	DL	6384 B	LITERATURA NORTE-AMERICANA: TEATRO	2	2	1	f	Segunda	800	1000	f	2	2	0	0	Nelson Vilana
19	137929	Campus São Carlos	DQ	70060 A	QUÍMICA TECNOLÓGICA GERAL	2	23	23	f	Segunda	800	1000	2	4	0	0	0	Luiz Henrique dos Santos Kapp
20	138396	Campus São Carlos	DQ	72052 B	QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL 2	2	20	18	f	Segunda	800	1000	0	4	0	0	0	Ricardo Samuel Sombra
21	138404	Campus São Carlos	DQ	72168 A	QUÍMICA DOS PRODUTOS NATURAIS	2	44	44	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Paulo Cesar Vieira
22	138066	Campus São Carlos	DQ	72362 A	MÉTODOS FÍSICOS DE IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS	2	40	34	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Kleber Thiago de Oliveira
23	138426	Campus São Carlos	DQ	74047 G	QUÍMICA ANALÍTICA EXPERIMENTAL	2	20	12	f	Segunda	800	1000	0	4	0	0	0	Lucia Helena Seron
24	135781	Campus São Carlos	DQ	76309 A	LABORATORIO DE FÍSICO QUÍMICA	2	20	4	f	Segunda	800	1000	0	4	0	0	0	Nerliso Boochi
25	139847	Campus São Carlos	DM	8124 A	DESENHO GEOMÉTRICO	2	35	12	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Alexandre Paiva Barreto
26	138260	Campus São Carlos	DM	82260 A	CÁLCULO DIFERENCIAL E SÉRIES	2	55	43	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Rafael Fernando Barotchi
27	138260	Campus São Carlos	DM	82260 B	CÁLCULO DIFERENCIAL E SÉRIES	2	55	43	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Rafael Fernando Barotchi
28	138260	Campus São Carlos	DM	82260 C	CÁLCULO DIFERENCIAL E SÉRIES	2	55	43	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Fabio Gomes Figueira
29	138679	Campus São Carlos	DM	84026 A	HISTÓRIA DA MATEMÁTICA	2	40	20	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Daniel Vendruscolo
30	139687	Campus São Carlos	DM	84204 A	INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA A	2	45	42	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Roberto Ribeiro Pazzolini
31	139682	Campus São Carlos	DM	89109 A	CÁLCULO 1	2	63	63	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Vera Lucia Carbone
32	140263	Campus São Carlos	DM	89109 B	CÁLCULO 1	2	64	64	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Grazielle Feliciani Barbosa
33	139686	Campus São Carlos	DM	89109 C	CÁLCULO 1	2	64	64	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Tomaz Edson Elias
34	140490	Campus São Carlos	DM	89109 F	CÁLCULO 1	2	66	66	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Jacqueline de Costa Faria
35	139690	Campus São Carlos	DM	89206 A	CÁLCULO 2	2	55	45	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Francisco Braun
36	139692	Campus São Carlos	DM	89206 B	CÁLCULO 2	2	55	45	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Direau Penteado
37	139694	Campus São Carlos	DM	89206 C	CÁLCULO 2	2	55	45	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Cezar Izzao Kondo
38	139696	Campus São Carlos	DM	89206 D	CÁLCULO 2	2	55	45	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Marcelo Jose Dias Nascimento
39	139698	Campus São Carlos	DM	89206 E	CÁLCULO 2	2	55	45	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Dimas Jose Gonçalves
40	139700	Campus São Carlos	DM	89206 F	CÁLCULO 2	2	55	44	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Pedro Luiz Aparecido Malaguti
41	140358	Campus São Carlos	DM	89303 A	CÁLCULO 3	2	65	65	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Salmá Helena de Jesus Nicóla
42	140360	Campus São Carlos	DM	89303 B	CÁLCULO 3	2	64	64	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Ivo Machado da Costa
43	140362	Campus São Carlos	DM	89303 C	CÁLCULO 3	2	65	65	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Jean Piton Gonçalves
44	140316	Campus São Carlos	DM	89303 D	CÁLCULO 3	2	65	65	f	Segunda	800	1000	f	3	1	0	0	Natália Andrea Viana Bedoya
45	139620	Campus São Carlos	DM	89311 A	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL DE VÁRIAS VARIÁVEIS	2	55	20	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Maio Bastão de Matos
46	140227	Campus São Carlos	DF	91111 A	FÍSICA EXPERIMENTAL B	2	33	28	f	Segunda	800	1000	0	4	0	0	0	Jose Antonio Eras
50	140311	Campus São Carlos	DF	92347 A	TERMO DINÂMICA 1	2	48	23	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Vivaldo Leiva Campos Junior
51	140265	Campus São Carlos	DF	92371 A	FÍSICA MATEMÁTICA 1	2	45	11	f	Segunda	800	1000	f	6	0	0	0	Giuliano Augustus Pavan Ribeiro
52	140286	Campus São Carlos	DF	98924 B	FUNDAMENTOS DA FÍSICA ONDULATÓRIA	2	45	36	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Vinicius Rodrigues Pinheiro Gomes
53	140337	Campus São Carlos	DF	99040 A	FÍSICA 4	2	46	46	f	Segunda	800	1000	f	4	0	0	0	Ignac Caracelli

Alocação de salas de aula!

ARQUIVO PÁGINA INICIAL INSERIR LAYOUT DA PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVISÃO EXIBIÇÃO DESENVOLVEDOR

Recortar Copiar Pincel de Formatação

Calibri 11

Quebrar Texto Automaticamente

Formato Geral

N I S

Mesclar e Centralizar

Formatação Condicional Formatar Tabela

Área de Transferência Fonte Alinhamento Número

Z29


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													

PLANILHA DE ALOCAÇÃO DE SALAS v2.0

Segunda-Feira	Manhã	Tarde	Noite
Terça-Feira	Manhã	Tarde	Noite
Quarta-Feira	Manhã	Tarde	Noite
Quinta-Feira	Manhã	Tarde	Noite
Sexta-Feira	Manhã	Tarde	Noite

Ajustar Junção	Atribuir Resultado	Limpar Tudo
Definir blocos	Preencher Agenda	Limpar Agenda

Calcular alocação do semestre todo



Alocação de salas de aula!

ARQUIVO PÁGINA INICIAL INSERIR LAYOUT DA PÁGINA FÓRMULAS DADOS REVISÃO EXIBIÇÃO DESENVOLVIDOR

Recortar Copiar Colar Pincl de Formatação

Calibri 11 A A²

Alocação de salas de aula!

OpenSolver - Model

What is AutoModel? AutoModel

AutoModel is a feature of OpenSolver that tries to automatically determine the problem you are trying to optimise by observing the structure of the spreadsheet. It will turn its best guess into a Solver model, which you can then edit in this window.

Objective Cell: maximise minimise target value:

Variable Cells:

Constraints:

[Add new constraint](#)

\$A\$6:\$A\$11B <= \$G\$6:\$G\$11B
 \$H\$119:\$W\$119 <= \$H\$120:\$W\$120
 \$C\$6:\$C\$11B <= \$B\$6:\$B\$11B
 \$H\$6:\$H\$11B bin

Delete selected constraint

Make unconstrained variable cells non-negative

Show named ranges

Sensitivity Analysis List sensitivity analysis on the same sheet with top left cell:

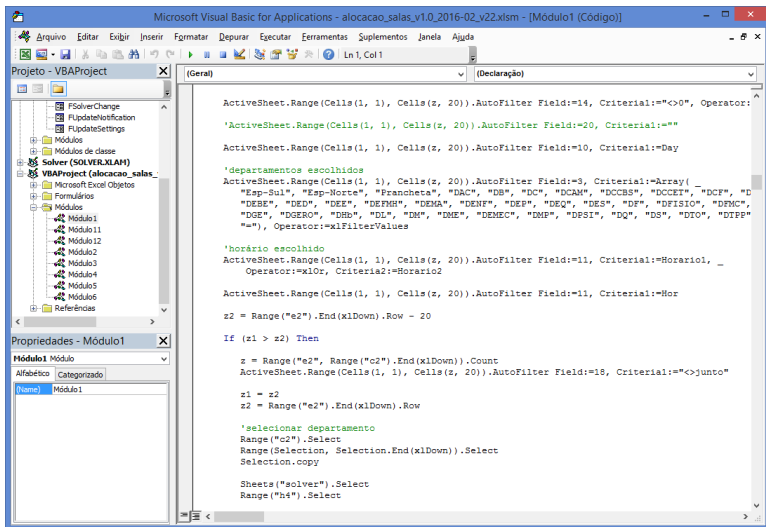
Output sensitivity analysis: updating any previous output sheet on a new sheet

Solver Engine: Current Solver Engine: CBC Solver Engine...

Show model after saving Clear Model Options... Save Model Cancel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC			
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	0	1	0	0	0,00	AT01	Salas 01	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	0	1	0	0	0,00	AT01	Salas 02	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	1	1	1	1	0,18	AT02	Doc Salas 20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	1	1	1	0,18	AT02	Doc Salas 30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	1	1	1	1	0,00	AT02	Doc Salas 25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	1	0	0	0,00	AT02	Salas 42	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 66	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 67	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 68	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 69	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 70	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 71	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 72	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 73	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 74	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	1	0	0	0,00	AT04	[] Salas 75	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 81	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 82	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 83	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 84	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 85	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 86	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 87	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 88	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 89	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 90	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 91	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 92	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	1	0	0	0,00	AT04	Salas 93	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 101	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	1	0	0	0,00	AT05	[] Salas 102	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 103	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 104	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 105	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 106	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 107	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 108	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 109	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 110	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	1	0	0	0,00	AT05	Salas 111	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	1	0	0	0,00	AT0																										

Alocação de salas de aula!



The screenshot displays the Microsoft Visual Basic for Applications editor for a project named "alocacao_salas_v1.0_2016-02_v22.xlsm". The interface includes a menu bar, a toolbar, and a Project Explorer on the left. The Project Explorer shows a hierarchy of modules, with "Módulo1" selected. The Properties window for "Módulo1" is also visible. The main area shows the VBA code for "Módulo1", which is currently in the "Declaração" (Declaration) view. The code defines several AutoFilter criteria and performs operations on a worksheet named "solver".

```
ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=14, Criteria1:=""<0", Operator:
'ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=20, Criteria1:=""
ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=10, Criteria1:=Day
'departamentos escolhidos
ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=3, Criteria1:=Array( _
    "Esp-Sul", "Esp-Norte", "Francheta", "DAC", "DB", "DC", "DCAM", "DCCBS", "DCCEI", "DCF", "D
    "DEBE", "DED", "DEE", "DEPHH", "DEMA", "DENF", "DEP", "DEQ", "DES", "DF", "DFISIO", "DFMC",
    "DGE", "DGERO", "DHo", "DL", "DM", "DME", "DEMEC", "DMP", "DPSI", "DQ", "DS", "DIO", "DTFP"
    "="), Operator:=xlFilterValues

'horário escolhido
ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=11, Criteria1:=Horario1, _
    Operator:=xlOr, Criteria2:=Horario2

ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=11, Criteria1:=Hor

z2 = Range("e2").End(xlDown).Row - 20

If (z1 > z2) Then

    z = Range("e2", Range("c2").End(xlDown)).Count
    ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(z, 20)).AutoFilter Field:=18, Criteria1:=""<junto"

    z1 = z2
    z2 = Range("e2").End(xlDown).Row

    'selecionar departamento
    Range("c2").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Copy

    Sheets("solver").Select
    Range("h4").Select
```

Alocação de salas de aula!

- ▶ Infelizmente, nem tudo é perfeito :(

Alocação de salas de aula!

- ▶ Infelizmente, nem tudo é perfeito :(
 - ▶ Garbage in, garbage out: a oferta de algumas disciplinas são preenchidas incorretamente e, assim, a entrada da planilha vem com alguns erros, que acabam afetando a alocação final;

Alocação de salas de aula!

- ▶ Infelizmente, nem tudo é perfeito :(
 - ▶ Garbage in, garbage out: a oferta de algumas disciplinas são preenchidas incorretamente e, assim, a entrada da planilha vem com alguns erros, que acabam afetando a alocação final;
 - ▶ Acessibilidade e recursos especiais não são informados no SIGA: alunos cadeirantes, aulas que usam recursos multimídias, etc; Salas que deveriam ter projetores, mas não tem;

Alocação de salas de aula!

- ▶ Infelizmente, nem tudo é perfeito :(
 - ▶ Garbage in, garbage out: a oferta de algumas disciplinas são preenchidas incorretamente e, assim, a entrada da planilha vem com alguns erros, que acabam afetando a alocação final;
 - ▶ Acessibilidade e recursos especiais não são informados no SIGA: alunos cadeirantes, aulas que usam recursos multimídias, etc; Salas que deveriam ter projetores, mas não tem;
- ▶ Mesmo assim, a PO é extremamente útil no apoio à tomada de decisão nesse contexto;

Alocação de salas de aula!

- ▶ Infelizmente, nem tudo é perfeito :(
 - ▶ Garbage in, garbage out: a oferta de algumas disciplinas são preenchidas incorretamente e, assim, a entrada da planilha vem com alguns erros, que acabam afetando a alocação final;
 - ▶ Acessibilidade e recursos especiais não são informados no SIGA: alunos cadeirantes, aulas que usam recursos multimídias, etc; Salas que deveriam ter projetores, mas não tem;
- ▶ Mesmo assim, a PO é extremamente útil no apoio à tomada de decisão nesse contexto;
 - ▶ Em menos de 15 minutos, a planilha é capaz de calcular a alocação (quase) ótima de turmas às salas de aula :)

Alocação de salas de aula!

- ▶ Infelizmente, nem tudo é perfeito :(
 - ▶ Garbage in, garbage out: a oferta de algumas disciplinas são preenchidas incorretamente e, assim, a entrada da planilha vem com alguns erros, que acabam afetando a alocação final;
 - ▶ Acessibilidade e recursos especiais não são informados no SIGA: alunos cadeirantes, aulas que usam recursos multimídias, etc; Salas que deveriam ter projetores, mas não tem;
- ▶ Mesmo assim, a PO é extremamente útil no apoio à tomada de decisão nesse contexto;
 - ▶ Em menos de 15 minutos, a planilha é capaz de calcular a alocação (quase) ótima de turmas às salas de aula :)
 - ▶ Pequenos ajustes são fáceis de serem realizados para acomodar requisitos especiais.

Fontes interessantes

- ▶ Revistas científicas nacionais:
 - ▶ PODEs: <http://www.podesenvolvimento.org.br>
 - ▶ Pesquisa Operacional: <http://www.scielo.br/pope>
 - ▶ Gestão & Produção: <http://www.dep.ufscar.br/revista>
- ▶ Canais de vídeos:
 - ▶ <https://www.youtube.com/Theorsocietypage>
 - ▶ <https://www.youtube.com/PedroMunari>

Vídeo da Sociedade Britânica de Pesquisa Operacional
<http://www.youtube.com/watch?v=tX6Rw7KJGjE>



The image shows a screenshot of a YouTube video player. The browser address bar at the top displays the URL <https://www.youtube.com/watch?v=tX6Rw7KJGjE>. The YouTube logo is visible in the top left corner of the player interface. The video content shows a close-up of a complex industrial machine with many vertical rollers, likely a paper mill, with a bright light source. The text "Gerenciar negócios e o governo." is overlaid on the video. Below the video, the YouTube player controls are visible, including a progress bar showing 0:44 / 17:01. At the bottom of the player, the text "O que é Pesquisa Operacional?" is displayed.

Modelos

- ▶ A PO se baseia em **modelos**, os quais permitem a representação formal do problema e a solução/análise por meio de **computadores**.
- ▶ Essas soluções/análises **auxiliam** a tomada de decisão.

Modelos

- ▶ A PO se baseia em **modelos**, os quais permitem a representação formal do problema e a solução/análise por meio de **computadores**.
- ▶ Essas soluções/análises **auxiliam** a tomada de decisão.
- ▶ Modelos também ajudam a:
 - ▶ determinar os dados de entrada necessários;
 - ▶ explicitar objetivos;
 - ▶ comunicar ideias;
 - ▶ quantificar decisões;
 - ▶ entre muitas outras vantagens.

Modelos

- ▶ Descrições aproximadas da realidade;
- ▶ Representam o problema real de maneira simplificada e objetiva;
- ▶ Devem absorver as características que sejam relevantes para o propósito desejado;

Modelos

- ▶ Descrições aproximadas da realidade;
- ▶ Representam o problema real de maneira simplificada e objetiva;
- ▶ Devem absorver as características que sejam relevantes para o propósito desejado;
- ▶ Por exemplo, um arquiteto faz uma maquete para representar uma edificação, tendo como objetivo capturar o estilo arquitetônico da obra. A princípio, ele não está preocupado em absorver neste modelo a resistência dos materiais, nem o desgaste devido a ação do clima.

Modelos

▷ Modelos matemáticos

- ▶ Modelos que utilizam a lógica matemática para obter uma representação formal;
- ▶ A vantagem é que podemos usar todo o ferramental matemático para analisar, simular e obter soluções para a situação modelada;
- ▶ Desde os primeiros anos de escola, aprendemos a modelar o mundo matematicamente.

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Um exemplo muito simples:

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Um exemplo muito simples:
 - ▶ Um estacionamento possui um número desconhecido de carros e motos.

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Um exemplo muito simples:
 - ▶ Um estacionamento possui um número desconhecido de carros e motos. Sabe-se que, no momento, existem 450 rodas e 250 retrovisores no total.

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Um exemplo muito simples:
 - ▶ Um estacionamento possui um número desconhecido de carros e motos. Sabe-se que, no momento, existem 450 rodas e 250 retrovisores no total. Assumindo-se que todos os carros possuem quatro rodas e dois retrovisores e que todas as motos possuem duas rodas e dois retrovisores,

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Um exemplo muito simples:
 - ▶ Um estacionamento possui um número desconhecido de carros e motos. Sabe-se que, no momento, existem 450 rodas e 250 retrovisores no total. Assumindo-se que todos os carros possuem quatro rodas e dois retrovisores e que todas as motos possuem duas rodas e dois retrovisores, quantos carros e quantas motos se encontram no estacionamento?

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas:

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y =$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores:

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y =$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y = 250$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y = 250$
- ▶ Temos então o sistema linear:

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y = 250$
- ▶ Temos então o sistema linear:

$$\begin{cases} 4x + 2y = 450 \\ 2x + 2y = 250 \end{cases}$$

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y = 250$
- ▶ Temos então o sistema linear:

$$\begin{cases} 4x + 2y = 450 \\ 2x + 2y = 250 \end{cases}$$

- ▶ Solução única: $x = 100$; $y = 25$;

Modelagem matemática

▷ Exemplo 1

- ▶ Variáveis (incógnitas):
 - ▶ x : quantidade de carros;
 - ▶ y : quantidade de motos;
- ▶ Rodas: $4x + 2y = 450$
- ▶ Retrovisores: $2x + 2y = 250$
- ▶ Temos então o sistema linear:

$$\begin{cases} 4x + 2y = 450 \\ 2x + 2y = 250 \end{cases}$$

- ▶ Solução única: $x = 100$; $y = 25$;
- ▶ Logo, temos 100 carros e 25 motos.

Modelagem matemática

- ▶ Apesar do exemplo anterior ser bastante simples, veremos que os modelos de otimização usam a mesma ideia:
 - ▶ Identificamos parâmetros (dados de entrada);
 - ▶ Definimos as variáveis do problema;
 - ▶ Criamos um sistema de equações/inequações para representar a situação real;
 - ▶ Obtemos uma solução.

Modelagem matemática

- ▶ Apesar do exemplo anterior ser bastante simples, veremos que os modelos de otimização usam a mesma ideia:
 - ▶ Identificamos parâmetros (dados de entrada);
 - ▶ Definimos as variáveis do problema;
 - ▶ Criamos um sistema de equações/inequações para representar a situação real;
 - ▶ Obtemos uma solução.
- ▶ E se no modelo anterior tivéssemos desigualdades no sistema linear?

Modelagem matemática

- ▶ Apesar do exemplo anterior ser bastante simples, veremos que os modelos de otimização usam a mesma ideia:
 - ▶ Identificamos parâmetros (dados de entrada);
 - ▶ Definimos as variáveis do problema;
 - ▶ Criamos um sistema de equações/inequações para representar a situação real;
 - ▶ Obtemos uma solução.
- ▶ E se no modelo anterior tivéssemos desigualdades no sistema linear?
- ▶ A diferença principal em um modelo de otimização é que o sistema possui várias soluções (**alternativas**) e queremos a melhor delas, de acordo com um dado **objetivo**.

Otimização

▷ Exemplo 2

Um agricultor acabou de comprar uma fazenda para o plantio de trigo e arroz. A área total disponível para plantio é de 7 hectares e o agricultor deseja plantar no mínimo 1 hectare de trigo e 2 hectares de arroz. Estima-se que o lucro do trigo seja de R\$5.000,00 e do arroz de R\$3.000,00, por hectare plantado. O agricultor deseja determinar quanto plantar de cada cultura, de modo a maximizar seu lucro.

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 - $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 - $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 - $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 - $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 - $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 - $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
 - Área total:

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: (*o que queremos?*)
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: (*o que limita nossa decisão?*)
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo:

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: (*o que queremos?*)
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: (*o que limita nossa decisão?*)
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz:

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade:

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade: $x_1, x_2 \geq 0$

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade: $x_1, x_2 \geq 0$ *(redundantes neste caso)*

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade: $x_1, x_2 \geq 0$ *(redundantes neste caso)*
- ▶ Função objetivo: *(o que vamos otimizar?)*

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade: $x_1, x_2 \geq 0$ *(redundantes neste caso)*
- ▶ Função objetivo: *(o que vamos otimizar?)*
Maximizar o lucro:

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade: $x_1, x_2 \geq 0$ *(redundantes neste caso)*
- ▶ Função objetivo: *(o que vamos otimizar?)*
Maximizar o lucro: maximizar

Otimização

▷ Exemplo 2

- ▶ Variáveis de decisão: *(o que queremos?)*
 $x_1 \rightarrow$ área a ser plantada de trigo (em hectares),
 $x_2 \rightarrow$ área a ser plantada de arroz (em hectares)
- ▶ Restrições: *(o que limita nossa decisão?)*
Área total: $x_1 + x_2 \leq 7$
Área mínima de trigo: $x_1 \geq 1$
Área mínima de arroz: $x_2 \geq 2$
Não-negatividade: $x_1, x_2 \geq 0$ *(redundantes neste caso)*
- ▶ Função objetivo: *(o que vamos otimizar?)*
Maximizar o lucro: maximizar $5x_1 + 3x_2$

Otimização

▷ Exemplo 2

$$\begin{array}{ll} \text{maximizar} & 5x_1 + 3x_2 \\ \text{sujeito a} & x_1 + x_2 \leq 7 \\ & x_1 \geq 1 \\ & x_2 \geq 2 \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{array}$$

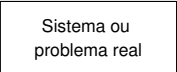
Otimização

▷ Exemplo 2

$$\begin{array}{ll} \max & 5x_1 + 3x_2 \\ \text{s.a} & x_1 + x_2 \leq 7 \\ & x_1 \geq 1 \\ & x_2 \geq 2 \\ & x_1, x_2 \geq 0 \end{array}$$

Modelos

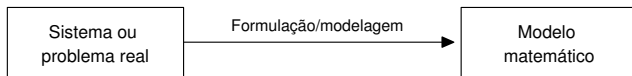
▷ Processo de modelagem



Sistema ou
problema real

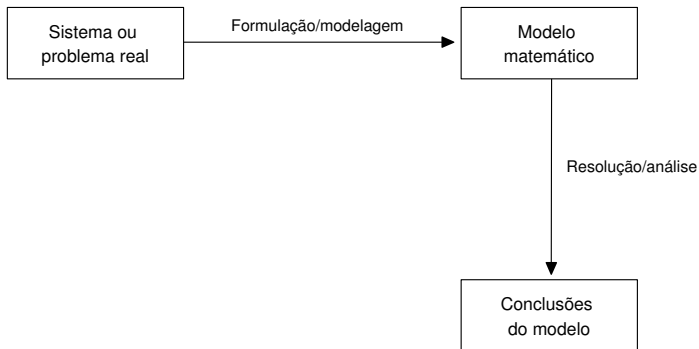
Modelos

▷ Processo de modelagem



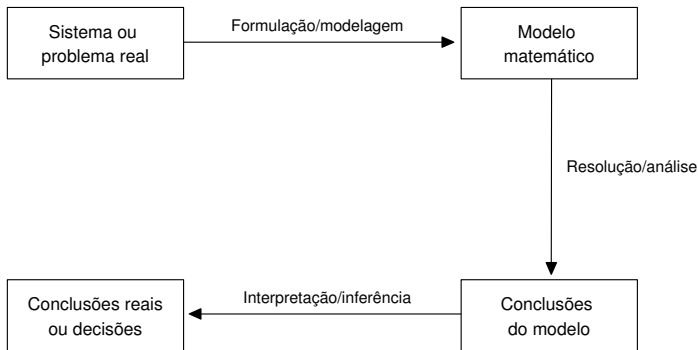
Modelos

▷ Processo de modelagem



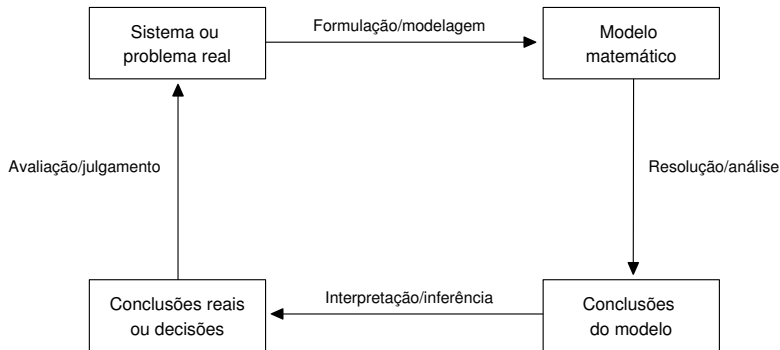
Modelos

▷ Processo de modelagem



Modelos

▷ Processo de modelagem



Modelos

- ▶ No processo de modelagem podem ser usados conceitos de diversas áreas como Otimização, Simulação, Teoria de Filas, entre outras.

Modelos

- ▶ No processo de modelagem podem ser usados conceitos de diversas áreas como Otimização, Simulação, Teoria de Filas, entre outras.
- ▶ Nesta disciplina, vamos dar ênfase aos modelos de Otimização (Programação Matemática) e aos métodos de solução relacionados.

- ▶ Obrigado pela atenção!
- ▶ Dúvidas?