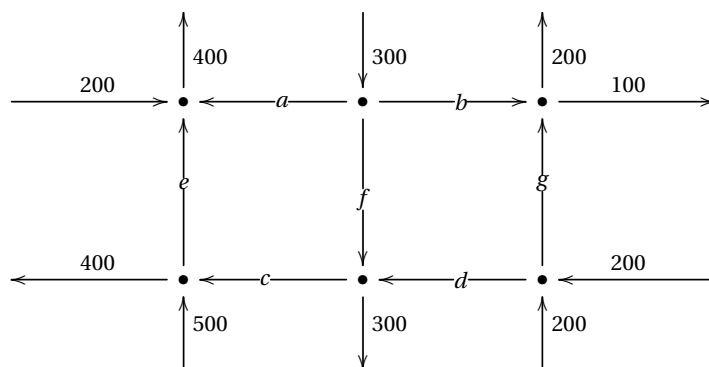


ÁLGEBRA LINEAR ALGORÍTMICA–2020.1–LABORATÓRIO 3

1. Para melhor controlar o fluxo de carros em uma região central do Rio, a CET-Rio pôs sensores eletrônicos em cada esquina. Infelizmente alguns dos sensores pararam de funcionar e, por falta de verbas, permanecem desativados. O mapa destas ruas está desenhado abaixo. Como as ruas são estreitas e com casario antigo:

- não há estacionamento nas casas;
- o estacionamento nas ruas é proibido;
- todas as ruas têm mão única, indicada no mapa pela seta.

As ruas onde os sensores pararam de funcionar estão rotuladas por letras de a a g que usaremos para nos referir a elas. Os números correspondem à quantidade média de carros que trafegam por hora nas ruas cujos sensores ainda funcionam. Nosso objetivo é usar os dados da figura para investigar o comportamento do fluxo médio de carros nessas ruas sob várias restrições que a CET-Rio precisará fazer no trânsito de algumas ruas.



2. Modelaremos este problema como um sistema linear cujas variáveis corresponderão ao fluxo médio de carros em cada rua. Sugiro que você use o próprio rótulo como sendo a variável que representa o fluxo naquela rua. Para obter as equações do sistema aplique a cada cruzamento de ruas a **lei de conservação dos carros**: se um carro entra em uma rua, ele tem que sair por outra.

3. A tabela abaixo lista várias funções do Maxima que você precisará usar para resolver o sistema linear obtido acima e para investigar suas propriedades.

função	entradas	saída
<code>linsolve(le,lv)</code>	lista le de equações lista lv das variáveis	solução do sistema le
<code>asksign(a)</code>	número real a	pos, neg ou zero
<code>rhs(eq)</code>	igualdade eq entre duas expressões	lado direito da igualdade
<code>empty(L)</code>	lista L	true se L for vazia, senão false
<code>numberp(a)</code>	expressão a	true se a for um número, senão false

4. Quando o sistema tem uma quantidade infinita de soluções, o Maxima escreve as soluções em termos de parâmetros, que são representados por variáveis da forma %r1, %r2, etc. Contudo, se você omitir da lista de variáveis lv uma quantidade de variáveis igual a dos parâmetros necessários para escrever as soluções, o Maxima usa as variáveis que ficaram fora de lv como parâmetros. Por exemplo,

`linsolve(x+y-z-w-2,x-y-2*z+3*w-3,x+3*y-z,[x,y,z,w])`

retorna

$$(4) \quad [x = -\frac{-3\%r2+2\%r1-5}{2}, y = \frac{-\%r2+4\%r1-1}{2}, z = \%r2, w = \%r1]$$

Portanto, o sistema tem dois parâmetros. Para fazer o Maxima escolher x e y como parâmetros basta omiti-los da lista de variáveis que é passada à função `linsolve`:

`linsolve(x+y-z-w-2,x-y-2*z+3*w-3,x+3*y-z,[z,w])`

retorna

$$[z = \frac{2y+4x-9}{5}, w = \frac{3y+x-1}{5}]$$

Isto é extremamente útil para determinar os valores máximo e mínimo que uma dada variável do sistema pode atingir.

5. Para os propósitos deste laboratório diremos que o trânsito *trava* neste grupo de ruas se o movimento de carros em todas as ruas se torna inviável. Isto acontece quando o sistema é impossível ou o valor da variável correspondente a uma das ruas for negativo. Para facilitar a identificação de quando o trânsito trava, implemente a função *trava* que, ao receber uma lista de expressões da forma

$$\text{variável} = \text{expressão}$$

retorna *true* se a lista é vazia ou se a expressão do lado direito de alguma das expressões na lista for um número negativo e *false* caso nenhuma destas duas condições seja verificada.

⚠ Antes de testar se a expressão do lado direito de uma destas equações é negativa, *você tem que verificar se ela é mesmo um número*, caso contrário a função *asksign* abre uma chamada na tela perguntando se a expressão em questão deve ser considerada como negativa ou não, que não é o que você quer que aconteça.

6. Use o Maxima para responder às questões abaixo. Você deve retornar, na atividade correspondente do Google Classroom, um arquivo *.wxmx* (com o nome no formato padrão) que precisa incluir em uma célula de texto a pergunta e a resposta que você obteve, seguidas de uma ou mais células de input contendo os cálculos no Maxima que justificam sua resposta. As respostas devem ser dadas por extenso. Não esqueça de incluir em seu arquivo comentários explicando o que você fez.

1. Por que não incluímos o caso de todas as variáveis terem valor nulo como uma das possibilidades que determinam que o trânsito trava?
2. Se o fluxo médio nas ruas *a* e *g* for, respectivamente, de 20 carros e de 100 carros, qual será o fluxo médio nas demais ruas?
3. Quais são os grupos de três ruas que podem ser fechadas sem que o trânsito trave?
4. Quais são os grupos de duas ruas que podem ser fechadas sem que o trânsito trave?
5. Se a CET-RIO precisar fechar as ruas *e* e *g* para obras durante dois dias, o que pode ser feito para evitar que o trânsito trave neste grupo de ruas?
6. Qual a quantidade máxima de carros que pode passar na rua *g*, sem que o trânsito trave completamente?