

# Laboratório de Matemática Computacional I

Melissa Weber Mendonça<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina

2011.1

# Por que estudar programação?

## Objetivo

Entender um problema e formular sua solução usando ferramentas computacionais

## Ferramentas

Linguagem de programação MATLAB

Que tipo de problemas queremos resolver?

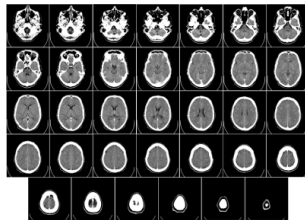
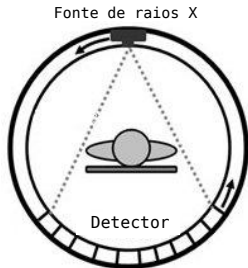
# Exemplos de problemas a serem resolvidos I

Tomografia computadorizada:

tomo = fatia. Analisar fatias 2D de objetos 3D.

$f(x)$  é o coeficiente de absorção dos raios X emitidos pela máquina no ponto  $x$  do objeto; então  $g(L)$  mede os raios X ( $L$ ) no lado oposto do objeto. Assim, o problema é encontrar  $f(x)$  onde

$$g(L) = \int_L f(x) dx.$$



# Exemplos de problemas a serem resolvidos II

Modelagem computacional de previsão do tempo (Assimilação de Dados) Ciclos de análise: em cada ciclo, as observações sobre o estado atual (e anterior) do sistema são combinados com os resultados de um modelo numérico de previsão do tempo, gerando uma estimativa ao estado atual do sistema (chamada de *análise*. Uma vez que novas observações são feitas, o modelo é atualizado e uma nova previsão (análise futura) pode ser feita a partir do estado atual.

Geração da análise:

$$\min_x \left\{ (x - x_b)^T B^{-1} (x - x_b) + (y - H(x))^T R^{-1} (y - H(x)) \right\}$$

# Como funciona o computador?

O computador é uma máquina programável que recebe uma entrada (*input*), armazena e manipula automaticamente dados, e gera uma saída (*output*).

Um computador executa funções com entrada e saída:  
entrada → ação → saída

# Primeiros "computadores"

Em 1613, a palavra "computador" aparece pela primeira vez, designando uma pessoa que realizasse cálculos.

Os computadores antigos não eram máquinas programáveis, mas serviam a uma função específica.

Exemplos: ábaco, régua de cálculo, astrolábio, calculadora.



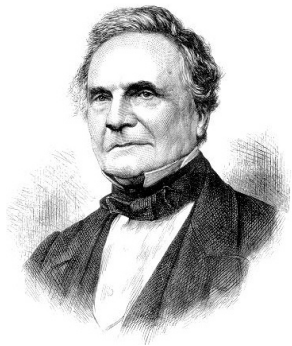
# Computadores programáveis de uso limitado

Em 1801, Joseph Marie Jacquard introduziu o uso de cartões perfurados para programar um tear e produzir padrões intrincados de tecido automaticamente.



# Computadores programáveis de uso geral

Em 1837, Charles Babbage imaginou o conceito de um computador mecânico totalmente programável (a *máquina analítica*) - mas não chegou a construí-la.



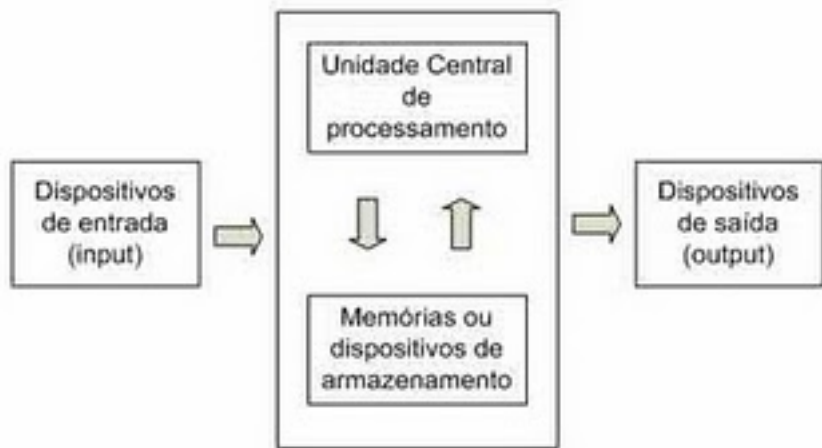


# Computadores programáveis de uso geral

Ada Augusta Byron King, Condessa de Lovelace, filha do poeta britânico Lord Byron, é reconhecida como a primeira programadora de toda a história. Ela desenvolveu os *algoritmos* que permitiriam à máquina de Babbage computar valores de funções matemáticas, além de publicar uma coleção de notas sobre a máquina analítica.



# Estrutura de um computador moderno



# O que é um algoritmo?

Um algoritmo é uma sequência **finita** de passos que tem como objetivo realizar alguma tarefa.

Exemplo: receita de bolo.

- Entrada: ingredientes, utensílios usados.
- Ação: bater, misturar, picar, assar.
- Saída: bolo.

# Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:





## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.
- Encher a chaleira ou panela de água.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.
- Encher a chaleira ou panela de água.
- Acender uma das bocas do fogão.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.
- Encher a chaleira ou panela de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar a chaleira ou panela sobre a boca acesa do fogão.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.
- Encher a chaleira ou panela de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar a chaleira ou panela sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.
- Encher a chaleira ou panela de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar a chaleira ou panela sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

Dada uma cozinha, com uma pia com torneira e água corrente, um fogão com pelo menos uma boca, e uma chaleira ou panela, faça o seguinte:

- Se encontrar uma chaleira, então use esta chaleira.  
Senão, use uma panela.
- Levar a chaleira ou panela até a pia.
- Encher a chaleira ou panela de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar a chaleira ou panela sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

A água está fervida dentro da chaleira ou panela.



## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

ENTRADA: cozinha, pia, torneira, água corrente, fogão com pelo menos uma boca, chaleira ou panela.

AÇÃO:

- Se encontrar uma chaleira, então pegue esta chaleira como recipiente.  
Senão, pegue uma panela como recipiente.
- Levar o recipiente até a pia.
- Encher o recipiente de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar o recipiente sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

SAÍDA: recipiente com água fervida.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

ENTRADA: cozinha, pia, torneira, água corrente, fogão com pelo menos uma boca, chaleira ou panela.

AÇÃO:

- Se encontrar uma chaleira, então pegue esta chaleira como recipiente.  
Senão, pegue uma panela como recipiente.
- Levar o recipiente até a pia.
- Encher o recipiente de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar o recipiente sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

SAÍDA: recipiente com água fervida.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

ENTRADA: cozinha, pia, torneira, água corrente, fogão com pelo menos uma boca, chaleira ou panela.

AÇÃO:

- Se encontrar uma chaleira, então pegue esta chaleira como **recipiente**.  
Senão, pegue uma panela como **recipiente**.
- Levar o **recipiente** até a pia.
- Encher o **recipiente** de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar o **recipiente** sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

SAÍDA: recipiente com água fervida.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

ENTRADA: cozinha, pia, torneira, água corrente, fogão com pelo menos uma boca, chaleira ou panela.

AÇÃO:

- Se existe chaleira, então recipiente ← chaleira.  
Senão, recipiente ← panela.
- Levar o recipiente até a pia.
- Encher o recipiente de água.
- Acender uma das bocas do fogão.
- Colocar o recipiente sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

SAÍDA: recipiente com água fervida.

## Exemplo: Como ferver água (no fogão)?

ENTRADA: cozinha, pia, torneira, água corrente, fogão com pelo menos uma boca, chaleira ou panela.

AÇÃO:

- Se existe chaleira, então recipiente ← chaleira.  
Senão, recipiente ← panela.
- Levar o recipiente até a pia.
- Encher o recipiente de água.
- **Acender** uma das bocas do fogão.
- Colocar o recipiente sobre a boca acesa do fogão.
- Enquanto a água não estiver borbulhando, continue aguardando.
- Desligue a boca acesa do fogão.

SAÍDA: recipiente com água fervida.

# O que é uma linguagem de programação?

Uma linguagem de programação traduz um algoritmo (sequência de instruções) da linguagem humana para a linguagem da máquina ("0 e 1").

Existem milhares de linguagens de programação.

# Módulo: Exemplo em Pseudo-código

Dado um número  $a$

Se  $a > 0$ , então

módulo =  $a$

Senão

módulo =  $-a$

Fim Se

# Exemplo em Python

```
def modulo(a):  
    if  $a > 0$ :  
        modulo =  $a$   
    else:  
        modulo =  $-a$ 
```



# Exemplo em C

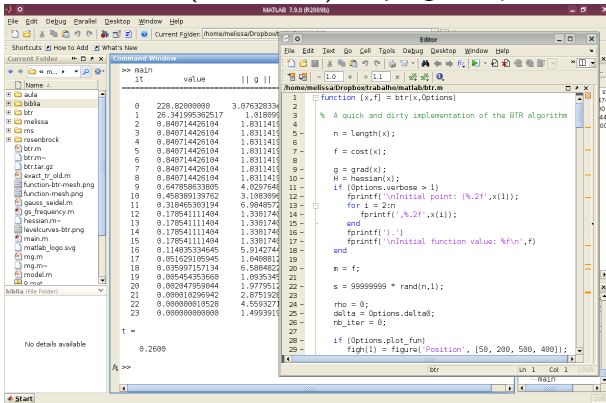
```
double modulo(double a)
{
    if ( $a > 0$ )
        modulo=  $a$ ;
    else
        modulo=  $-a$ ;
}
```

# Exemplo em Fortran

```
SUBROUTINE MODULO(A)
REAL MODULO
IF(A .GT. 0)THEN
    MODULO=A
ELSE
    MODULO=-A
ENDIF
END
```

# O que é o MATLAB?

O MATLAB é uma linguagem computacional e também um ambiente (*framework*) de programação.

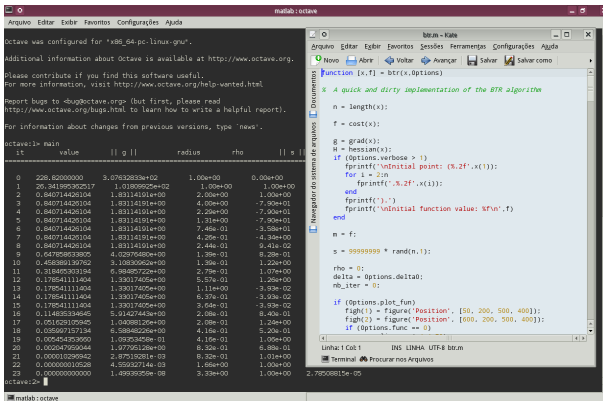


# Exemplo de código em MATLAB

```
function[abs] = modulo(a)
    if a > 0
        modulo= a
    else
        modulo= -a
    end
```

# Octave

Também um ambiente de programação, *livre*, gratuito, que suporta a linguagem MATLAB.



The screenshot displays the Octave environment. The left pane shows the command window with the following text:

```
Octave was configured for 'x86_64-pc-linux-gnu'.
Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.
Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/help-wanted.html.
Report bugs to <bug octave> (but first, please read
http://www.octave.org/bugs.html to learn how to write a helpful report).
For information about changes from previous versions, type 'news'.

octave> ls -l
it      value      || g ||      radius      rho      || s ||
0  228.82000000  3.07632833e+02  1.00e+00  0.00e+00
1  26.341895302517  1.01809925e+02  1.00e+00  1.00e+00
2  0.840714426104  1.83114191e+00  2.00e+00  1.00e+00
3  0.840714426104  1.83114191e+00  4.00e+00  -7.90e+01
4  0.840714426104  1.83114191e+00  2.29e+00  -7.90e+01
5  0.840714426104  1.83114191e+00  1.31e+00  -7.90e+01
6  0.840714426104  1.83114191e+00  7.45e-01  -3.59e+01
7  0.840714426104  1.83114191e+00  4.26e-01  -4.34e+00
8  0.840714426104  1.83114191e+00  2.44e-01  9.41e-02
9  0.647898633805  4.02970480e+00  1.39e-01  8.29e-01
10  0.458389139762  3.10830062e+00  1.39e-01  1.22e+00
11  0.318405303184  6.98895722e+00  2.79e-01  1.07e+00
12  0.17854111404  1.33017405e+00  5.37e-01  5.26e+00
13  0.17854111404  1.33017405e+00  1.11e+00  -3.93e-02
14  0.17854111404  1.33017405e+00  6.37e-01  -3.93e-02
15  0.17854111404  1.33017405e+00  3.64e-01  -3.93e-02
16  0.114853394945  5.91267445e+00  2.09e-01  8.40e-01
17  0.091629105945  1.04088120e+00  2.09e-01  1.24e+00
18  0.035697157134  6.58848225e+00  4.16e-01  5.20e-01
19  0.00545435960  1.09393458e+01  4.16e-01  1.06e+00
20  0.002047569444  1.97765128e+00  8.32e-01  6.88e-01
21  0.000010295942  2.87919281e-03  8.32e-01  1.01e+00
22  0.000000010528  4.55932714e-03  1.65e+00  1.00e+00
23  0.000000000000  1.49939355e-08  3.33e+00  1.00e+00

octave> 2
```

The right pane shows a script editor with the following code:

```
function [x,f] = btr(x,Options)
% A quick and dirty implementation of the BTR algorithm
n = length(x);
f = cost(x);
g = grad(x);
H = hessian(x);
if (Options.verbose > 1)
    fprintf('\nInitial point: (%.2f, %.1f);\n', x(1));
    for i = 2:n
        fprintf('%.2f, %.1f);\n', x(i));
    end
    fprintf('\nInitial function value: %f\n', f);
end
m = f;
s = 99999999 * rand(n,1);
rho = 0;
delta = Options.delta0;
nb_iter = 0;
if (Options.plot_fun)
    figure(1) = figure('Position', [50, 200, 500, 400]);
    figure(2) = figure('Position', [600, 200, 500, 400]);
    if (Options.func == 0)
        hold on;
    end
end
```