



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará**  
**PPGER – PPGCC**

## Aula 9: Toolbox Matlab de PDS

Processamento Digital de Sinais  
Prof. Dr. Pedro Pedrosa

**`pedrosarf@ifce.edu.br`**

**`pedropedrosa.maracanau.ifce.edu.br`**

# Objetivos

---

- Conhecer os métodos da Toolbox Matlab de medições e extração de características para PDS
- Entender a convolução no Matlab



# O que a toolbox fornece?

- **Extração** de características do sinal e **redução** dos conjuntos de dados sem perder informação
- **Localização** de **picos** no sinal e determinação da altura, largura e distância para os vizinhos
- **Medição** de características no domínio do tempo, como amplitudes de pico a pico e envelopes de sinal
- **Medição** de métricas de pulso



# O que a toolbox fornece?

- No domínio da **frequencia**, mede a **frequência fundamental**, média, medianas e **harmônicas**
- Mede a Faixa Dinâmica Livre de Espúrios (**SFDR**), relação sinal-ruído (**SNR**), Distorção Harmônica Total (**THD**), relação sinal/ruído e distorção (**SINAD**) e ponto de interceptação de terceira ordem (**TOI**)



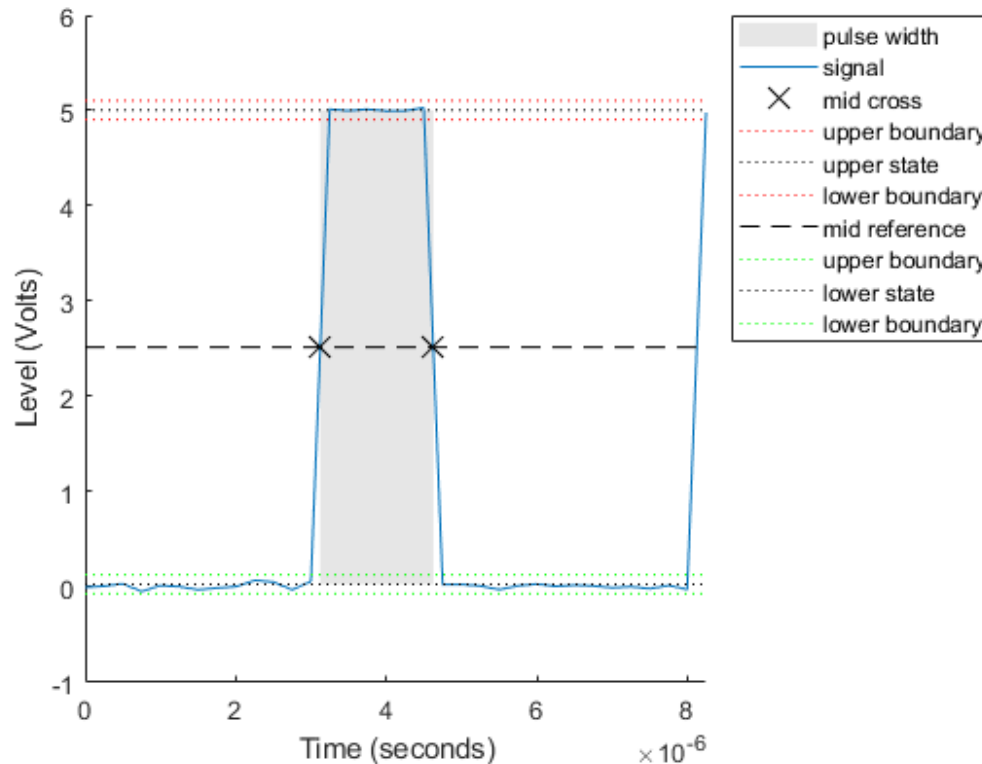
# Estatísticas Descritivas

- cummax
- cummin
- envelope
- max
- mean
- meanfreq
- medfreq
- median
- min
- movmad
- movmedian
- peak2peak
- peak2rms
- **rms**
- rssq
- seqperiod
- std
- var
- alignsignals
- cusum
- dtw
- edr
- findchangept
- finddelay
- **findpeaks**
- findsignal



# Métricas de Pulso e Transição

- Mede tempo de subida/queda, taxa de variação, período do pulso, ciclo de trabalho.

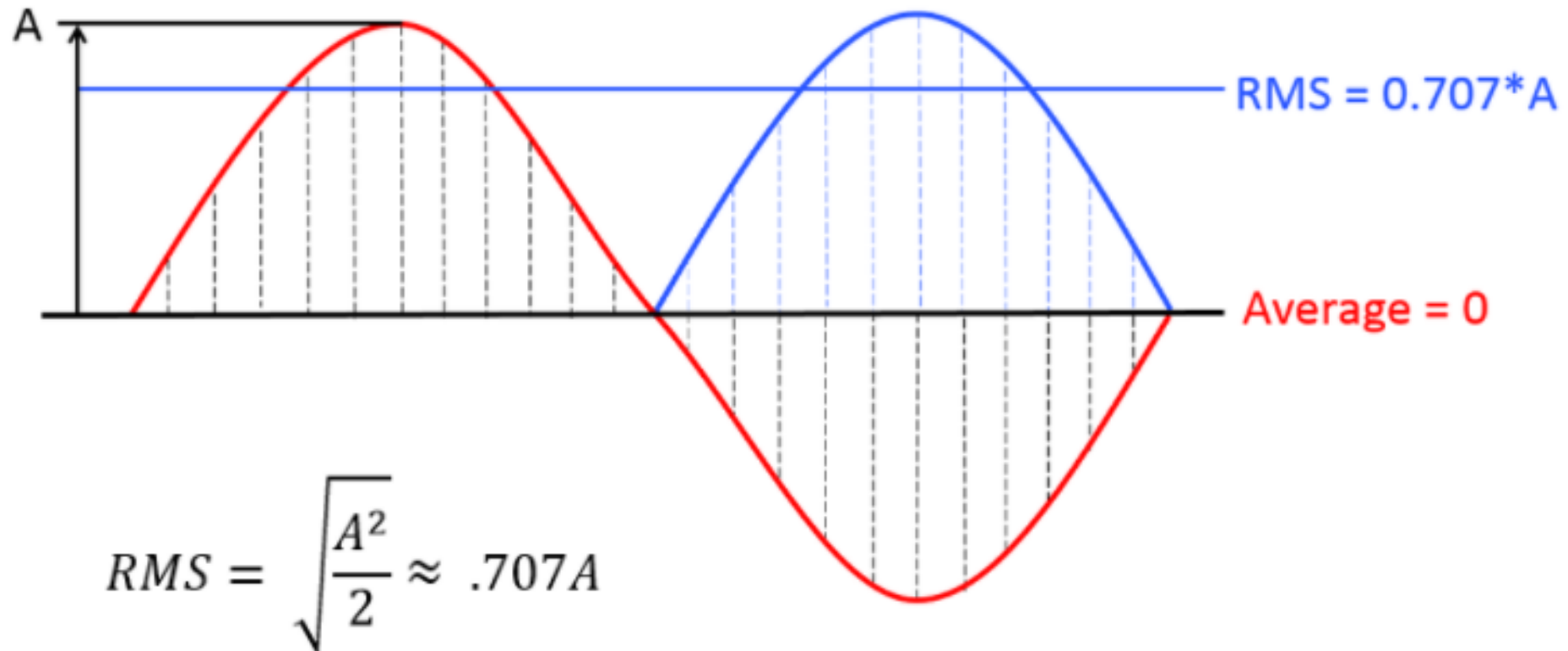


# Medições Espectrais

- Calcula a largura de banda.
- Computa a frequência média ou mediana de um espectro de potência.
- Estima a potência sobre uma determinada faixa de frequência.
- Mede a distorção harmônica.



# Root Mean Square (RMS)



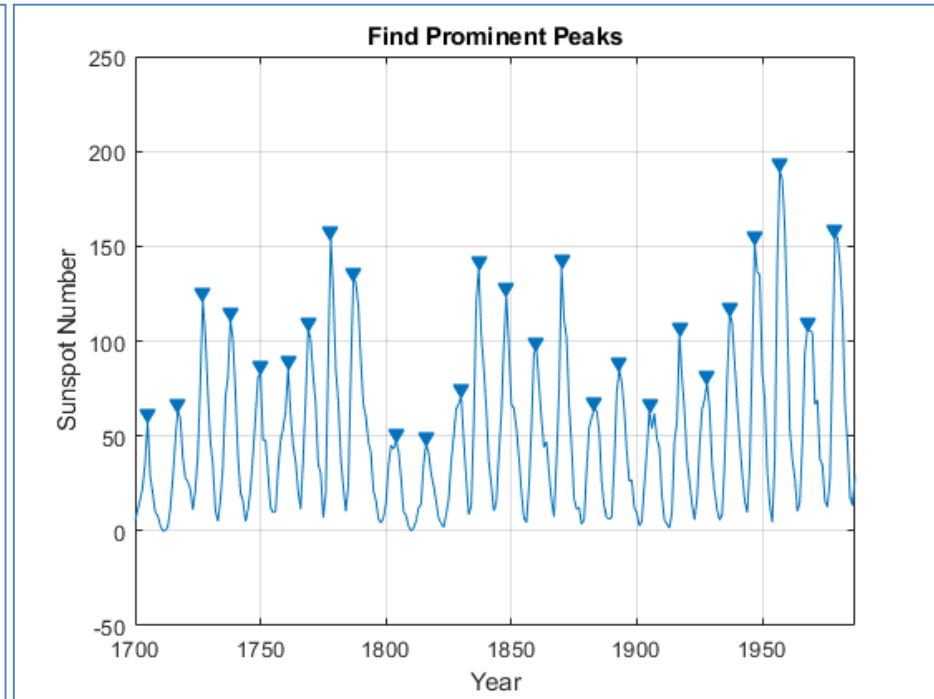
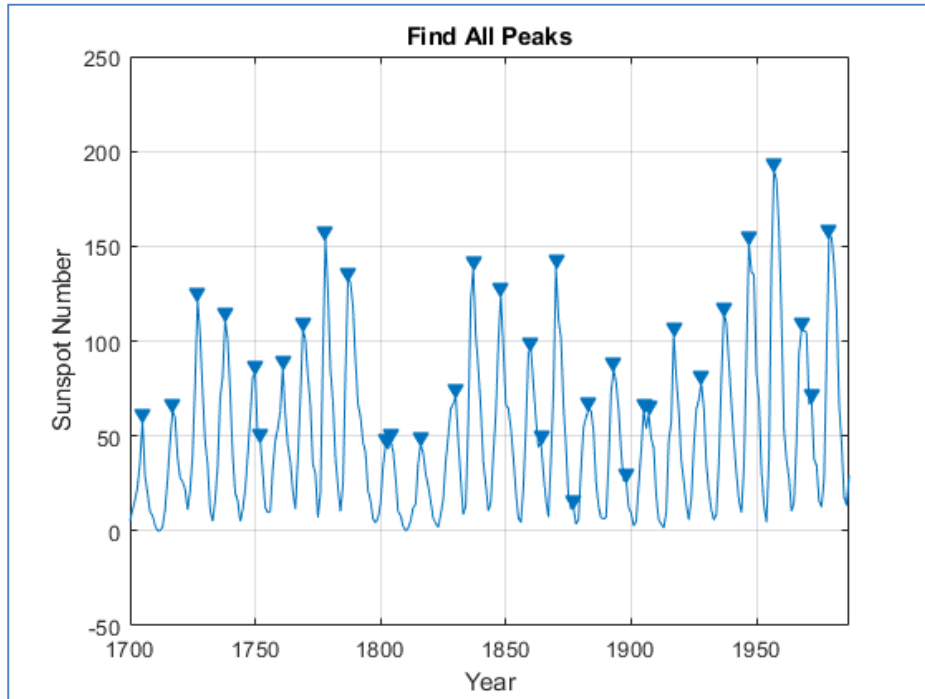


# Encontrando Picos

- Pico local é uma amostra de dados que é maior do que suas duas amostras vizinhas ou é igual a Inf.
- **pks = findpeaks(data)**
- **[pks,locs] = findpeaks(data)**
- **[pks,locs,w,p] = findpeaks(data)**
- **pks** é o vetor de picos locais, **locs** são os índices, **w** é a largura e **p** as proeminências dos picos.



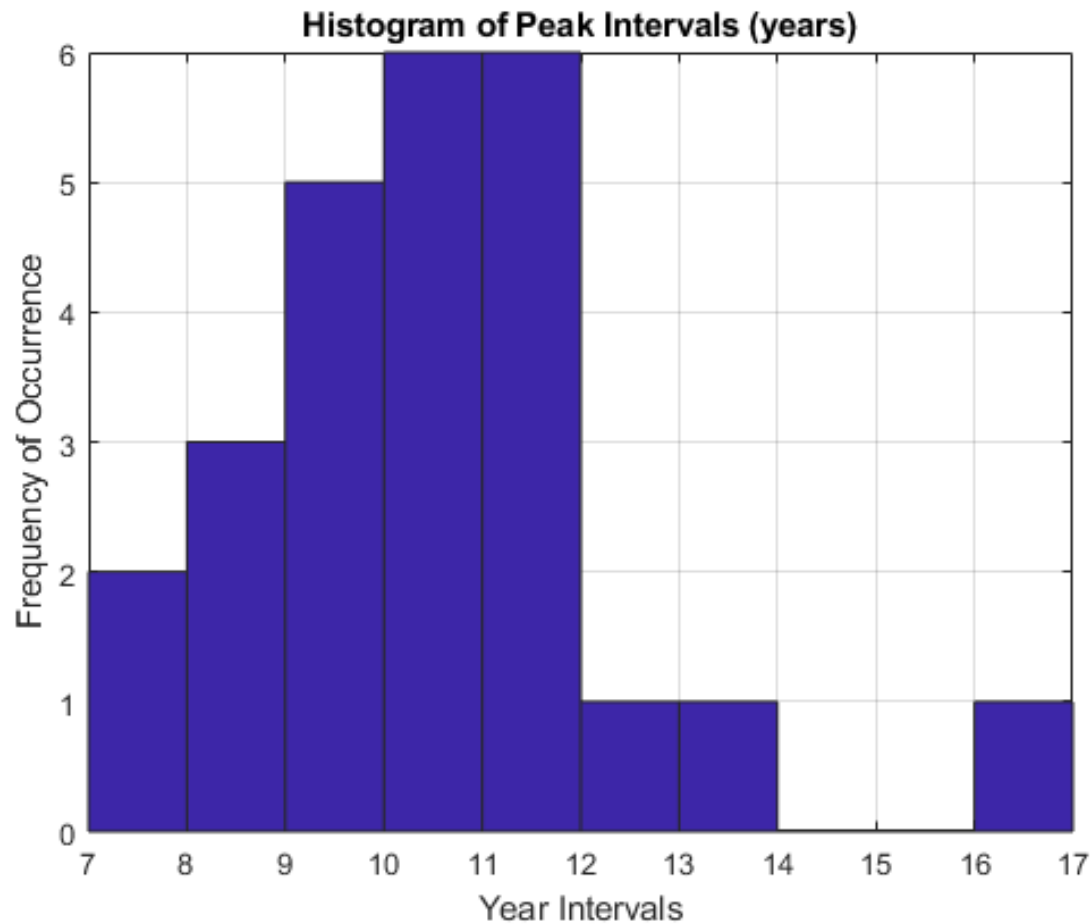
# Encontrando Picos



```
[p, l] = findpeaks(relNums,year);  
[pks, locs] = findpeaks(relNums,year,'MinPeakProminence',40);
```

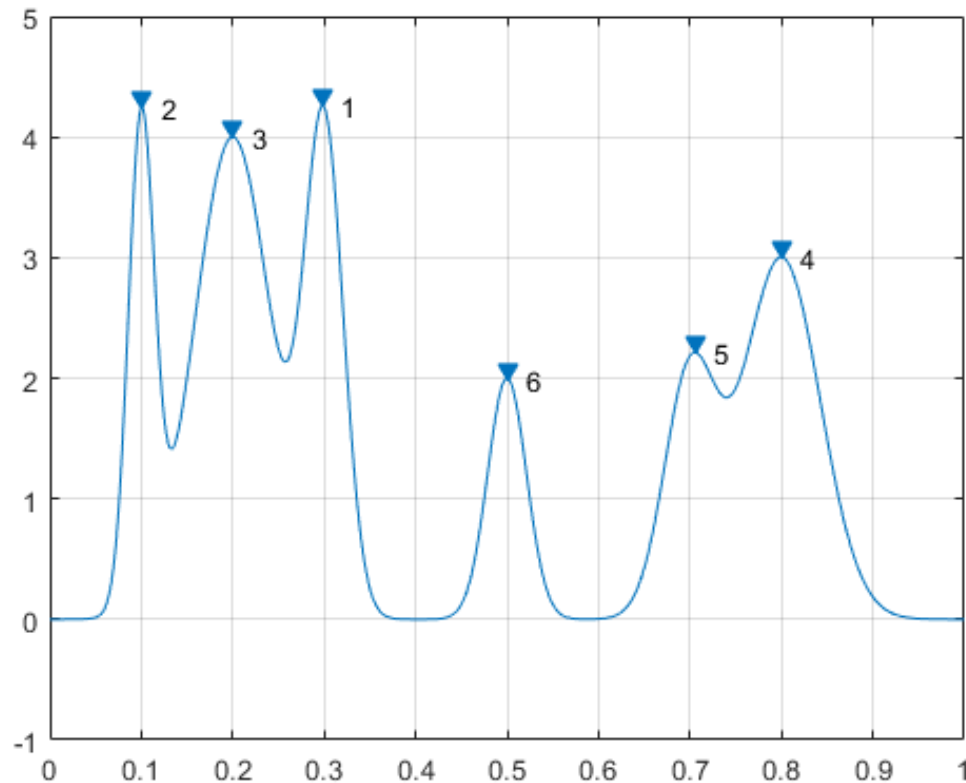


# Encontrando Picos



`hist(diff(locs))`

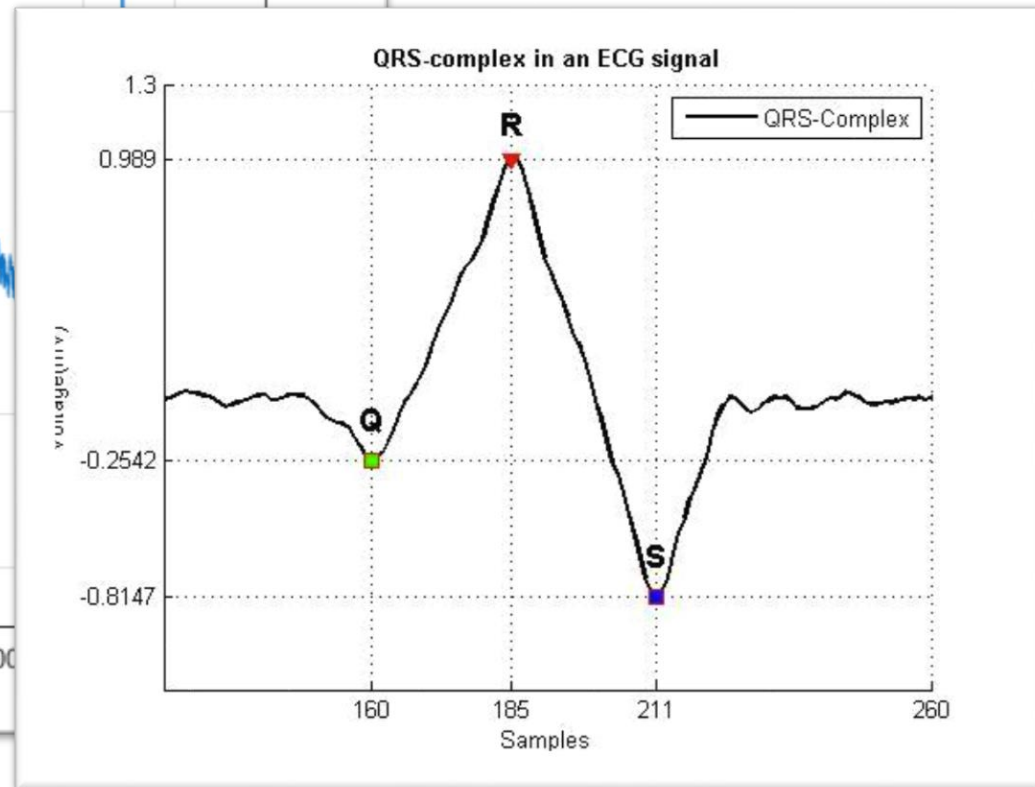
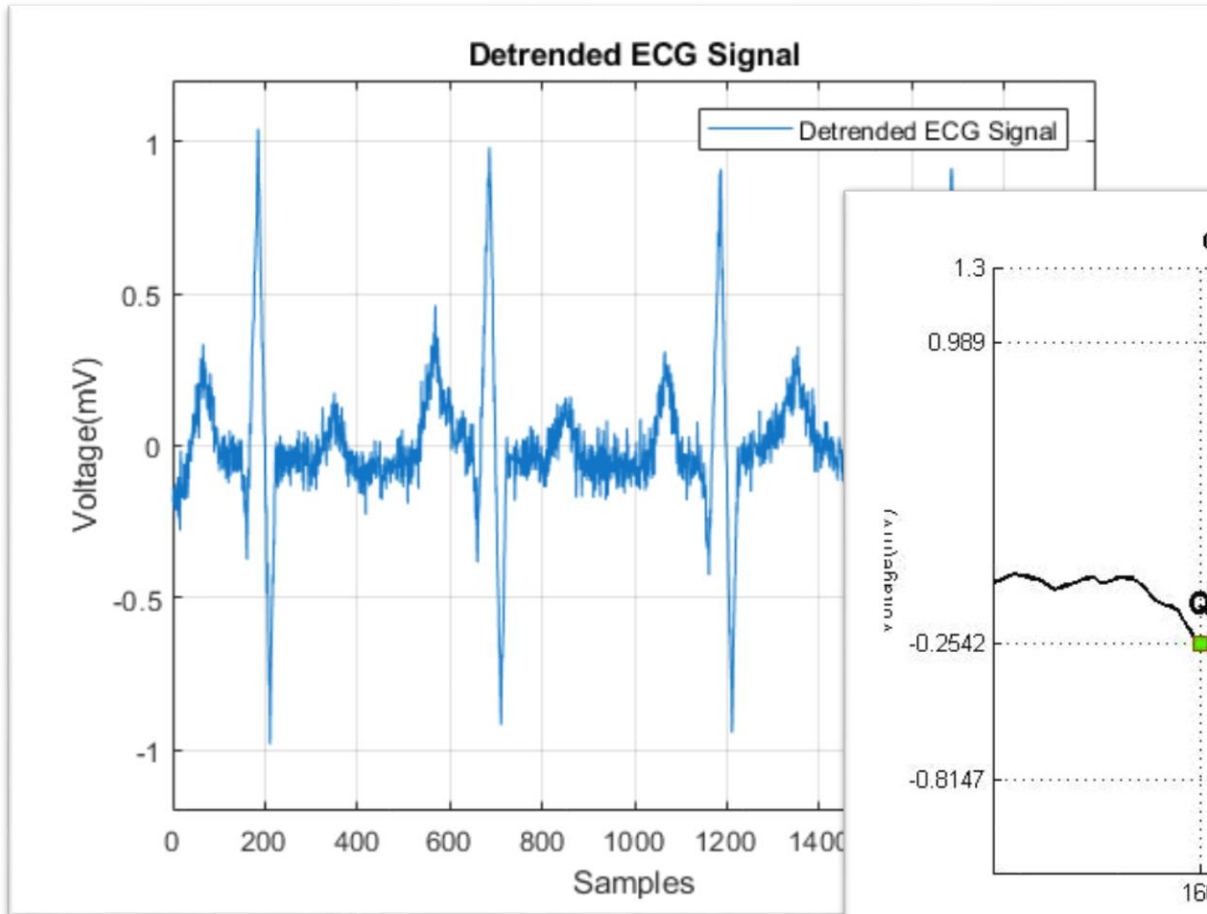
# Ordenando os Picos



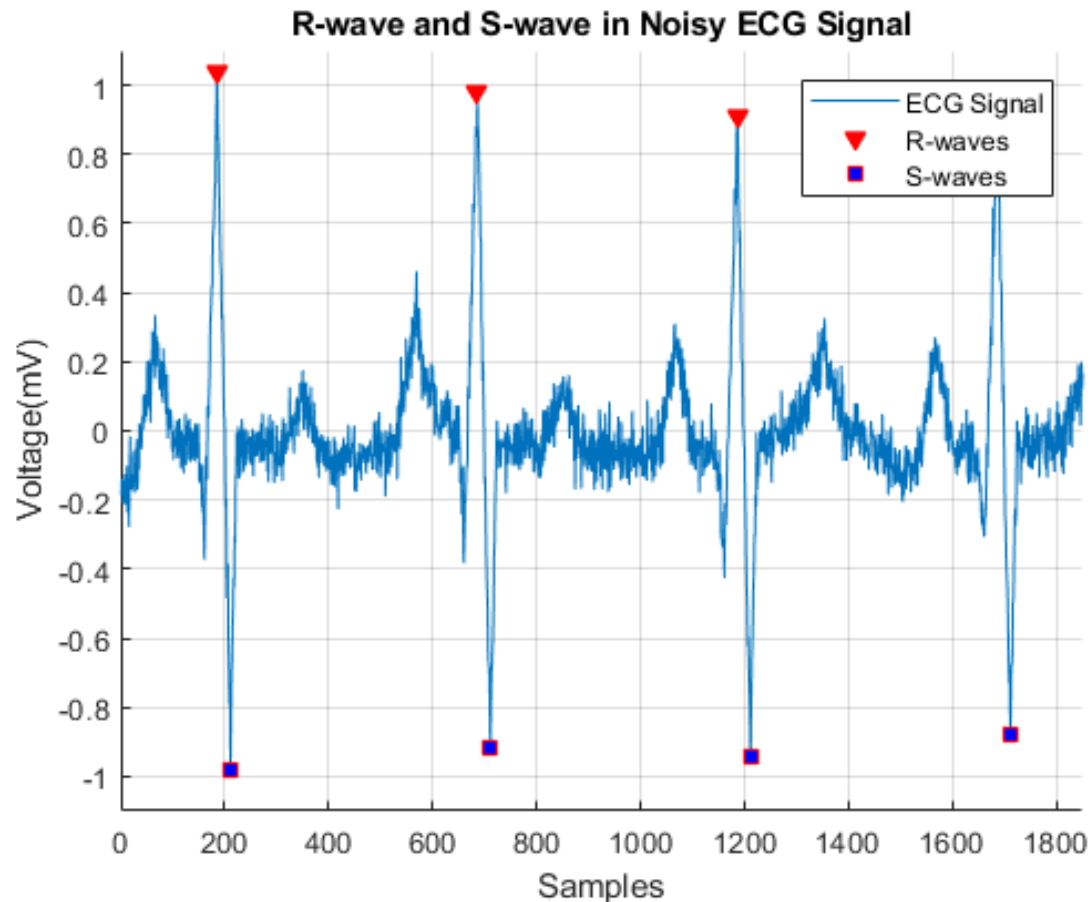
```
[psor,lsor] = findpeaks(PeakSig,x,'SortStr','descend');
```



# Picos do ECG

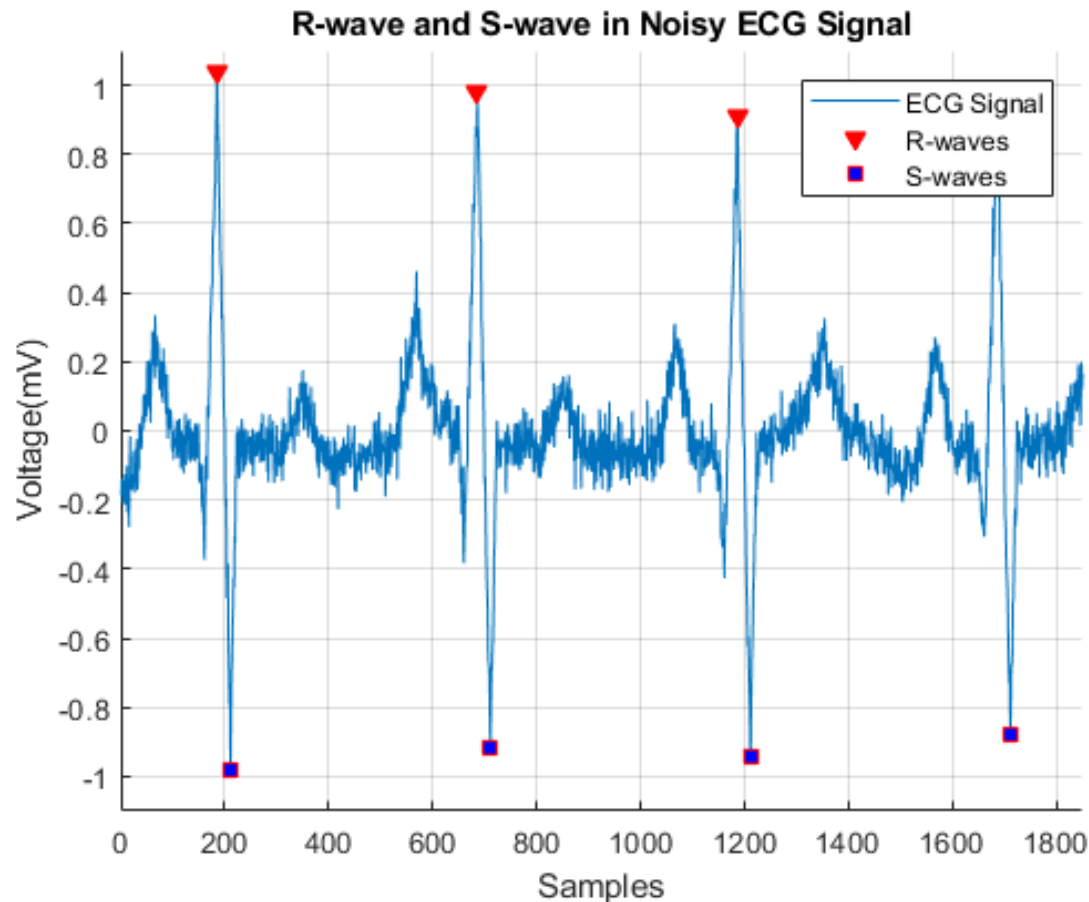


# Picos do ECG



```
[~,locs_Rwave] = findpeaks(ECG_data,'MinPeakHeight',0.5,...  
                            'MinPeakDistance',200);
```

# Picos do ECG



```
ECG_inverted = -ECG_data;
```

```
[~,locs_Swave] = findpeaks(ECG_inverted,'MinPeakHeight',0.5,...  
                             'MinPeakDistance',200);
```

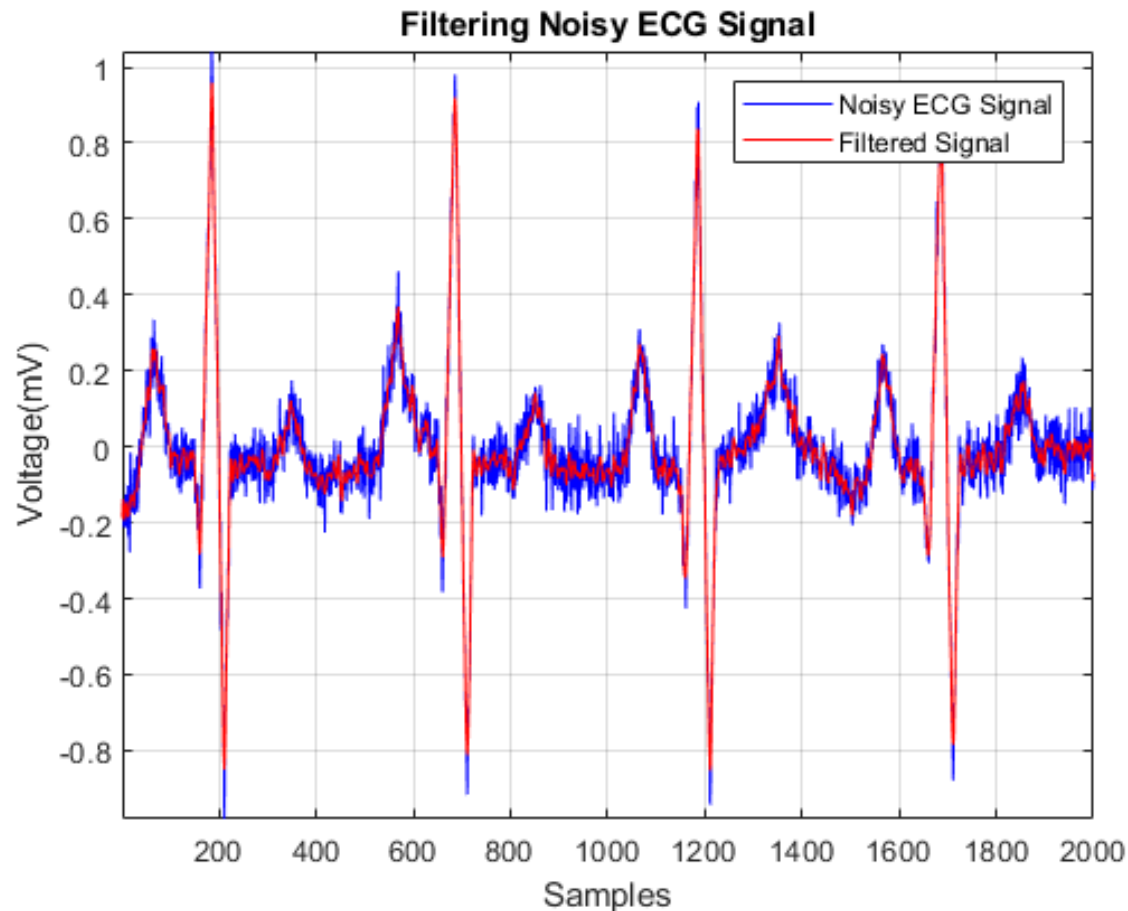


# Picos do ECG

```
[~,min_locs] = findpeaks(-ECGsuavizado, 'MinPeakDistance', 40);
```

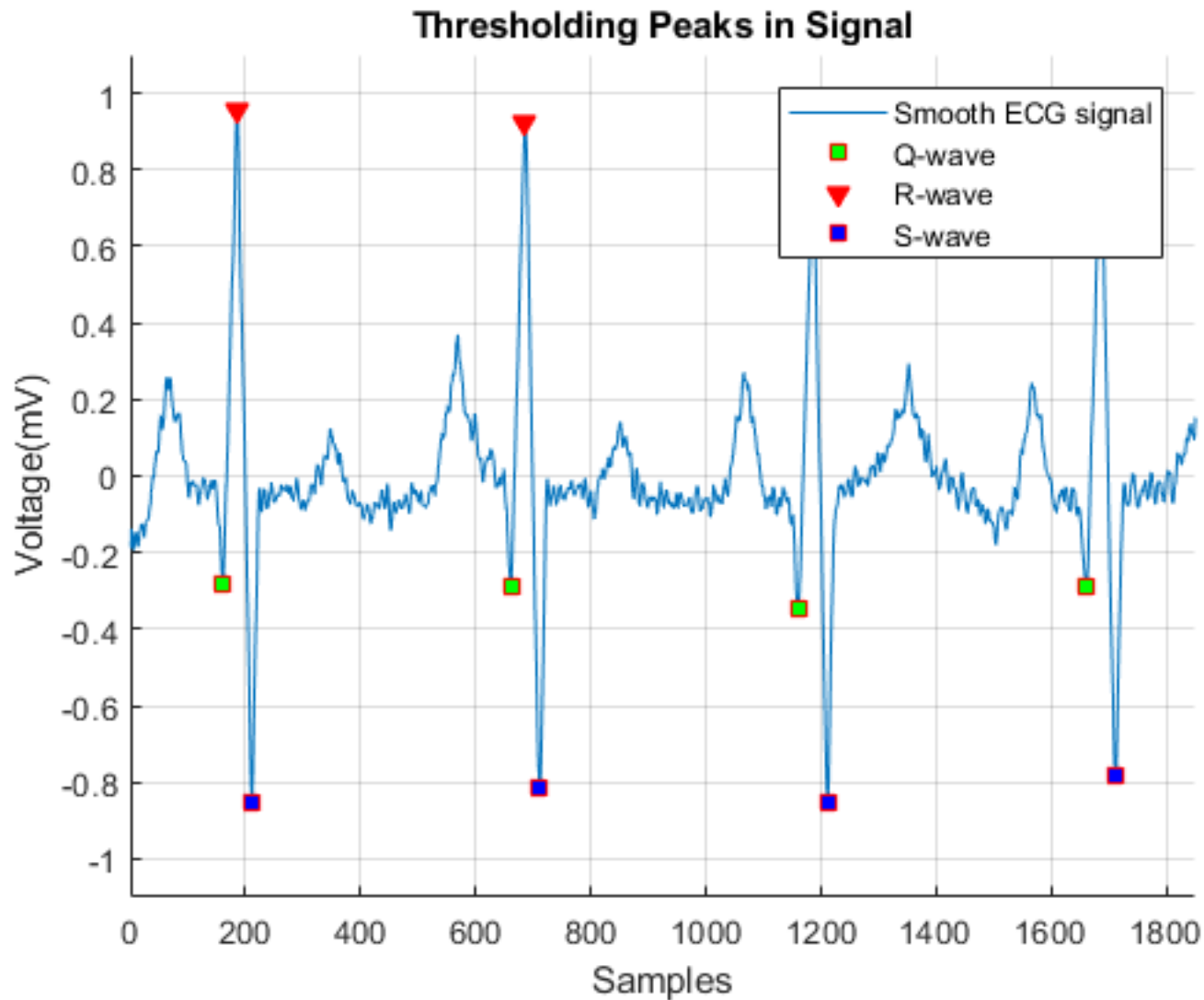
% Picos entre -0.2mV e -0.5mV

```
locs_Qwave = min_locs(smoothECG(min_locs)>-0.5 & smoothECG(min_locs)<-0.2);
```





# Picos do ECG



# Convolução com sinal e imagem

# Convolução 1D com Matlab

h

1	1	1
---	---	---

f

2	1	2	4
---	---	---	---

$$y = f[n] * h[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m]h[n-m]$$

f

2	1	2	4
---	---	---	---

h

1	1	1
---	---	---

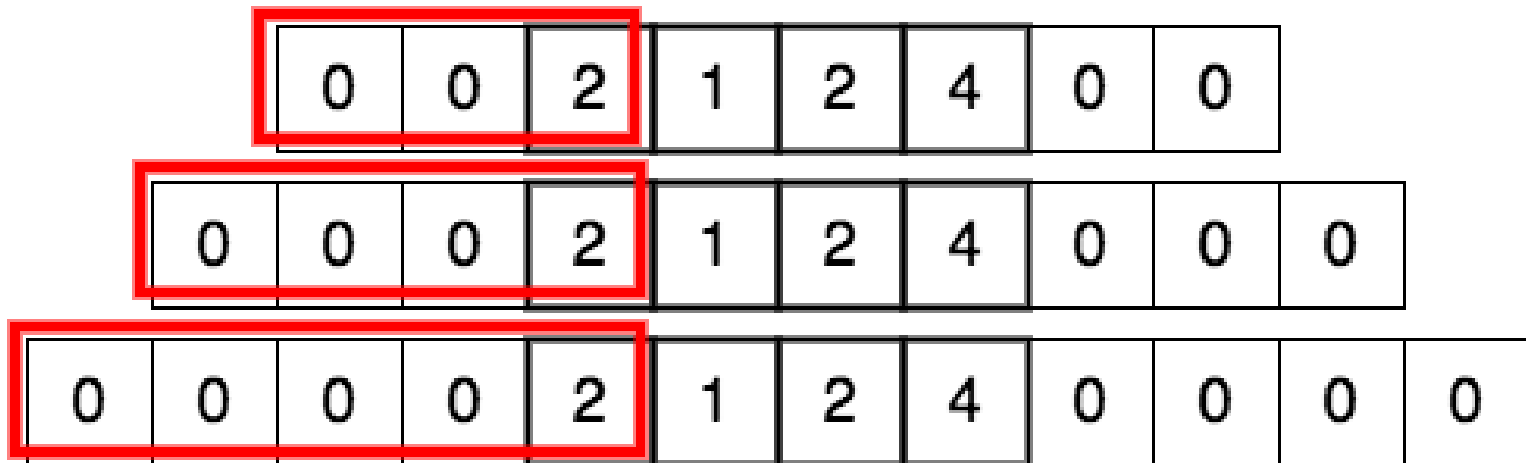
$$\text{res} = 2 \times 1 + 4 \times 1 = 6$$

y

2	3	5	7	6	
---	---	---	---	---	--



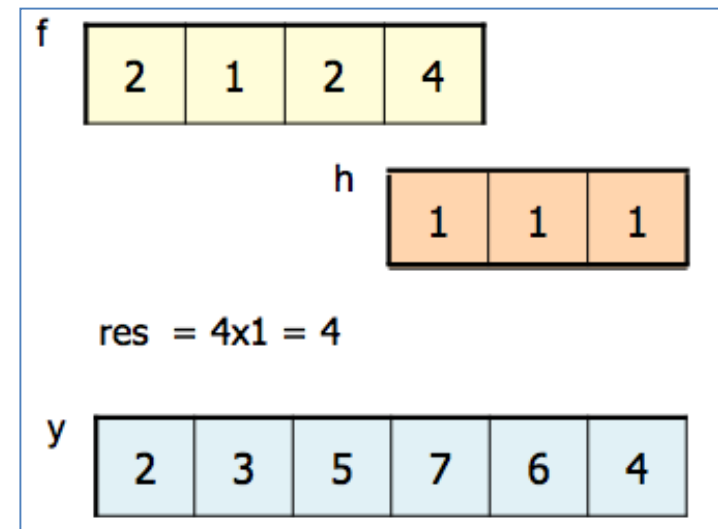
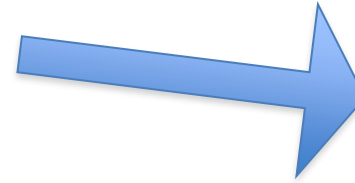
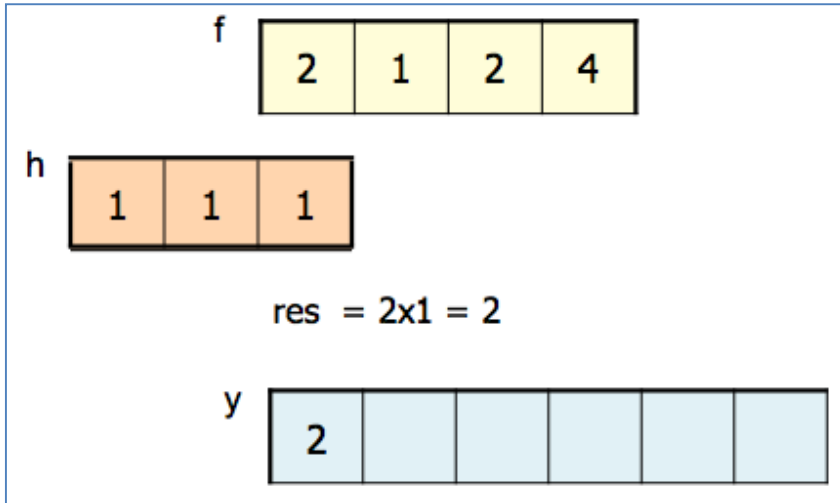
# Convolução 1D com Matlab



Tam Filtro	Preen
3	2
4	3
5	4
tf	tf - 1

```
sinal_preen = [zeros(1, tam_filtro-1) sinal zeros(1, tam_filtro-1)];
```

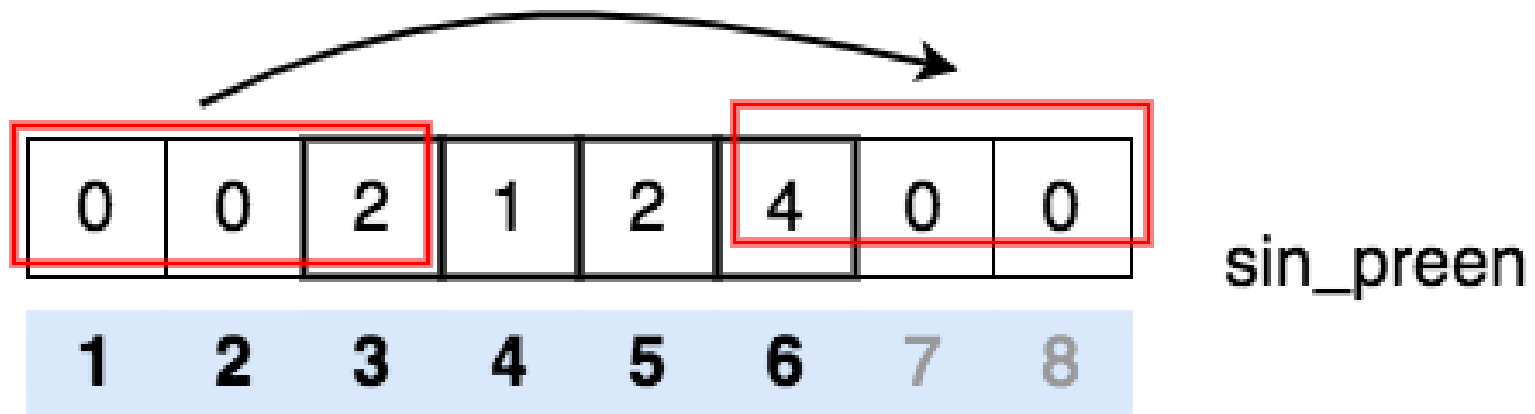
# Convolução 1D com Matlab



Tam Filtro	Sinal Filt
3	<b>6</b> = 4 + 2
4	<b>7</b> = 4 + 3
5	<b>8</b> = 4 + 4

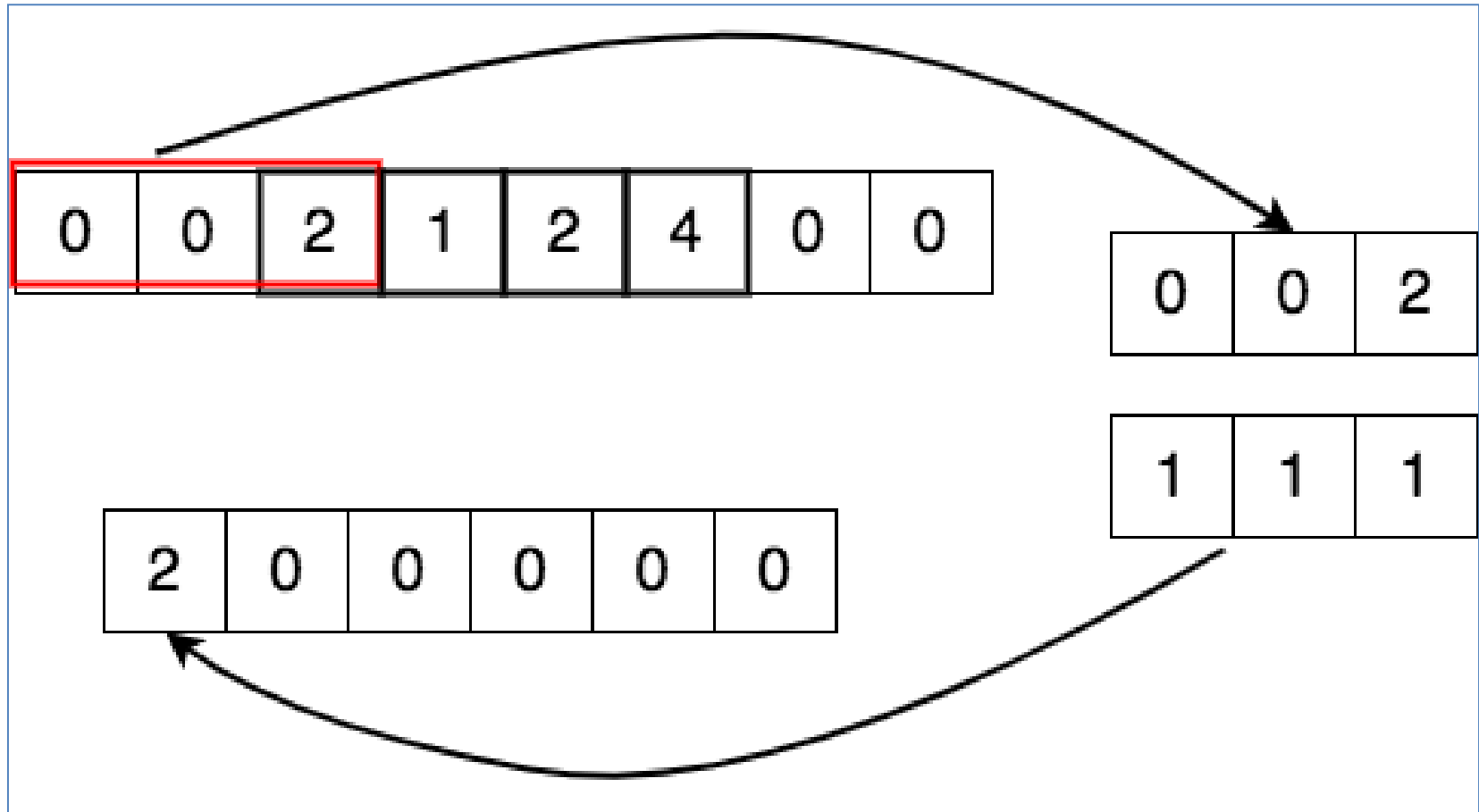
```
sinal_filt = zeros(1, length(sinal) + tam_filtro - 1);
```

# Convolução 1D com Matlab



```
for i = 1 : length(sinal_filt)
...
end
```

# Convolução 1D com Matlab



```
sinal_seg = sinal_preen(i:tam_filtro+i-1);  
sinal_filt(i) = sum(sinal_seg .* filtro);
```

# Convolução 2D com Matlab

$$f[n_1, n_2] ** h[n_1, n_2] = \sum_{m_1=-\infty}^{\infty} \sum_{m_2=-\infty}^{\infty} f[m_1, m_2] h[n_1 - m_1, n_2 - m_2]$$

**Exemplo**

h

1	1	1
-1	2	1
-1	-1	1

2	2	2	3
2	1	3	3
2	2	1	2
1	3	2	2

2	2	2	3
-2	2	3	3
-2	-2	1	2
1	3	2	2

f



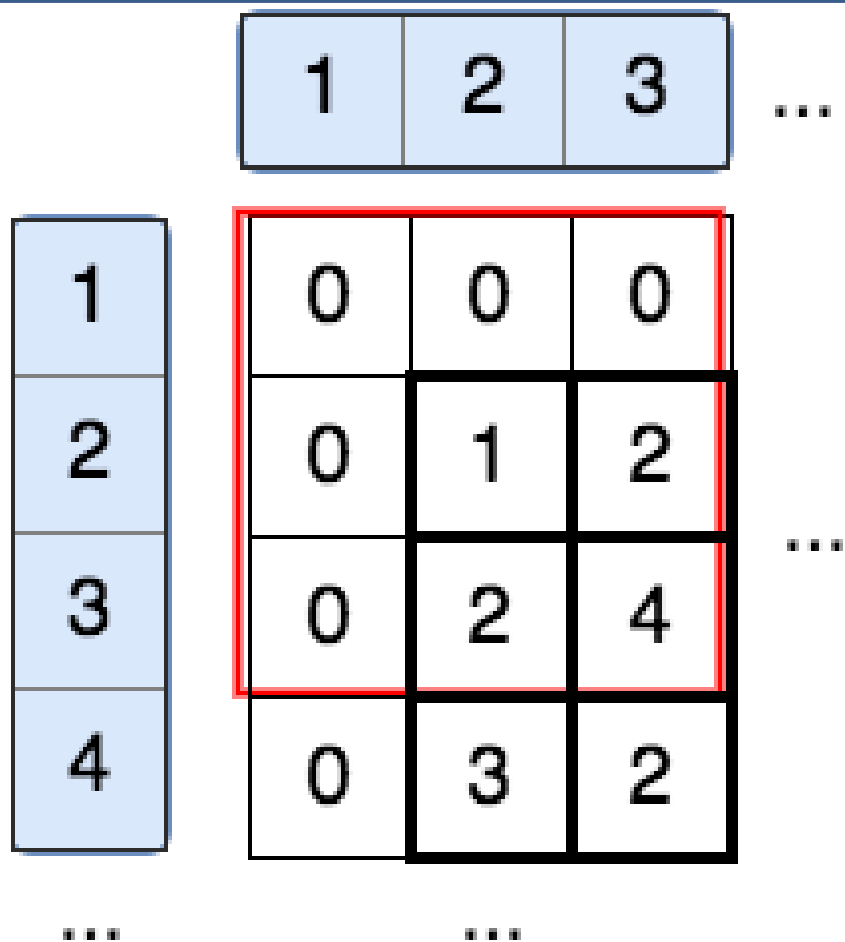
5	4	4	-2
9	6		

f\*h

Como adicionar  
as colunas e  
linhas de zero  
na imagem?



# Convolução 2D com Matlab



```
rows = 0:rK-1;  
cols = 0:cK-1;  
  
for i = 1:cI  
    for j = 1:rI  
        x = c(j+rows,i+cols);
```

# Encaminhamentos

---

- Dúvidas?
- Próximo assunto
  - Extração de atributos via Wavelet em Sinais

