

**Exercícios de Física Computacional**  
**Escola de Ciências da Universidade do Minho**  
**Física e Engenharia Física**  
**ano letivo 2020/2021, 1º semestre**

**Folha 6**

1. Considere o seguinte conjunto de dados  $(x_i, y_i)$ :

```
x = np.array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9])
y = np.array([1, 3, 2, 5, 7, 8, 8, 9, 10, 12])
```

Determine a recta que melhor ajusta os pontos e o correspondente coeficiente de correlação linear.

2. O ficheiro `folha6-data1.txt` tem o registo da intensidade um sinal sonoro em função do tempo. Represente o sinal, calcule a respetiva transformada de Fourier e interprete o resultado.
3. O ficheiro `folha6-data2.txt` tem o valor de fecho do índice Dow Jones Industrial Average entre 2006 e 2010.
- (a) Leia os dados do ficheiro e represente-os num gráfico.
  - (b) Calcule os coeficientes da transformada discreta de Fourier, usando a função `rfft` de `numpy.fft`, que devolve um *array* com  $(N + 1)/2$  números complexos.
  - (c) Force os últimos 90% dos elementos do *array* a ser zero e calcule a transformada de Fourier inversa usando a função `irfft`. Represente o resultado obtido, sobrepondo-o ao gráfico anterior.
  - (d) Repita o exercício anterior, mas desta vez usando apenas os primeiros 2% dos coeficientes da transformada de Fourier.
4. A função  $f(t)$  representa uma onda quadrada com amplitude 1 e frequência 1 Hz:

$$f(t) = \begin{cases} 1 & \text{para } \lfloor 2t \rfloor \text{ par,} \\ -1 & \text{para } \lfloor 2t \rfloor \text{ ímpar,} \end{cases} \quad (1)$$

em que  $\lfloor x \rfloor$  significa que  $x$  é arredondado para baixo usando o inteiro mais próximo. Tal como no exercício anterior, escreva um programa que calcule a transformada de Fourier usando um *array* com  $N = 1000$  elementos equidistantes que representem um único ciclo da função. Considere apenas os 10 primeiros coeficientes de Fourier.

5. O ficheiro `folha6-data3.txt` contém o número de erupções solares registadas em cada mês desde janeiro de 1749.
- (a) Represente o número de erupções solares em função do tempo e estime a duração em meses do ciclo observado
  - (b) Calcule a transformada de Fourier correspondente a estes dados e represente o quadrado dos coeficientes de Fourier,  $|c_k|^2$  em função de  $k$ , obtendo assim o espectro de potência do sinal.
  - (c) No gráfico de  $|c_k|^2$  em função de  $k$  identifique o pico mais importante (excluindo  $k = 0$ ).
  - (d) Relacione o valor aproximado de  $k$  para o pico referido na alínea anterior, relacionando-o com o período da função sinusoidal correspondente e com a duração do ciclo solar identificada anteriormente.
6. Os ficheiros `folha6-data4.txt` e `folha6-data5.txt` contêm as intensidades sonoras em função do tempo correspondentes a uma nota musical tocada por um piano e um trompete. Calcule e represente os primeiros 10 000 coeficientes de Fourier, discutindo os resultados obtidos. Tenha em atenção que devido ao tamanho dos dados terá de usar FFT.