

## Análise Matemática III

### Exercícios

#### Funções limite superior e funções integráveis.

1 Recorde que se  $S$  é um subconjunto de  $\mathbb{R}^n$ , a função característica de  $S$ ,  $\chi_S$  é definida por

$$\chi_S(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in S \\ 0 & \text{se } x \notin S \end{cases}$$

Esboce o gráfico das seguintes funções e diga, justificando, se são ou não funções limite superior:

a)  $f = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k(k+1)} \chi_{[k, k+1]}$

b)  $f(x) = \begin{cases} -k, & \text{se } x \in (\frac{1}{(k+1)!}, \frac{1}{k!}], \quad (k = 1, 2, \dots), \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

c)  $f = \sum_{k=1}^{\infty} 2^k \chi_{[2^k, 2^k + 2^{-2k}]}$

d)  $f = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k} \chi_{(\frac{1}{(k+1)!}, \frac{1}{k!}]}$

2 Calcule os integrais das funções das alíneas a) e c) do problema anterior.

3 Mostre que a função  $f : [0, 1]^3 \rightarrow \mathbb{R}$  definida por

$$f(x, y, z) = \begin{cases} \operatorname{sen}(xy) + z & \text{se } xyz \notin \mathbb{Q} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

é uma função integrável.

4 Mostre que a função  $f : [1, +\infty[ \rightarrow \mathbb{R}$  definida por  $f(x) = \frac{1}{x^2}$  é uma função limite superior.

5 Mostre que a função  $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  definida por

$$f(x, y) = \frac{1}{1 + (x^2 + y^2)^2}$$

é uma função limite superior.

6 Dê um exemplo de uma função contínua  $f : ]0, 1[ \rightarrow \mathbb{R}$  tal que  $f \in U(]0, 1[)$  mas  $-f \notin U(]0, 1[)$  (apesar de ser integrável).