

**MO640 – Biologia Computacional**  
**Segundo Semestre de 2024**  
**Quarta Lista de Exercícios**

1. A seguinte matriz é aditiva? Em caso afirmativo, construa a árvore aditiva correspondente.

	a	b	c	d
a	0	3	7	9
b		0	6	8
c			0	6
d				0

2. A seguinte matriz admite um árvore aditiva compacta? Em caso afirmativo, construa a árvore aditiva compacta correspondente.

	a	b	c	d	e	f
a	0	3	7	9	2	5
b		0	6	8	1	4
c			0	6	5	2
d				0	7	4
e					0	3
f						0

3. A seguinte matriz é ultramétrica? Em caso afirmativo, construa a árvore ultramétrica correspondente.

	a	b	c	d	e
a	0	8	8	5	3
b		0	3	8	8
c			0	8	8
d				0	5
e					0

4. As seguintes matrizes de estados de características admitem filogenia perfeita? Justifique sua resposta. Em caso afirmativo, construa a árvore correspondente.

a.

	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$
$a_1$	1	1	0	0	0
$a_2$	0	0	1	0	0
$a_3$	1	1	0	0	1
$a_4$	0	0	1	1	0
$a_5$	0	1	0	0	0

b.

	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$
$a_1$	1	1	0	1	0
$a_2$	0	1	1	0	1
$a_3$	1	1	1	0	1
$a_4$	1	1	0	1	0
$a_5$	0	0	0	0	1

5. Execute o algoritmo de Sandwich Ultrametric para as seguintes matrizes:

$M^l$ :

	a	b	c	d	e
a	0	3	3	3	4
b		0	4	4	4
c			0	4	3
d				0	3
e					0

$M^h$ :

	a	b	c	d	e
a	0	5	4	6	5
b		0	7	5	8
c			0	7	5
d				0	7
e					0

A árvore construída é de fato ultramétrica?

6. Explique como testar se uma matriz é ultramétrica em  $O(n^2)$ .