

# ARVORE DE HUFFMAN

# INTRODUÇÃO

- Árvore do código de Huffman é utilizada como algoritmo de compactação de arquivos ASCII.
- O algoritmo de compactação de Huffman, se baseia na frequência de caracteres e na codificação dos mesmos.

# INTRODUÇÃO

- A tabela ASCII possui 256 caracteres possíveis e a eles são atribuídos um código de 0 à 255, necessitando de oito bits.
- Dado que um arquivo de texto codificado em ASCII tenha 900 letras, quantos bytes necessitaríamos?

# INTRODUÇÃO

- ⦿ A tabela ASCII possui 256 caracteres possíveis e a eles são atribuídos um código de 0 à 255, necessitando de oito bits.
- ⦿ Dado que um arquivo de texto codificado em ASCII tenha 900 letras, quantos bytes necessitaríamos?
  - a resposta é 900 bytes.

# INTRODUÇÃO

- O algoritmo de Huffman, utiliza a frequência dos caracteres e estabelece uma codificação diferenciada para cada um deles.
  - Símbolos que aparecem numa maior frequência, ganham uma codificação em bits menor;
  - Símbolos que aparecem em menor frequência recebem codificação maior.

# INTRODUÇÃO

- Exemplo de árvore de Huffman

# INTRODUÇÃO

- ◉ Vejamos o algoritmo a seguir:

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

Dado o texto ao lado, vamos contar a frequência de cada uma das letras presentes no texto.



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

Temos 2  
símbolos “p”

2
p

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	10
p	a

Temos 10  
símbolos “a”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	2	10
p	s	a

Temos 2  
símbolos “s”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	2	3	10
p	s	r	a

Temos 3  
símbolos “r”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	2	2	3	10
p	s	i	r	a

Temos 2  
símbolos “i”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	2	2	3	4	10
p	s	i	r	n	a

Temos 4  
símbolos “n”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	2	2	2	3	4	10
h	p	s	i	r	n	a

Temos 1  
símbolos “h”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	2	2	2	3	4	7	10
h	p	s	i	r	n	o	a

Temos 7  
símbolos “o”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho\_que\_anda\_com\_morcego  
\_acaba\_dormindo\_de\_ponta\_cabeca

Temos 9  
símbolos “ ”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	2	2	2	3	4	7	9	10
h	p	s	i	r	n	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	1	2	2	2	3	4	7	9	10
h	q	p	s	i	r	n	o		a

Temos 1  
símbolos “q”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho qe anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	1	1	2	2	2	3	4	7	9	10
h	q	u	p	s	i	r	n	o		a

Temos 1  
símbolos “u”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho qe anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeca

Temos 3  
símbolos “e”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	2	2	2	3	4	4	7	9	10
h	q	u	p	s	i	r	n	e	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

Temos 3  
símbolos “d”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	7	9	10
h	q	u	p	s	i	r	d	n	e	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeca

Temos 5  
símbolos “c”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	p	s	i	r	d	n	e	c	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeca

Temos 3  
símbolos “m”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	p	s	i	r	d	m	n	e	c	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

Temos 1  
símbolos “g”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	g	p	s	i	r	d	m	n	e	c	o		a



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeca

Temos 2  
símbolos “b”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	g	p	s	i	b	r	d	m	n	e	c	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta a cabeça

Temos 1  
símbolos “t”

(note que a  
listagem abaixo  
está sendo  
montada por  
ordem de  
frequência)

1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	t	g	p	s	i	b	r	d	m	n	e	c	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

Agora remos  
nossa listagem  
de frequências e  
iremos realizar o  
algoritmo de  
Huffman

1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	t	g	p	s	i	b	r	d	m	n	e	c	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passa  
acaba

Agora temos listagem de frequências, iremos realizar o algoritmo de Huffman.

1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
h	q	u	t	g	p	s	i	b	r	d	m	n	e	c	o		a

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

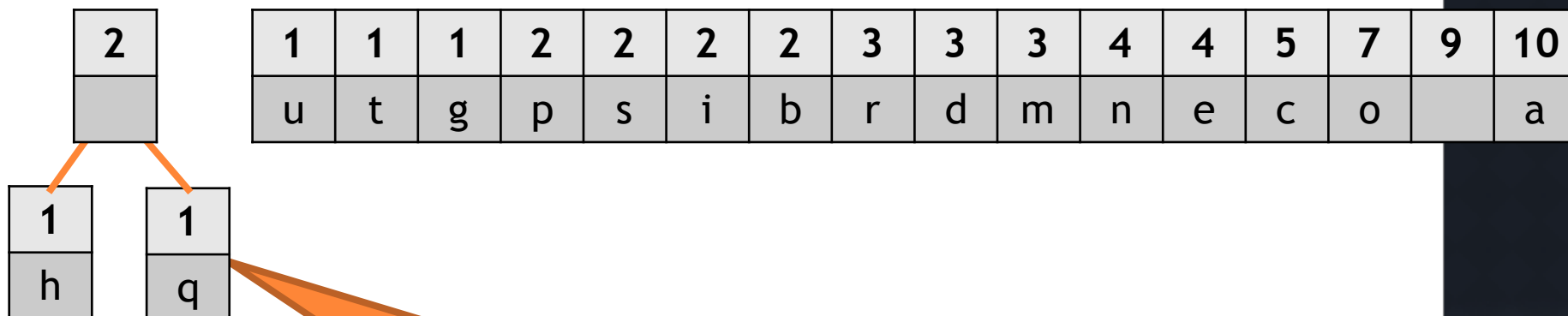
1	1
h	q

1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
u	t	g	p	s	i	b	r	d	m	n	e	c	o		a

Depois disso, utilizamos sempre os dois de menores frequências, retiramo-os da lista

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



Cria-se uma árvore, apontando para cada um dos elementos, sendo que o elemento de menor frequência fica a esquerda e o de maior, a direita. A raiz deve ser a soma das frequências

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
u	t	g	p	s	i	b		r	d	m	n	e	c	o		a

1	1
h	q

Depois, deve-se inserir a  
raiz à listagem.

# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
u	t	g	n	s	i	b		r	d	m	n	e	c	o		a

Deve-se repetir o  
procedimento, até  
que haja apenas  
uma raiz na lista!



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

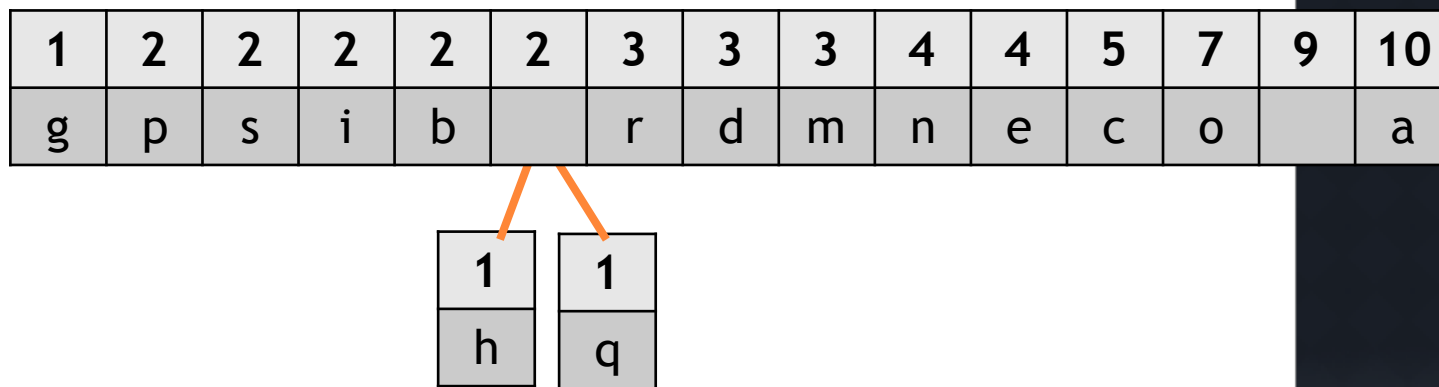
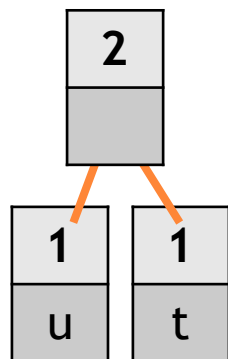
1	1
u	t

1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
g	p	s	i	b		r	d	m	n	e	c	o		a

1	1
h	q

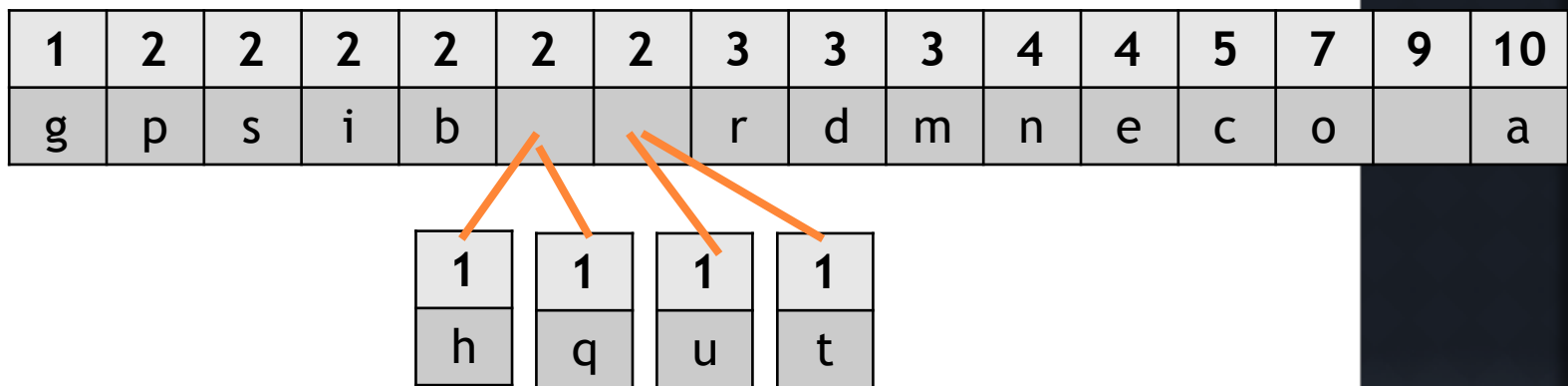
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



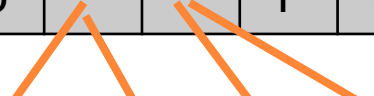
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

1	2
g	p

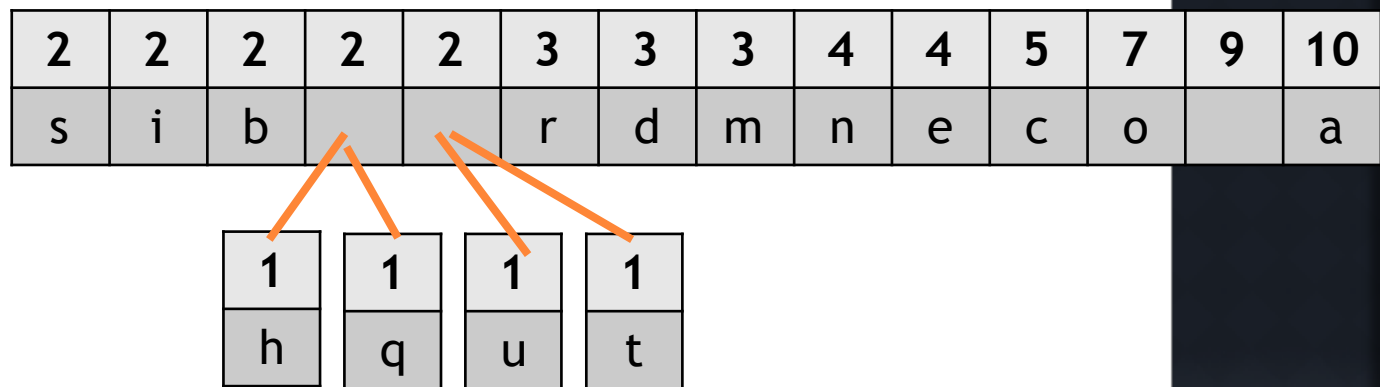
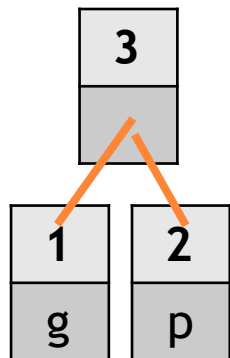
2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	7	9	10
s	i	b			r	d	m	n	e	c	o		a

1	1	1	1
h	q	u	t



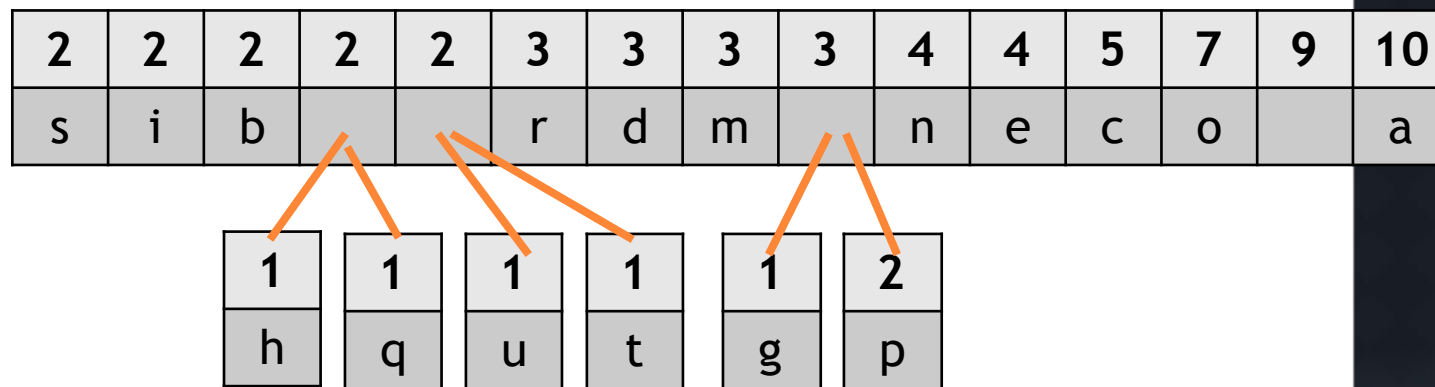
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

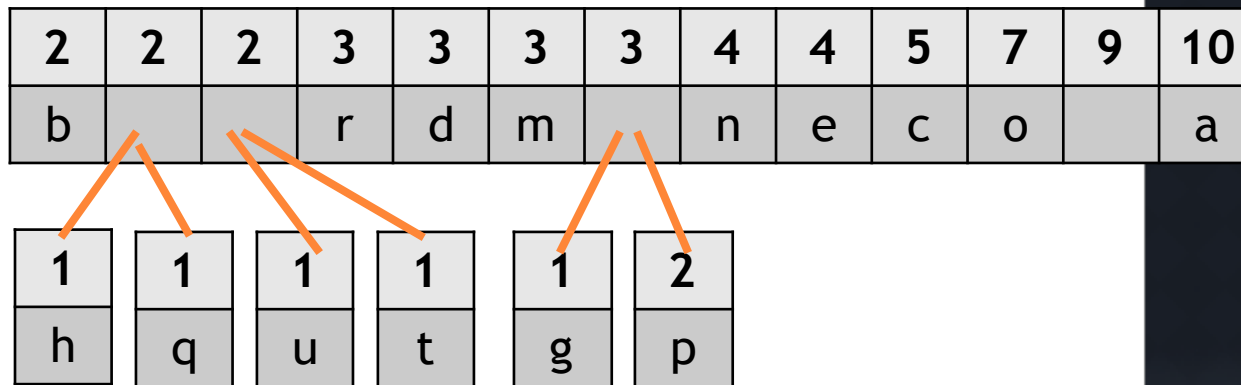
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

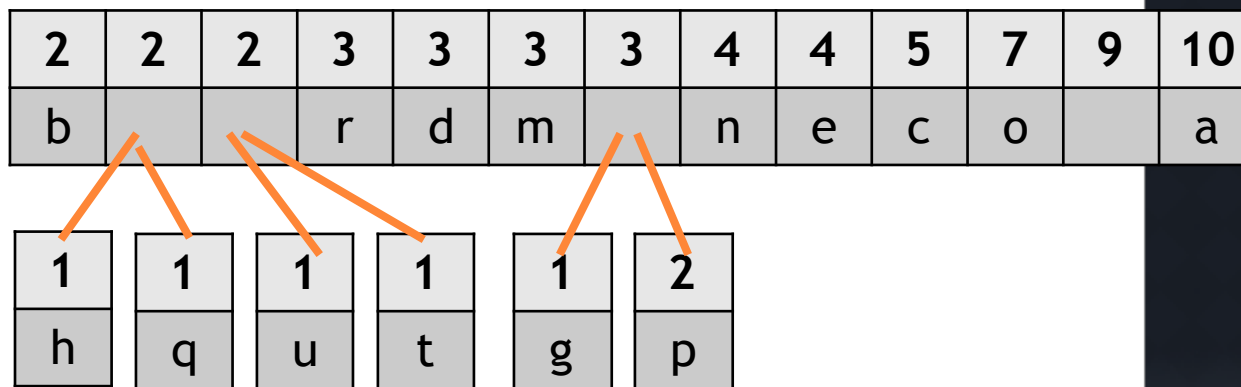
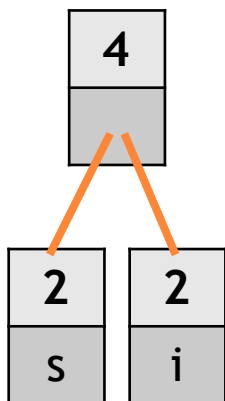
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	2
s	i



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça





# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	2
b	

1	1
h	q

2	3	3	3	3	4	4	4	5	7	9	10
	r	d	m		n	e		c	o		a

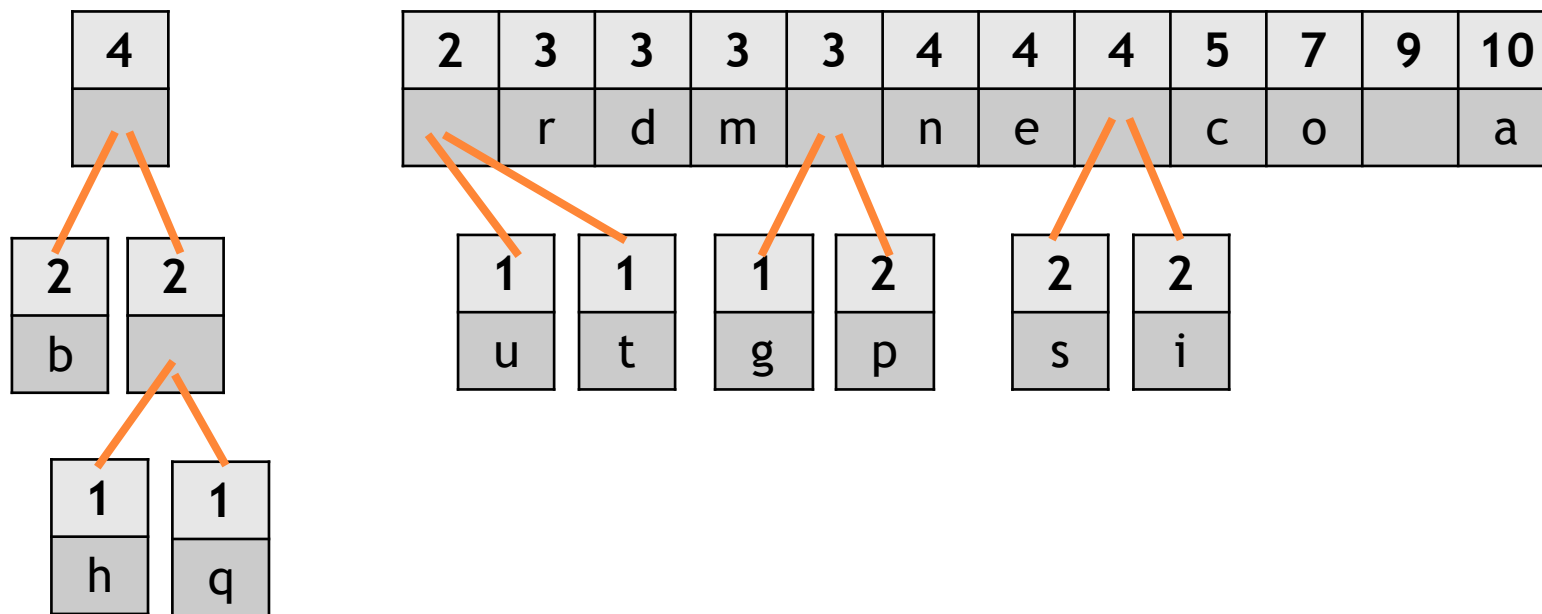
1	1
u	t

1	2
g	p

2	2
s	i

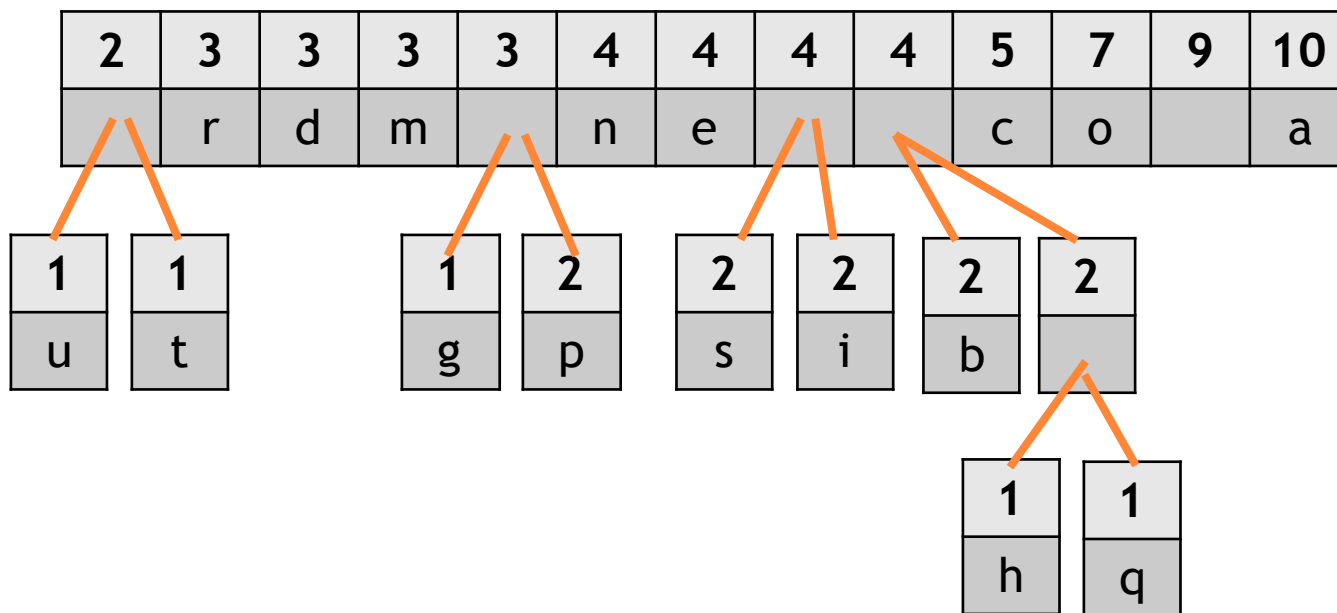
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

2	3
	r

1	1
u	t

3	3	3	4	4	4	4	5	7	9	10
d	m		n	e			c	o		a

1	2
g	p

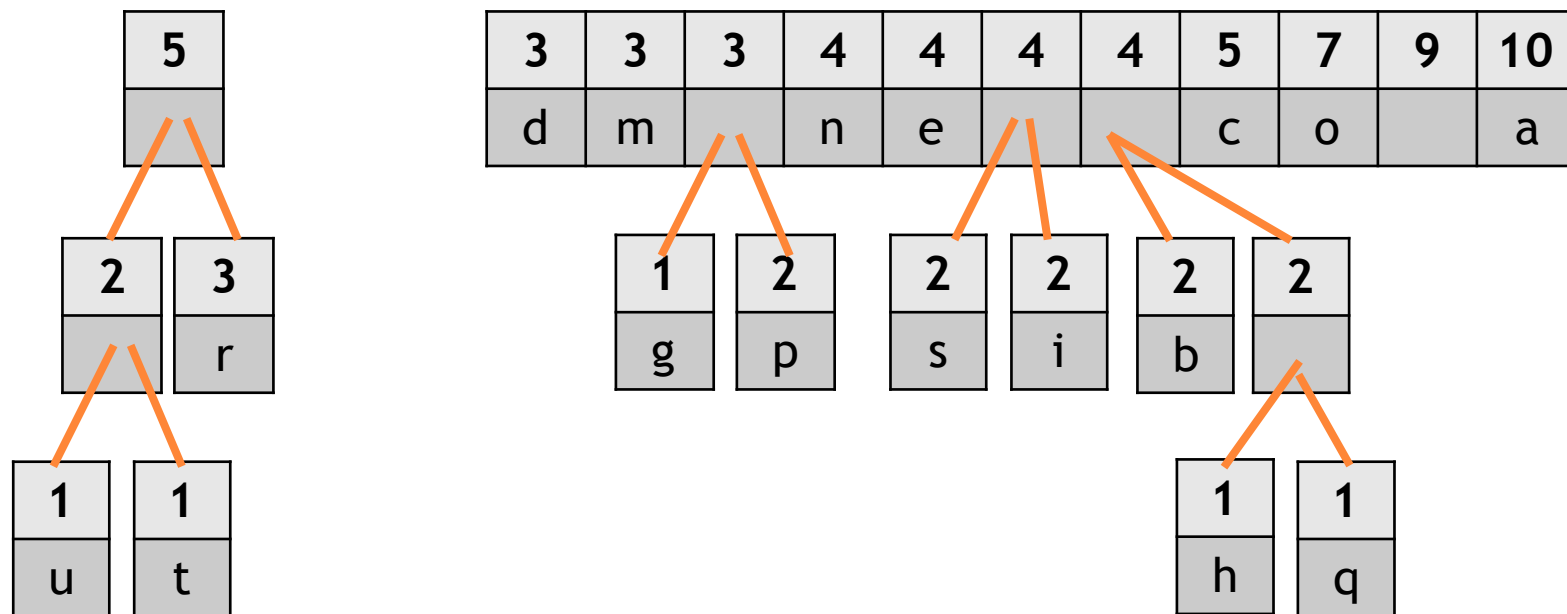
2	2
s	i

2	2
b	

1	1
h	q

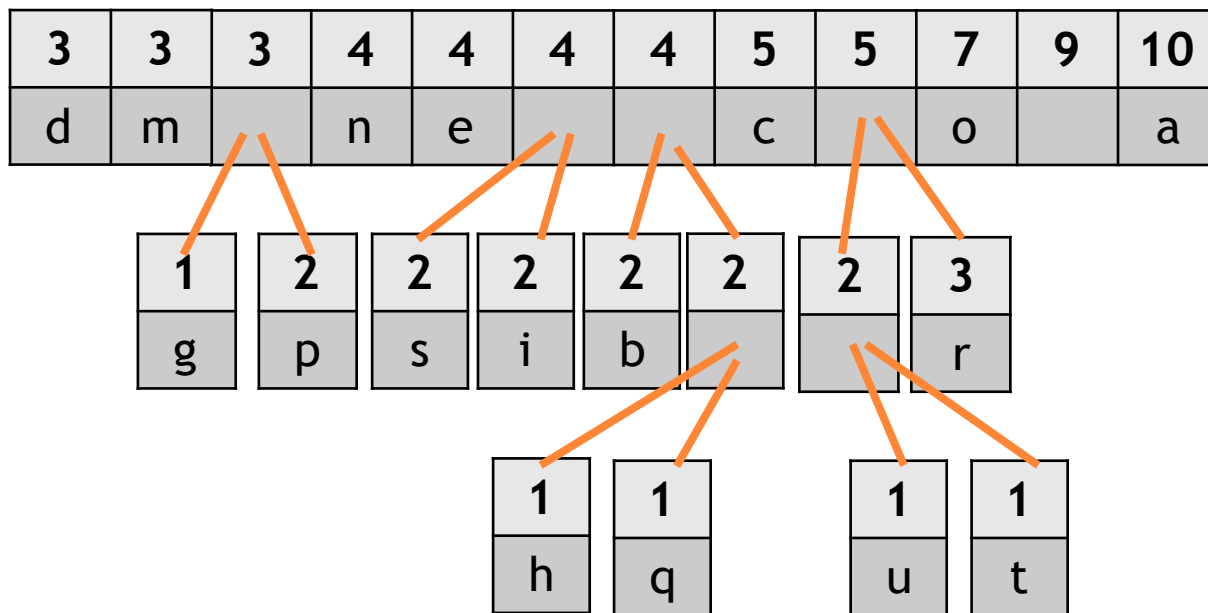
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

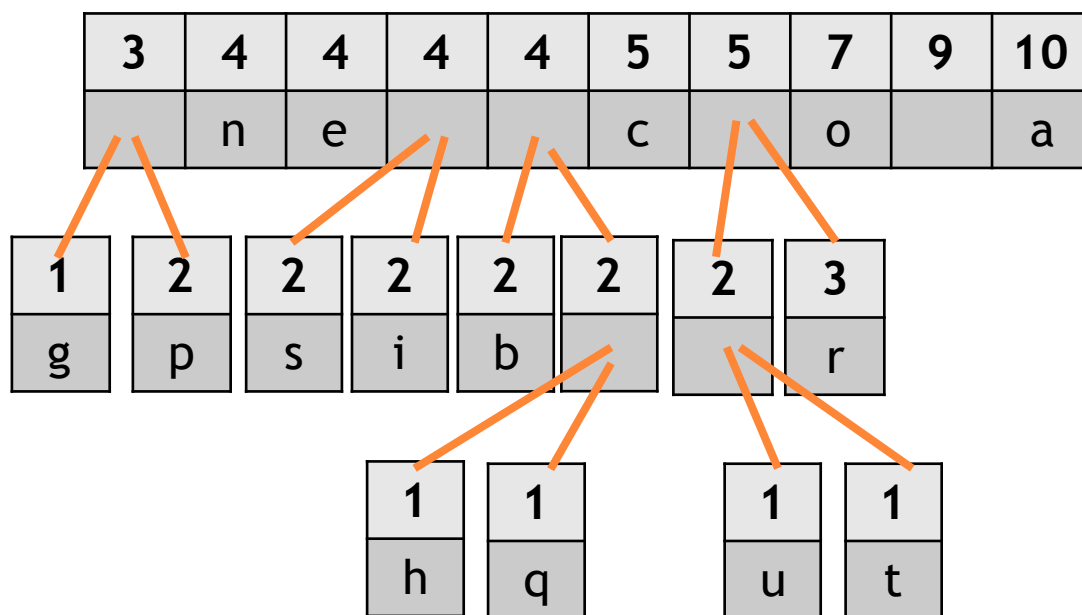
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

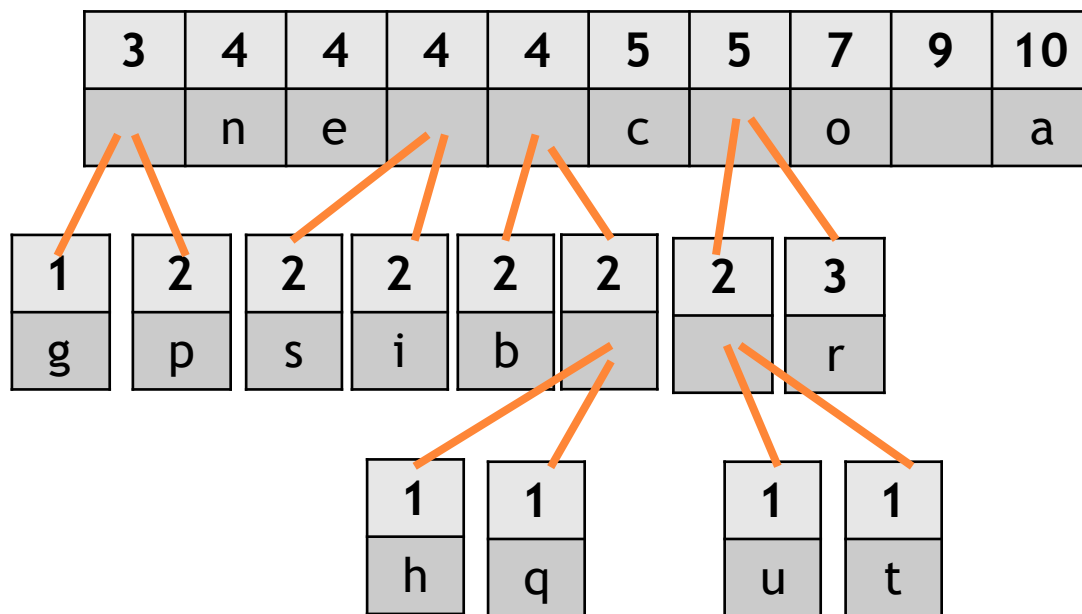
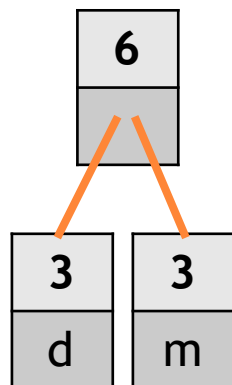
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

3	3
d	m



# ALGORITMO HUFFMAN

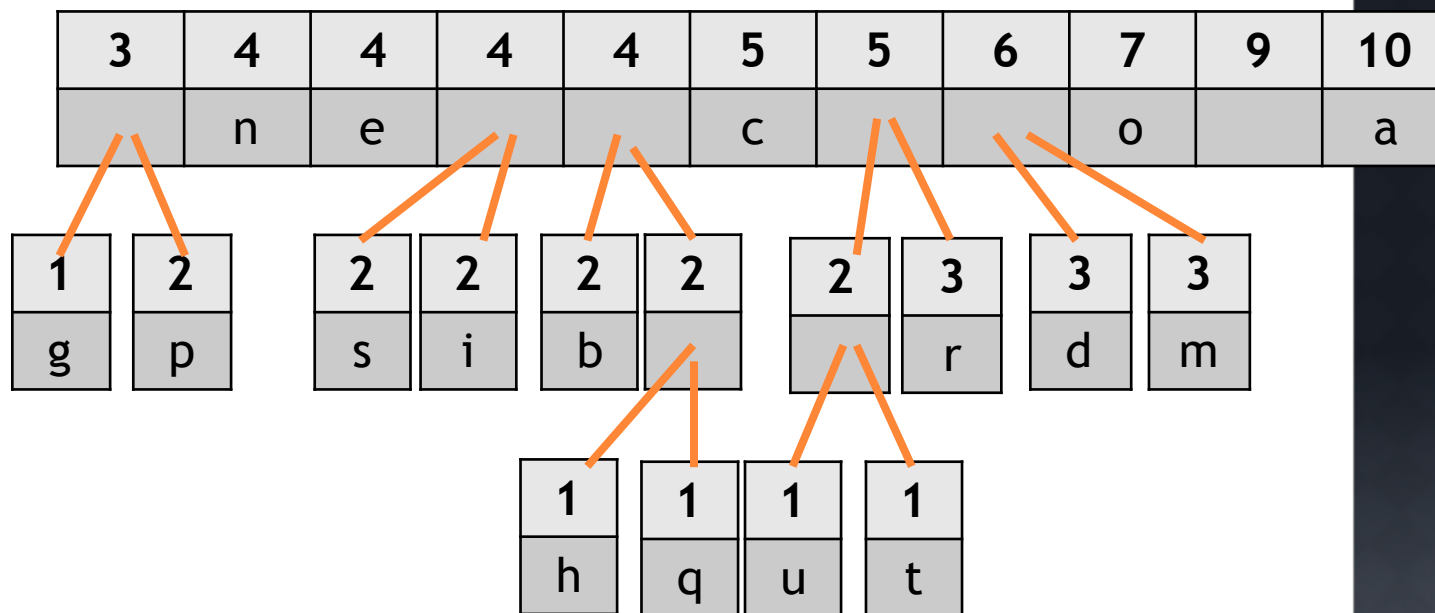
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça





# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

3	4
	n

1	2
g	p

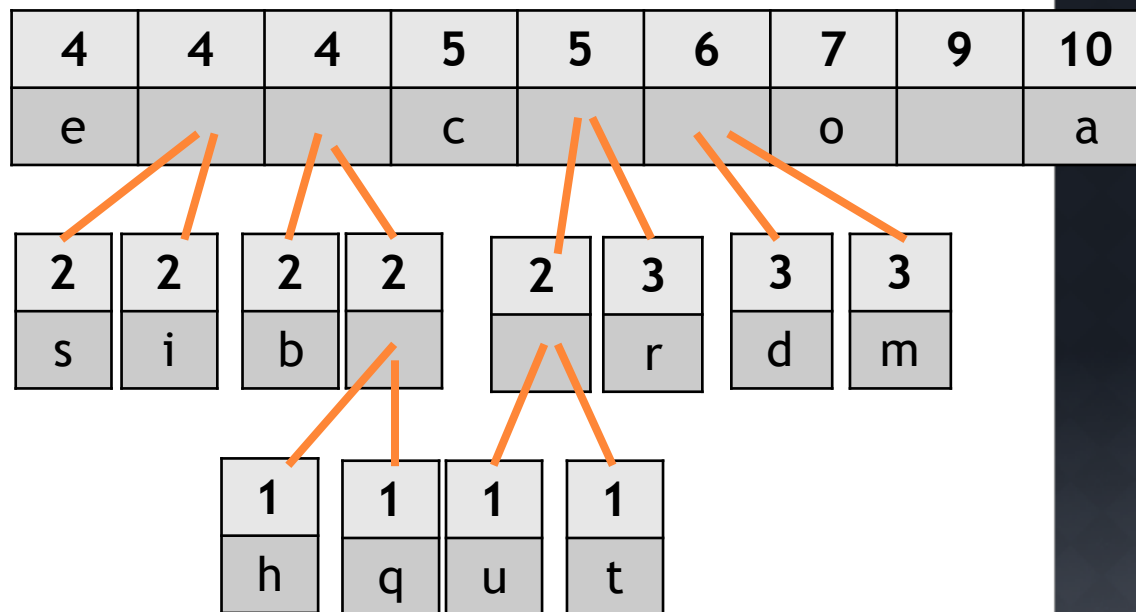
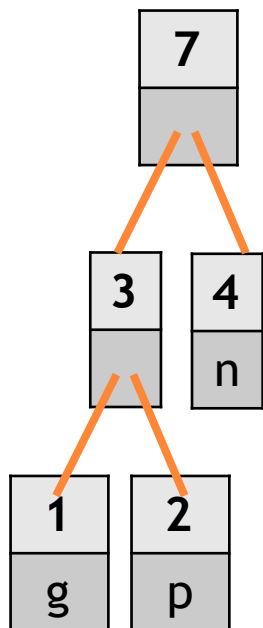
4	4	4	5	5	6	7	9	10
e			c			o		a

2	2	2	2	2	3	3	3
s	i	b			r	d	m

1	1	1	1
h	q	u	t

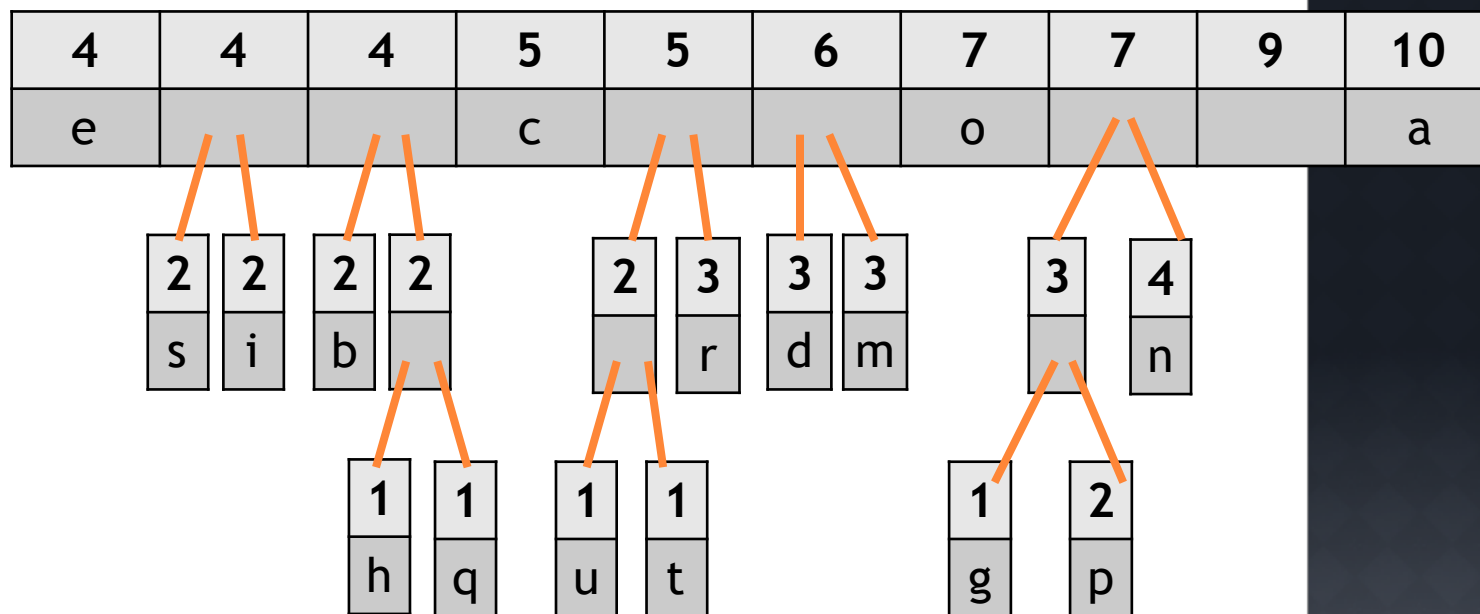
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



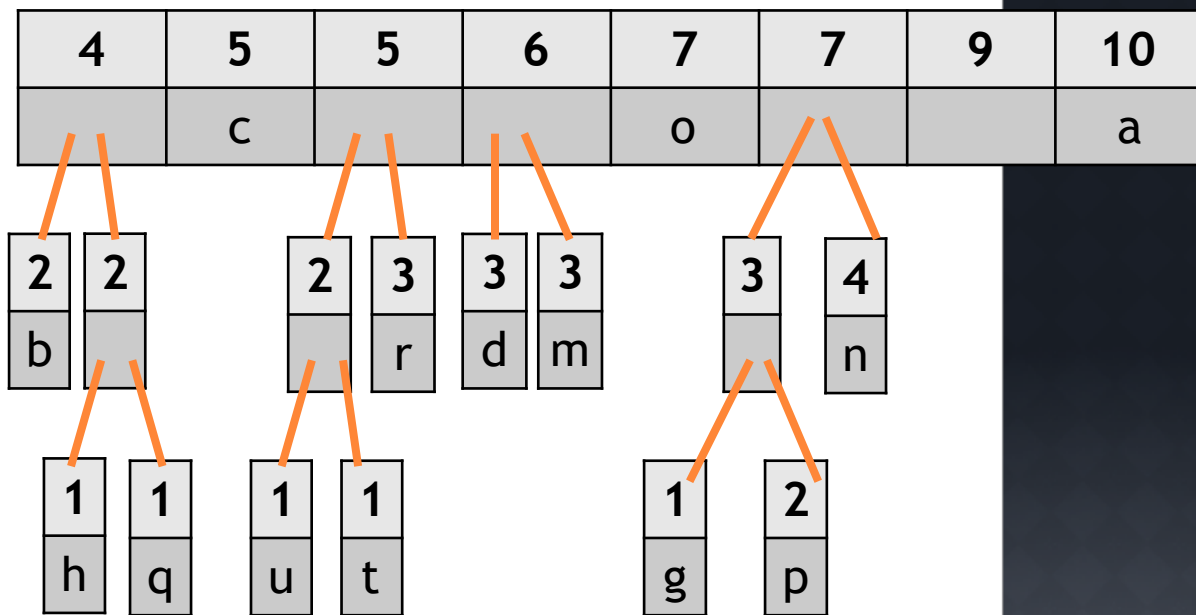
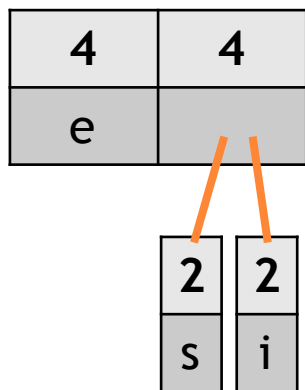
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



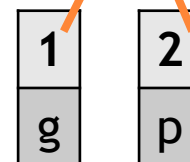
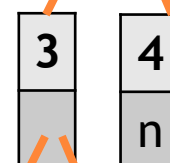
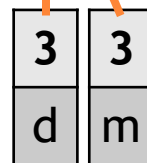
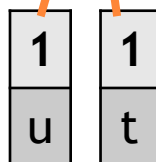
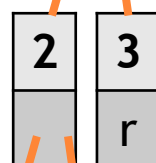
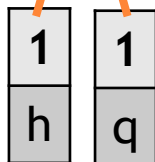
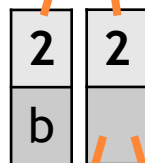
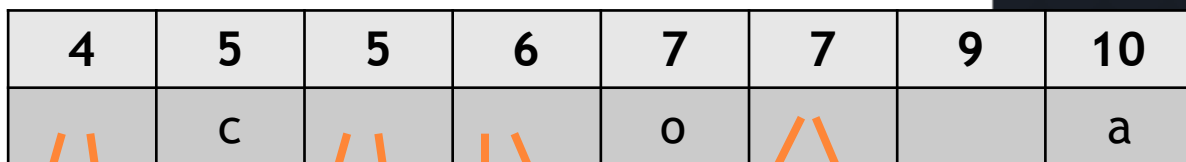
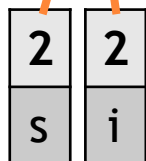
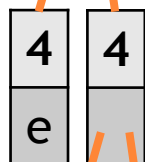
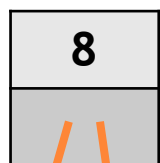
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



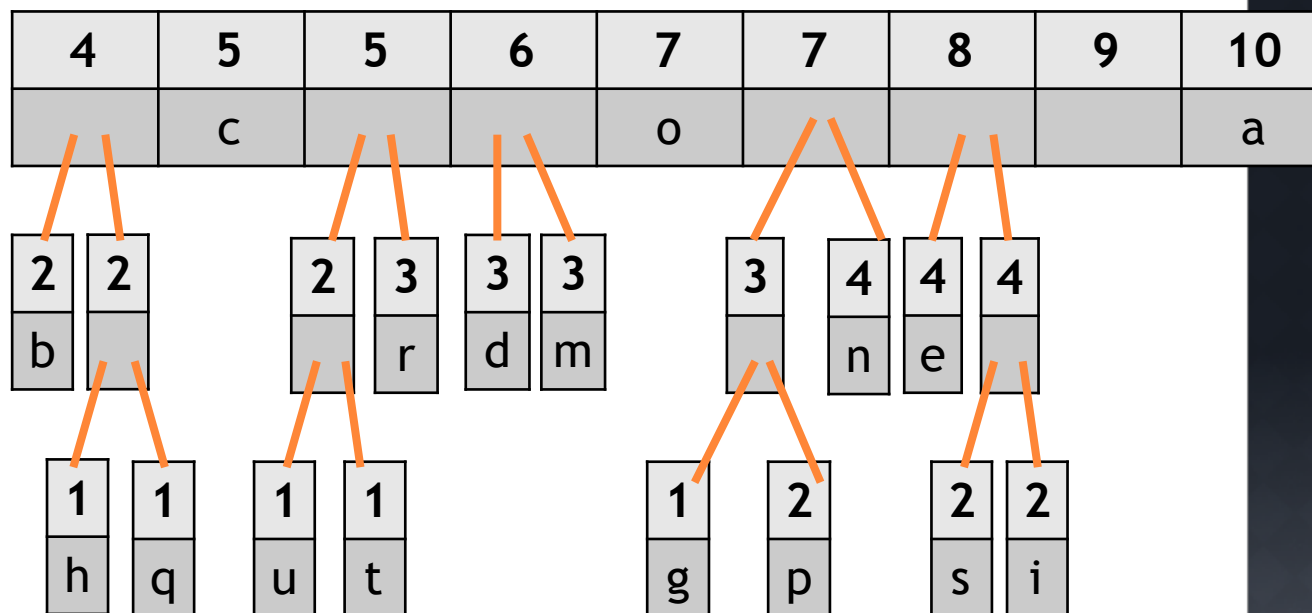
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

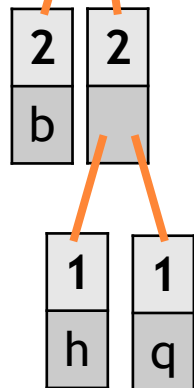
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



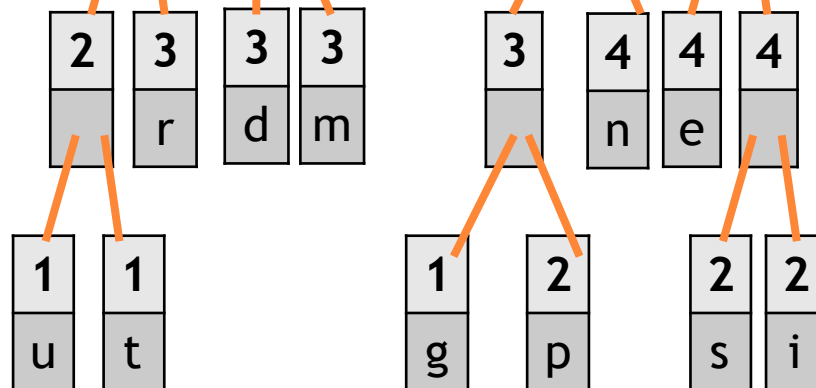
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

4	5
	c



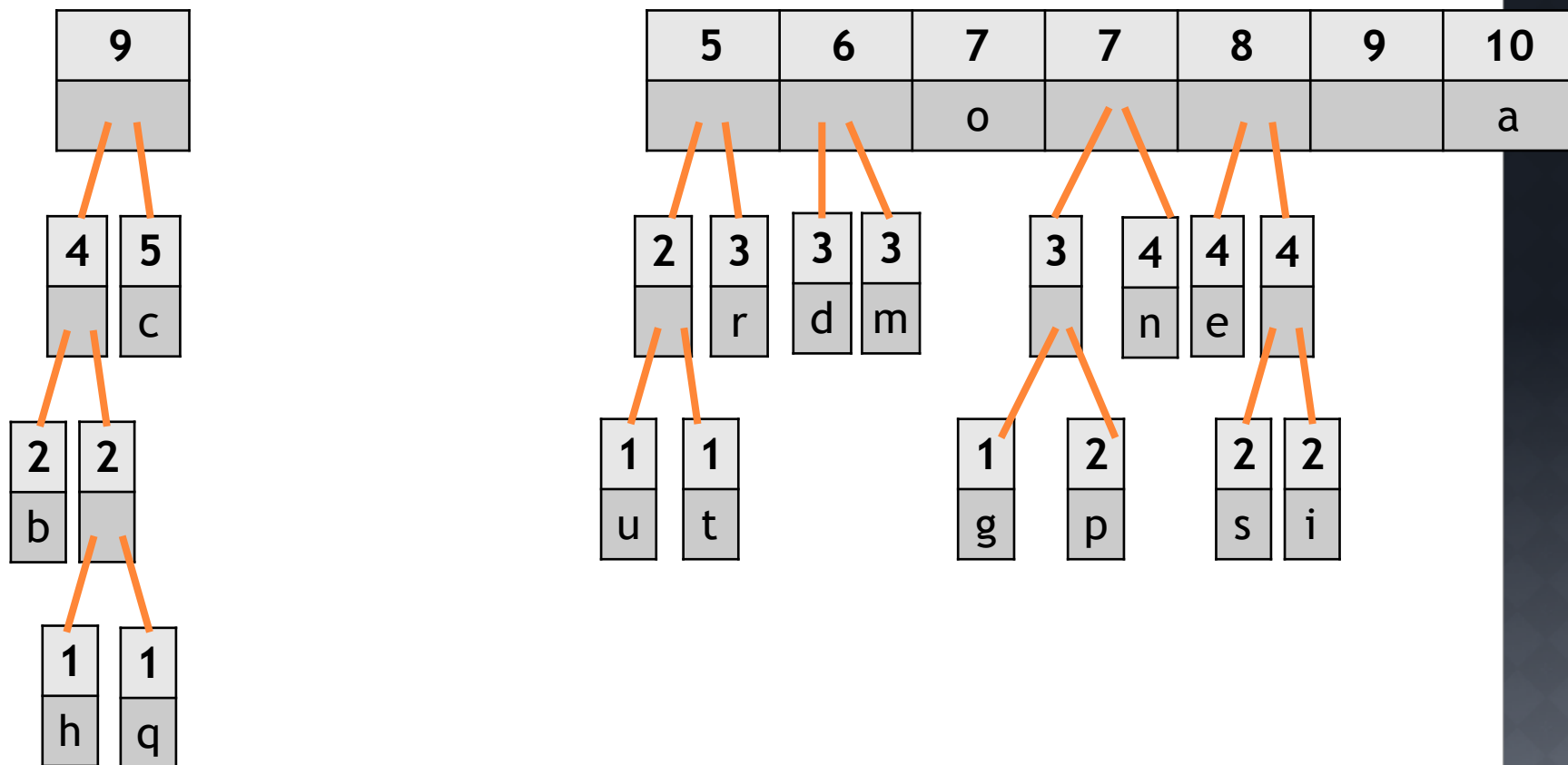
5	6	7	7	8	9	10
		o				a





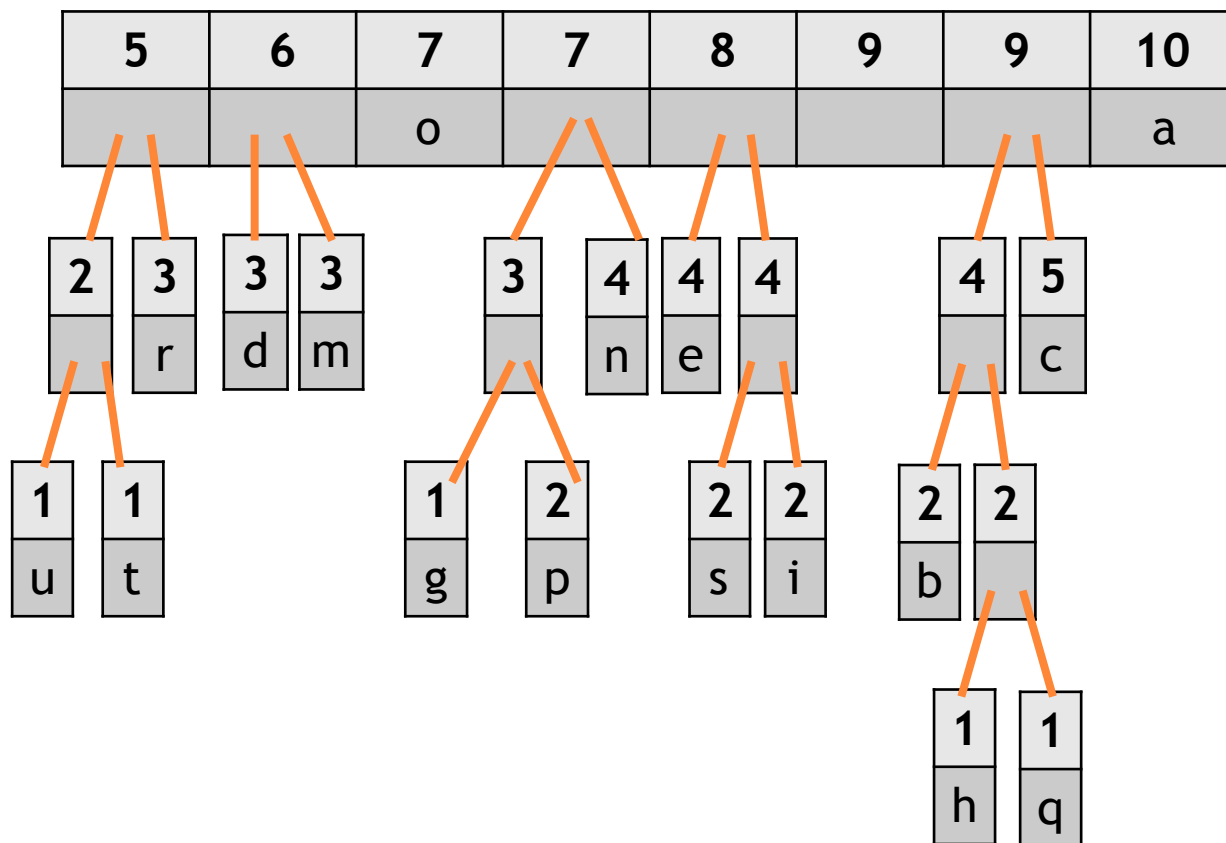
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



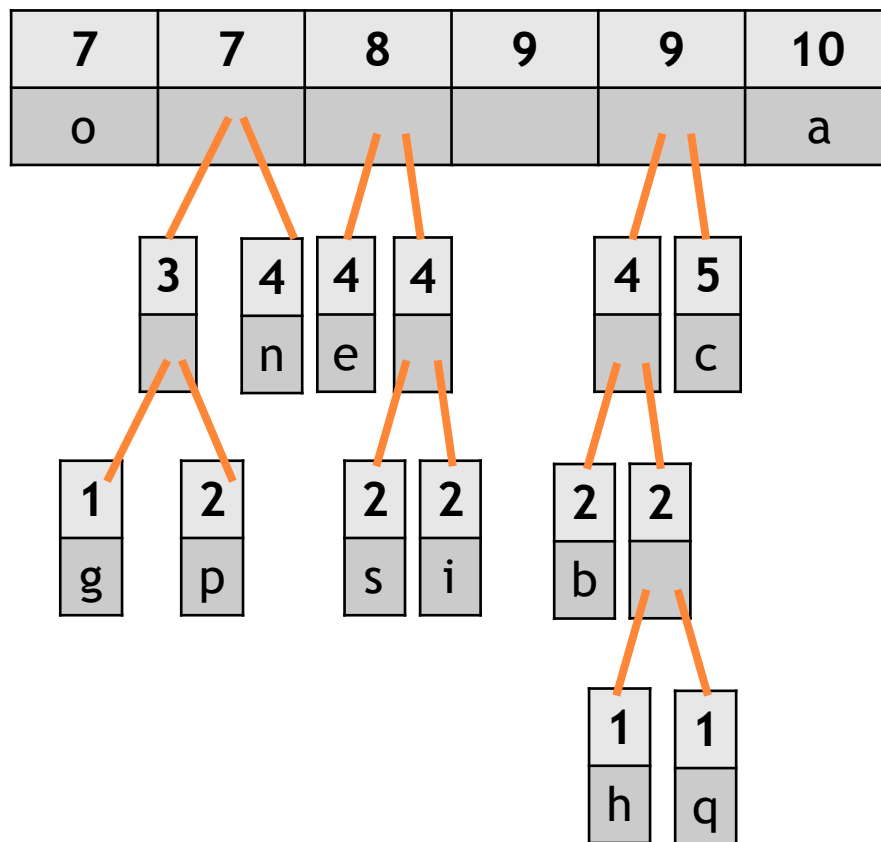
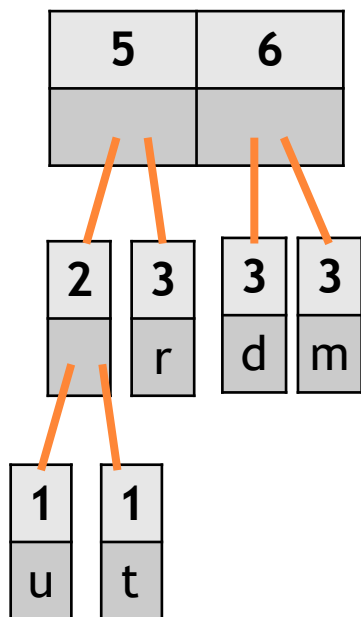
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



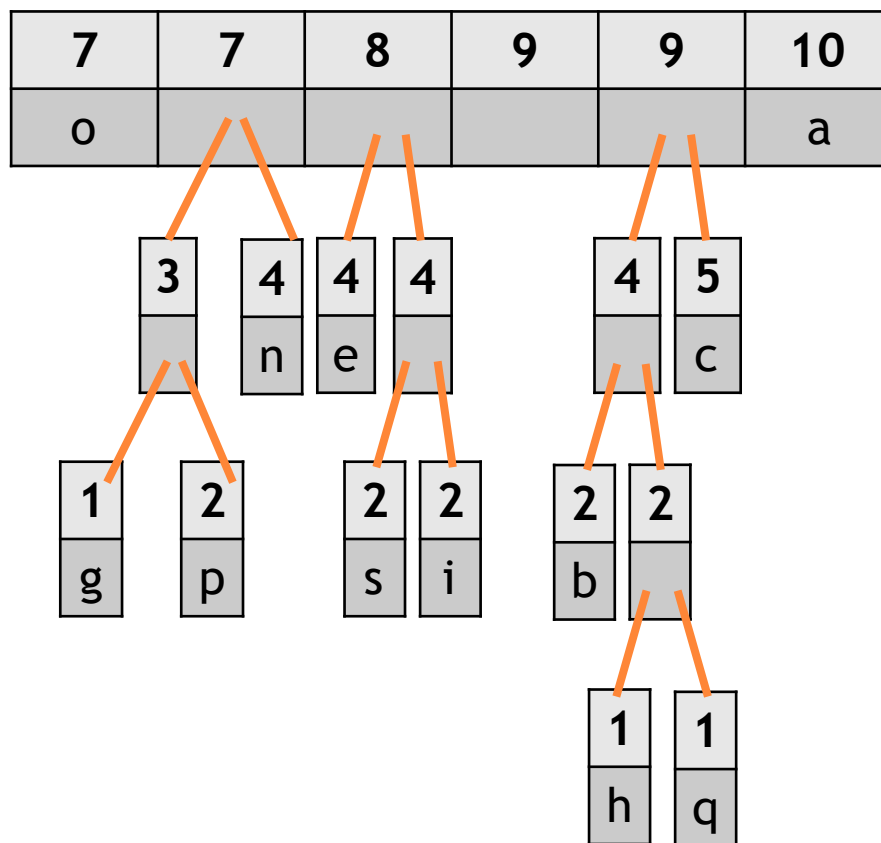
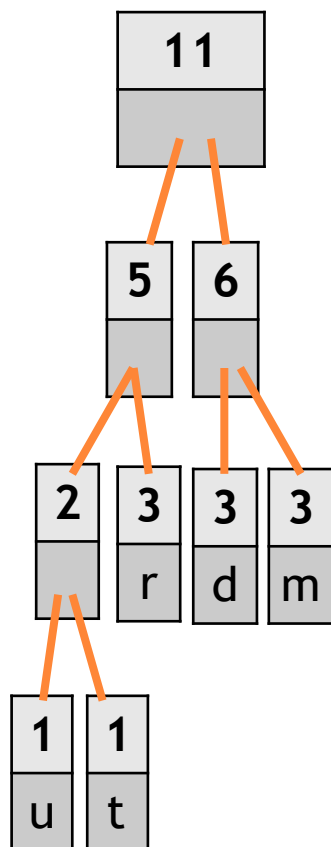
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



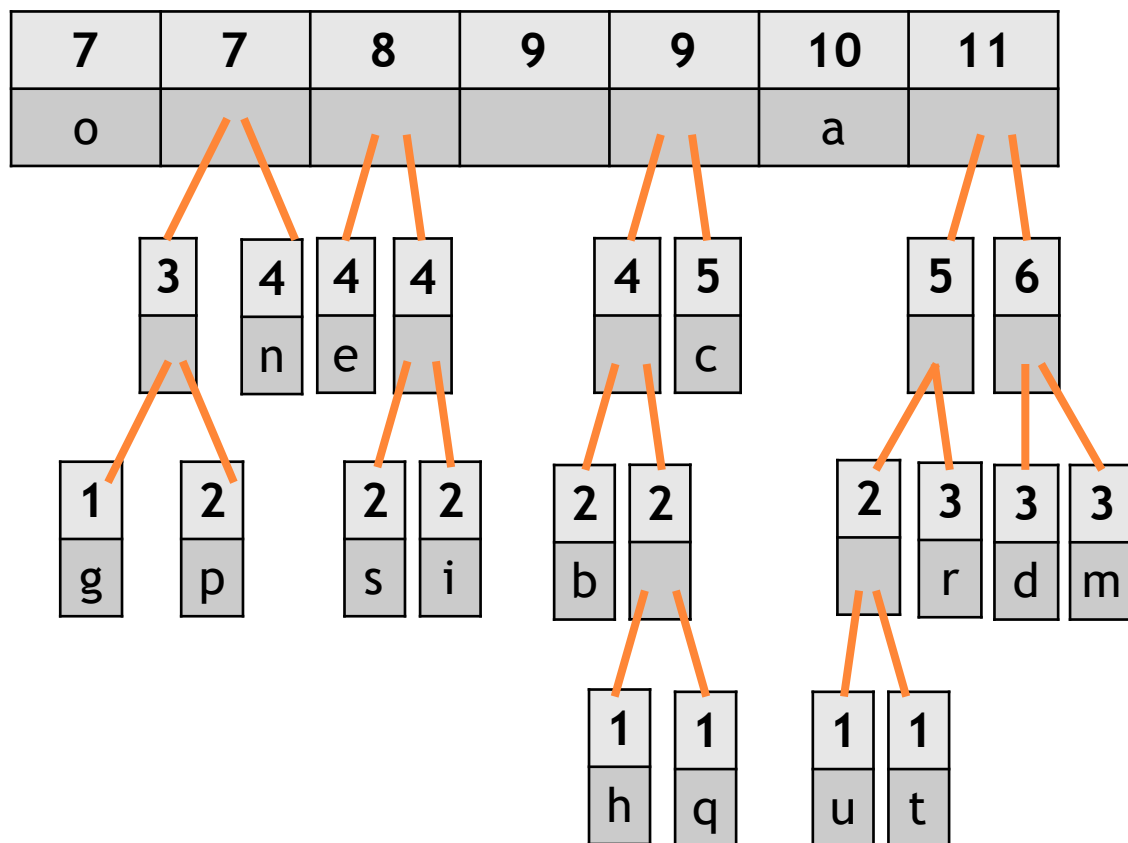
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

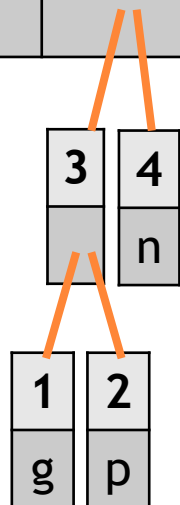
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



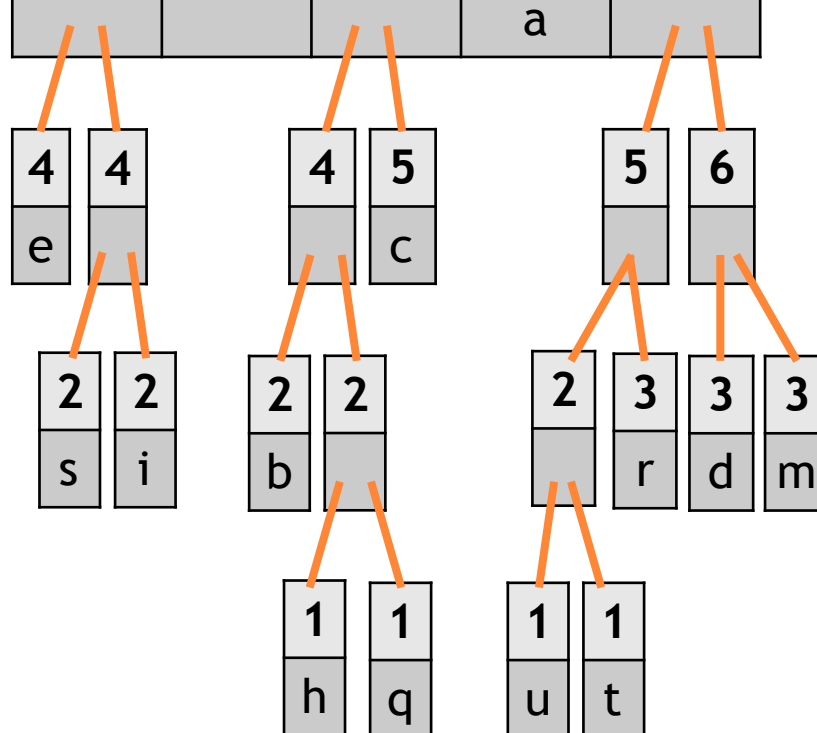
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

7	7
o	

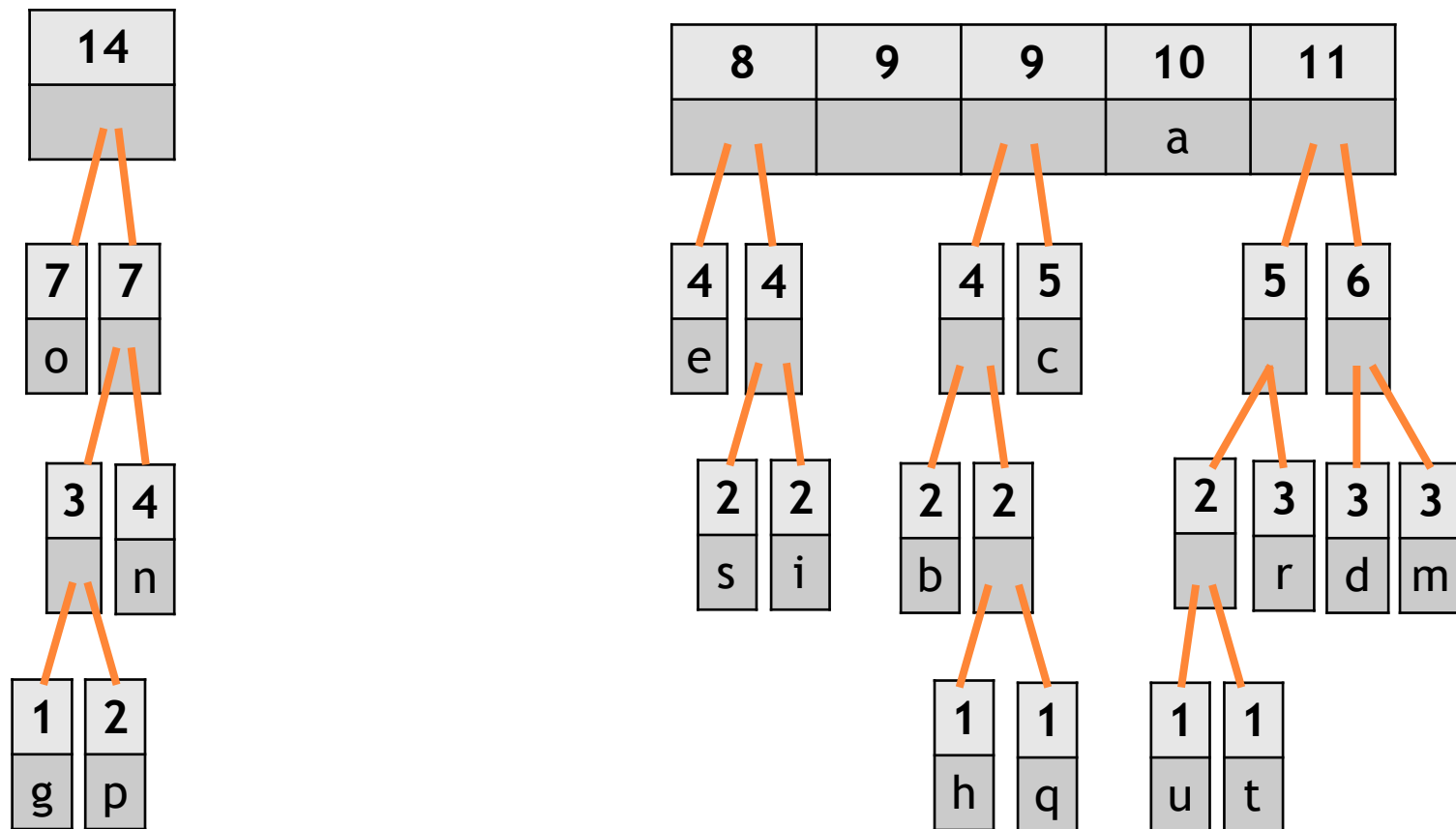


8	9	9	10	11
			a	



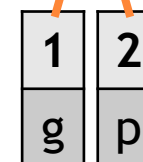
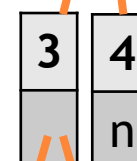
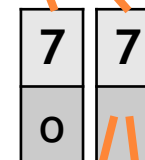
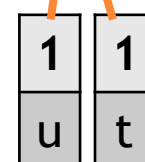
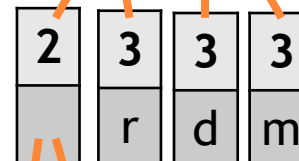
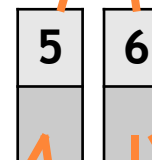
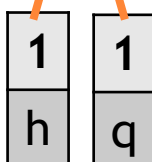
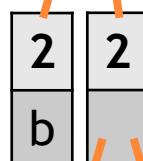
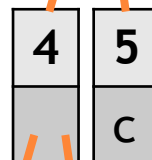
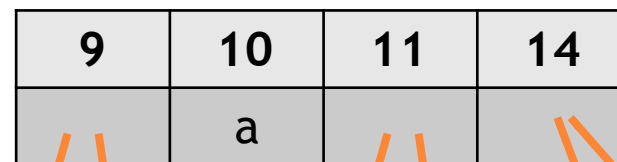
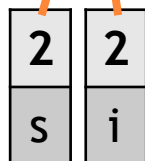
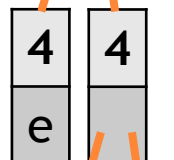
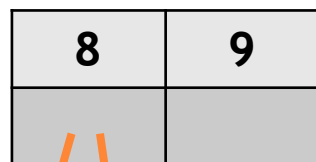
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

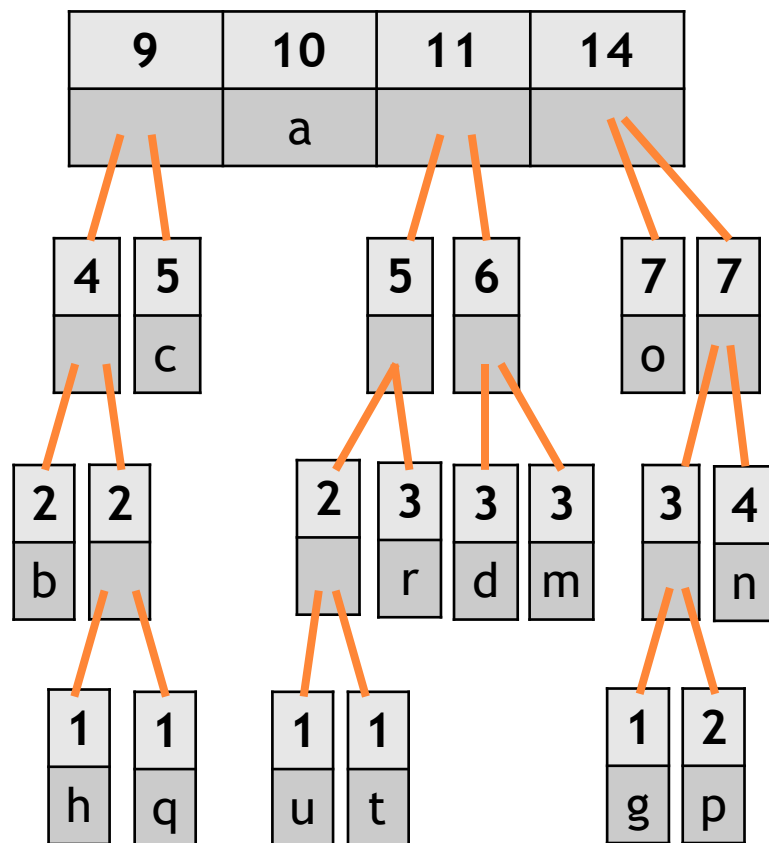
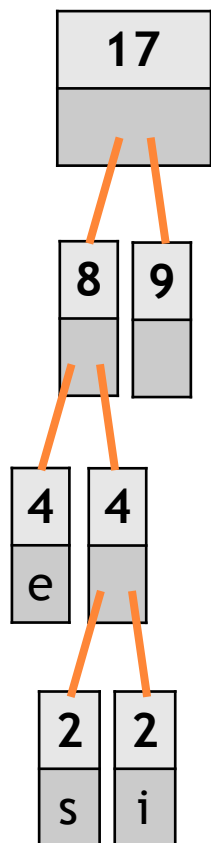
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça





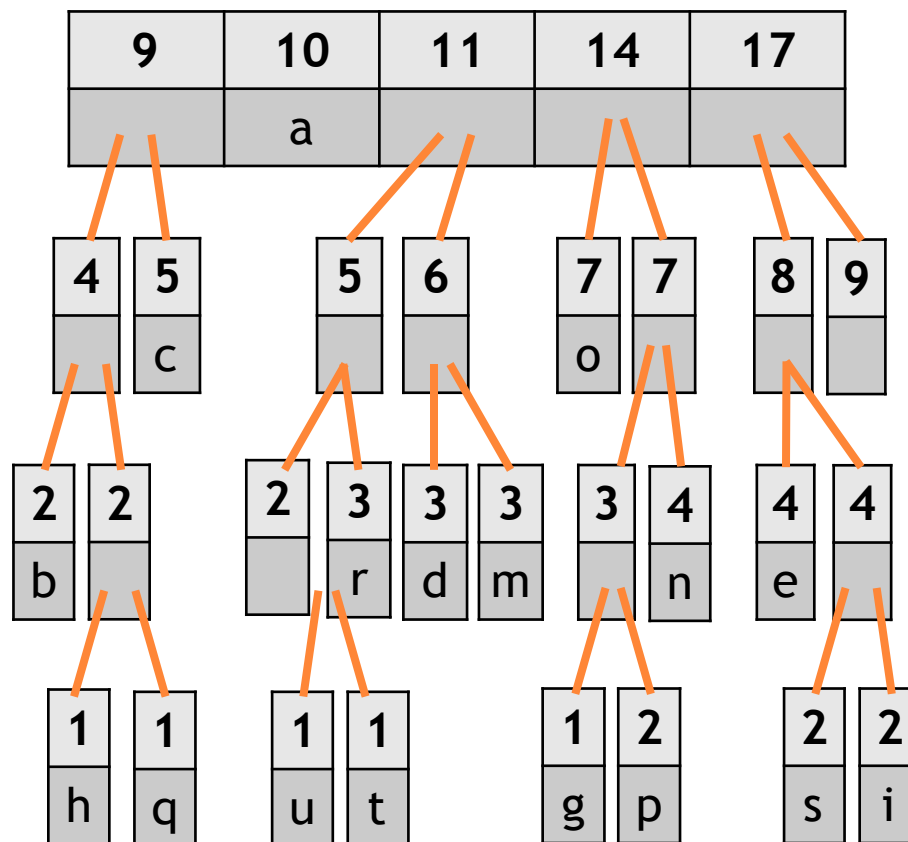
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



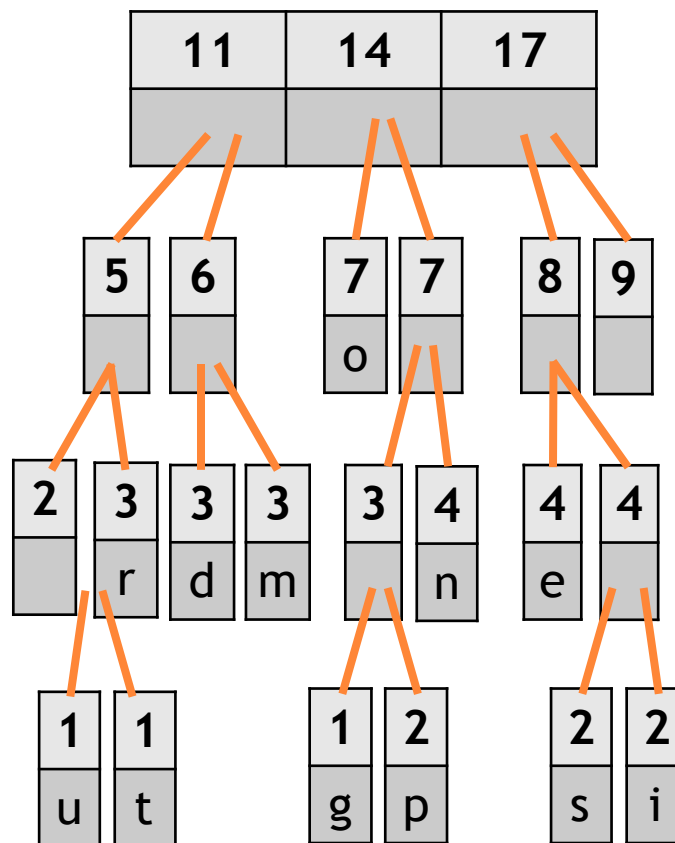
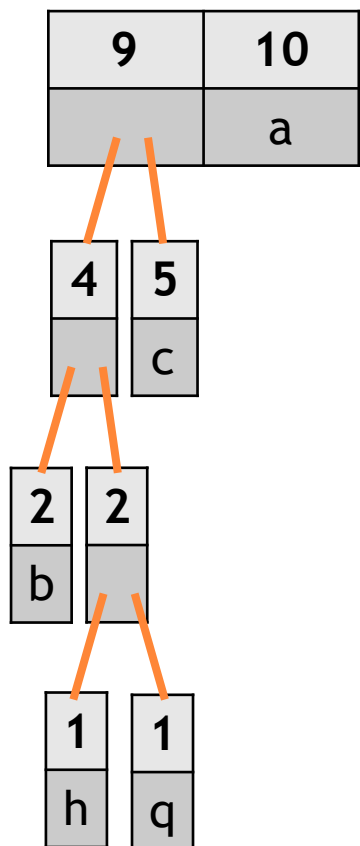
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



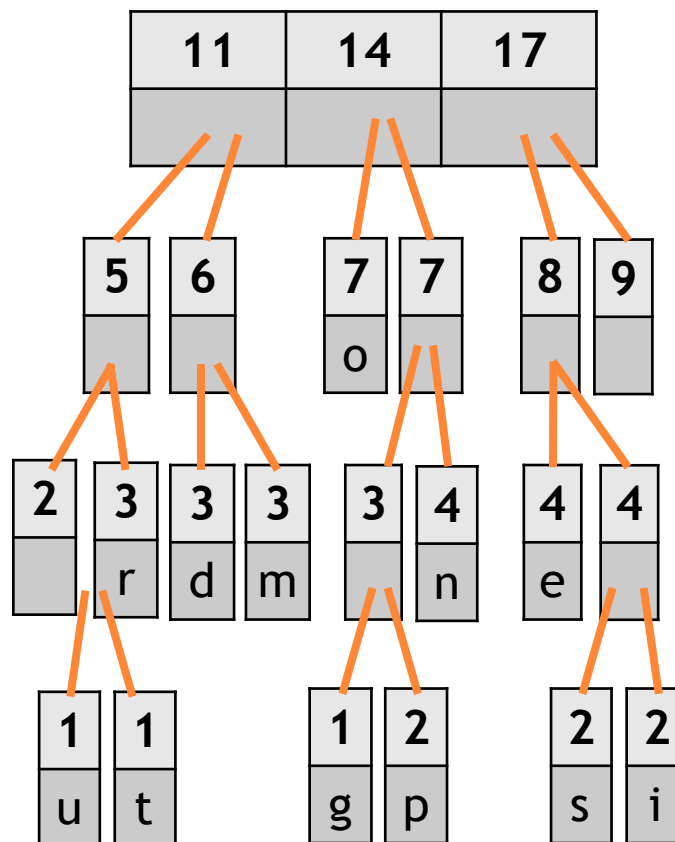
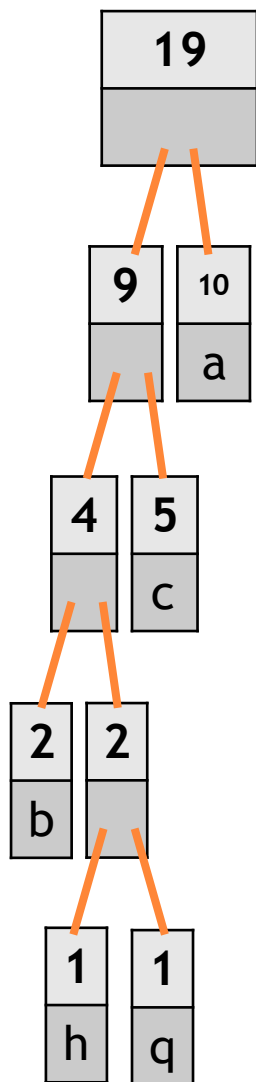
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



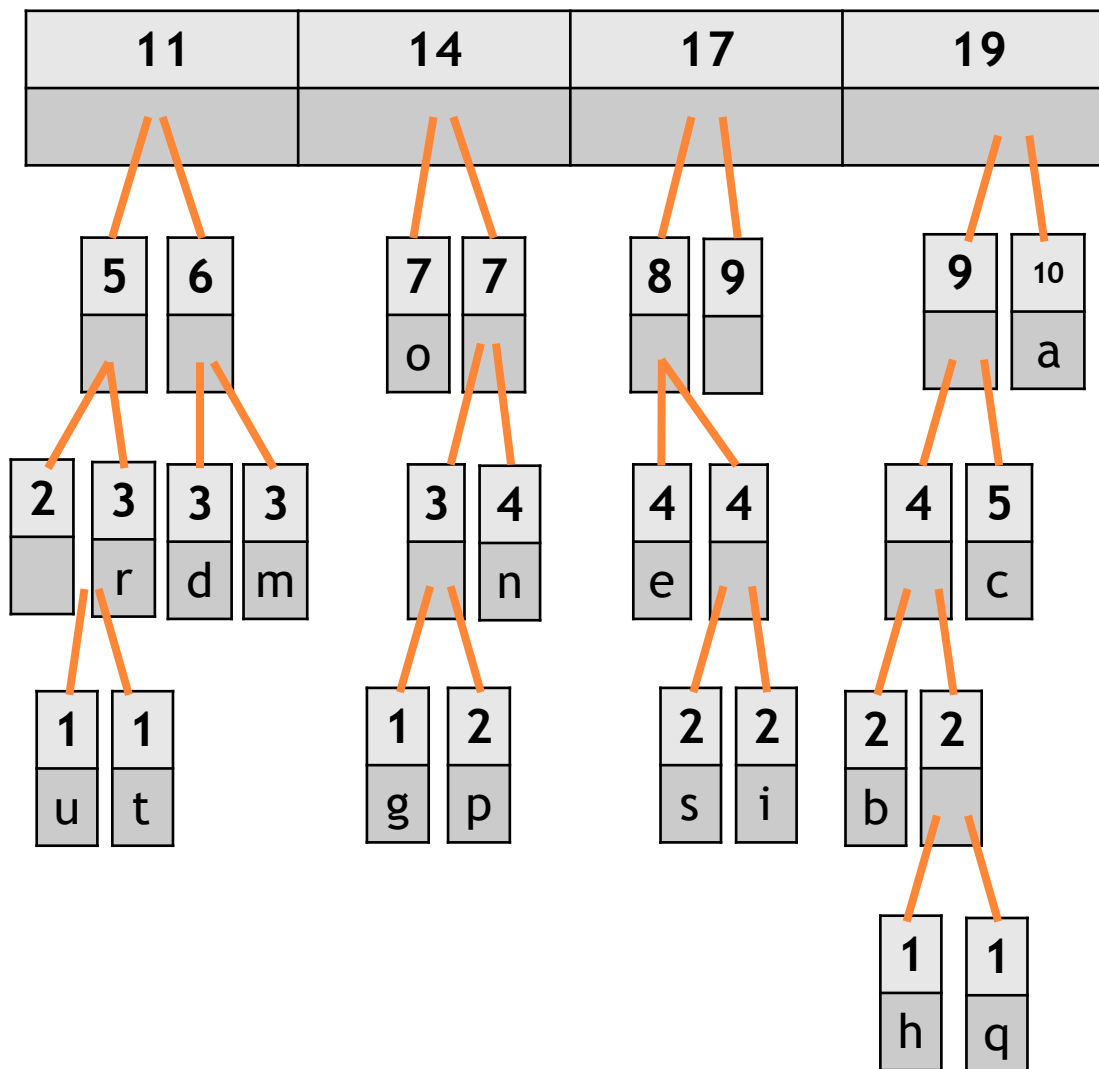
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



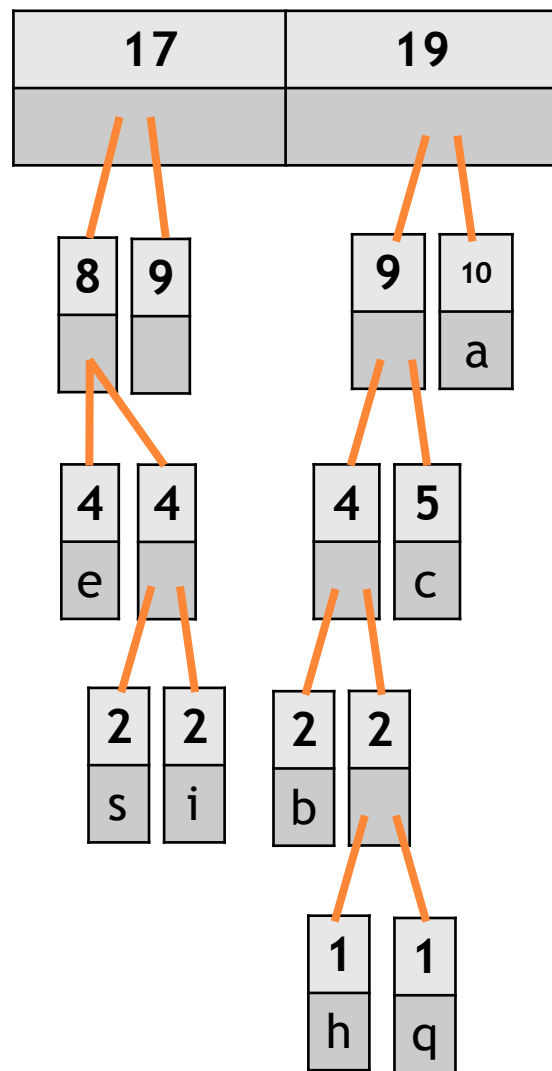
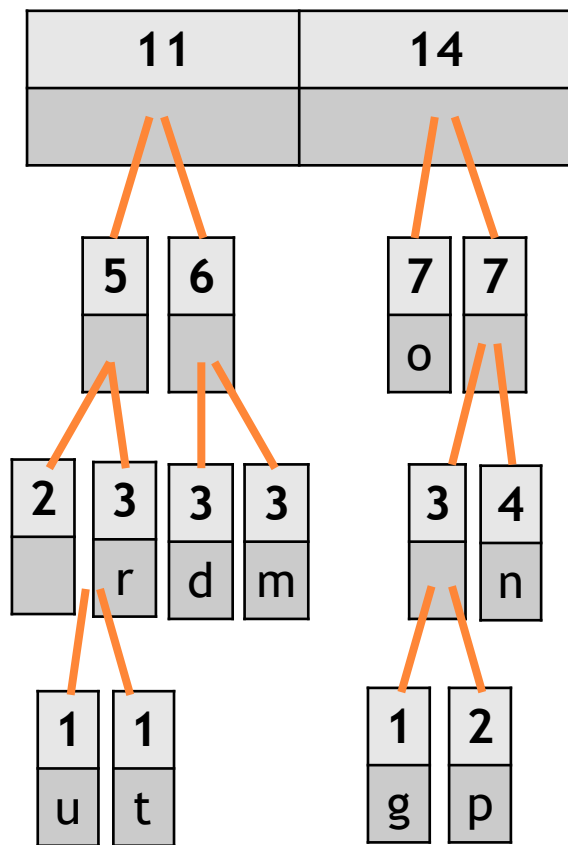
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



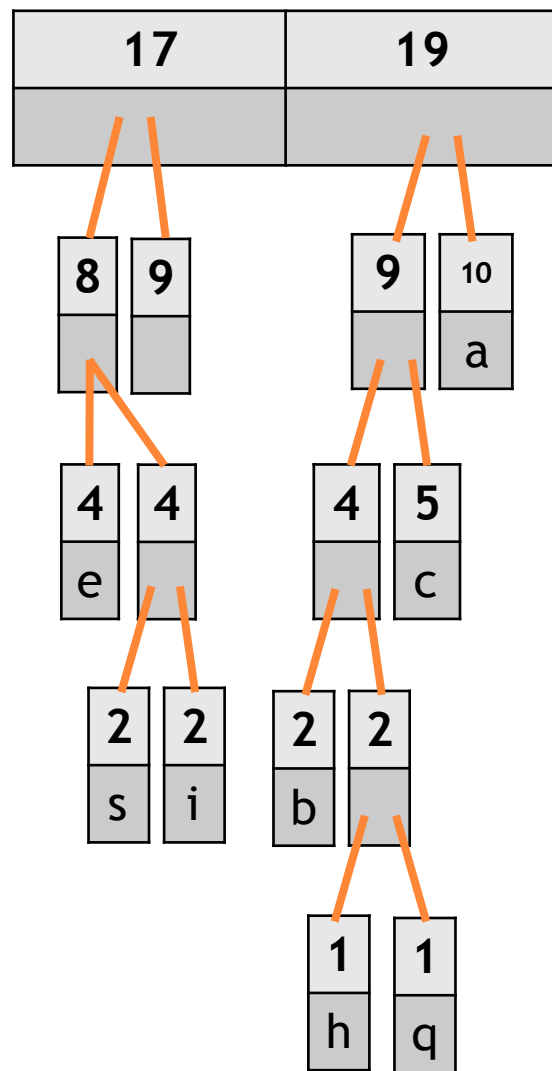
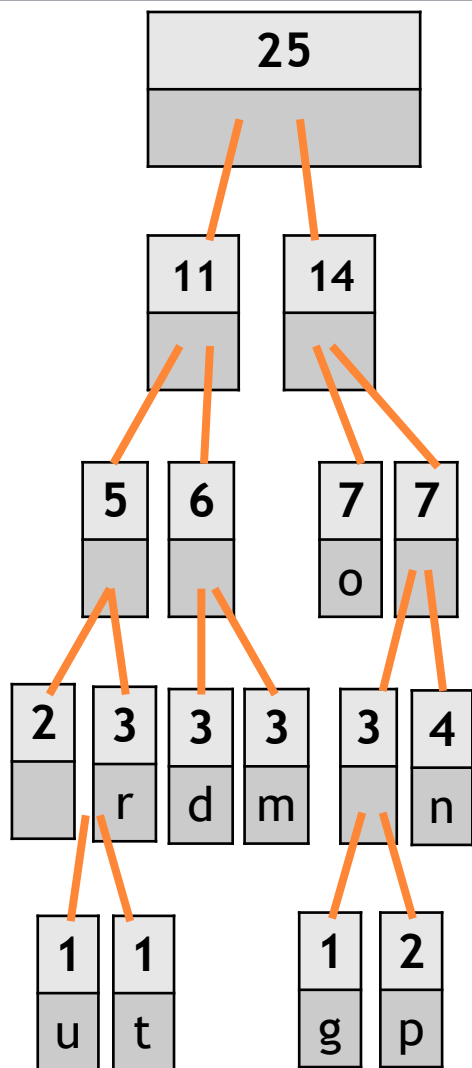
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



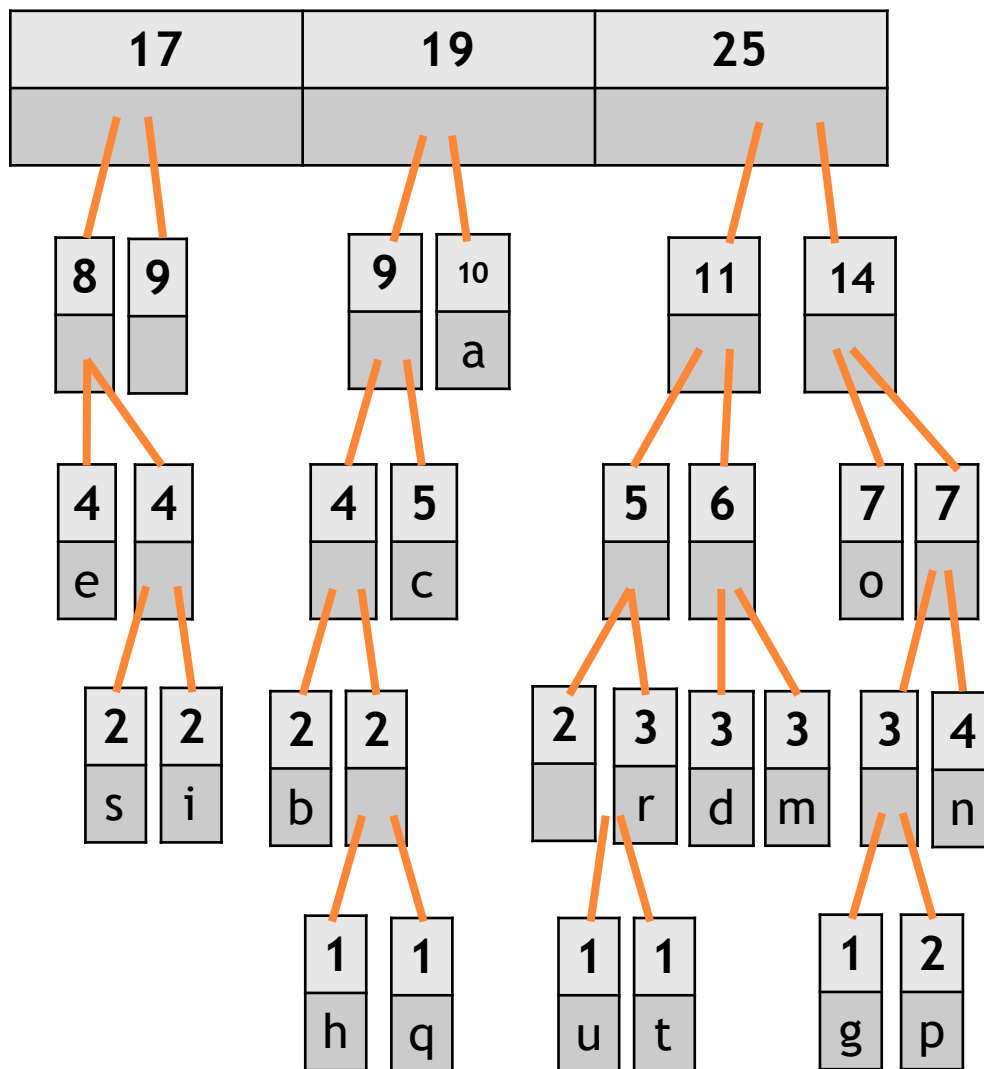
# ALGORITMO HUFFMAN

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



# ALGORITMO HUFFMAN

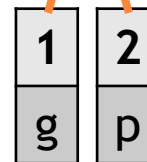
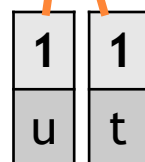
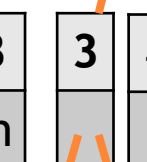
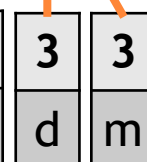
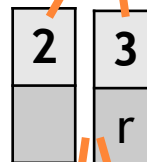
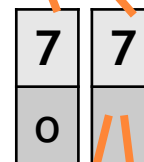
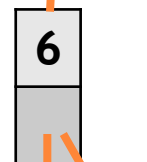
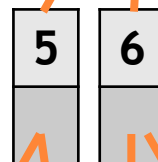
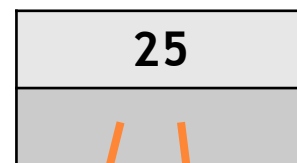
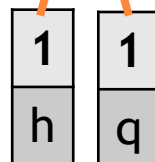
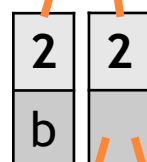
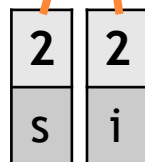
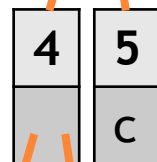
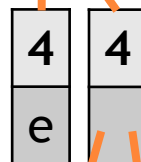
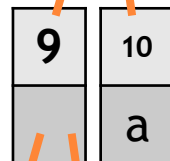
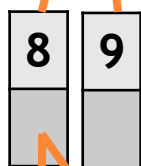
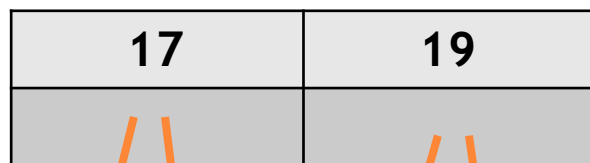
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



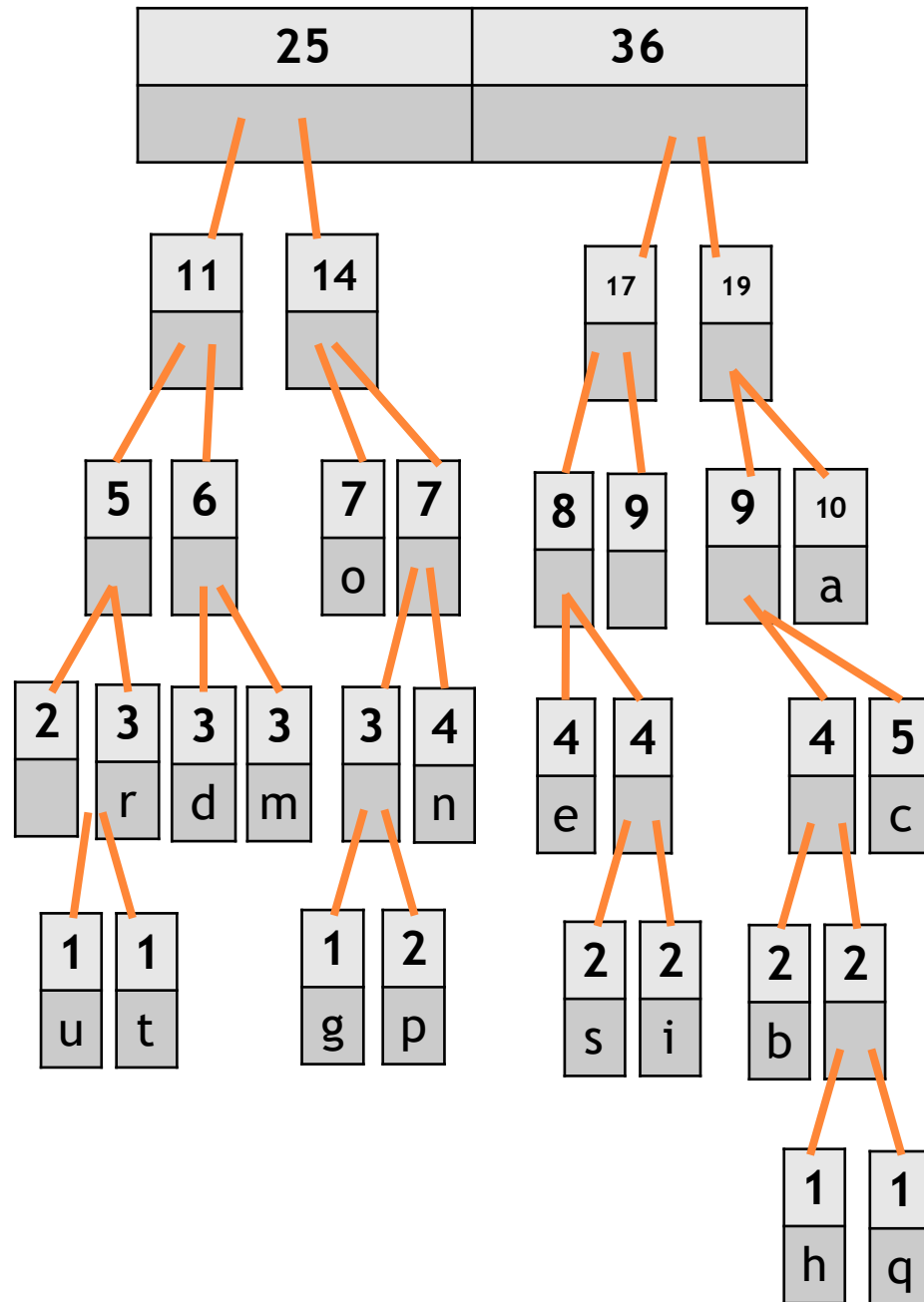


# ALGORITMO HUFFMAN

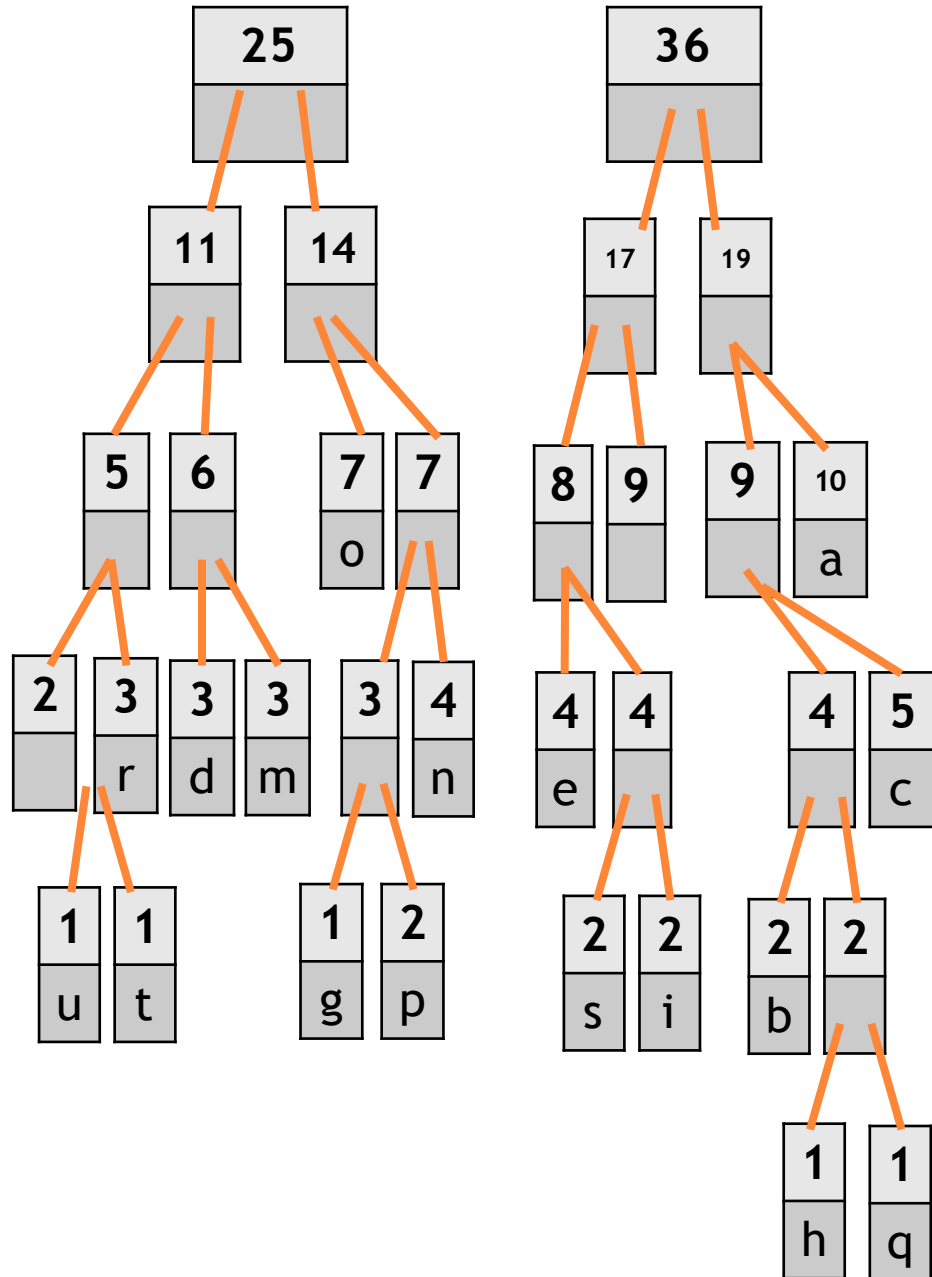
passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça



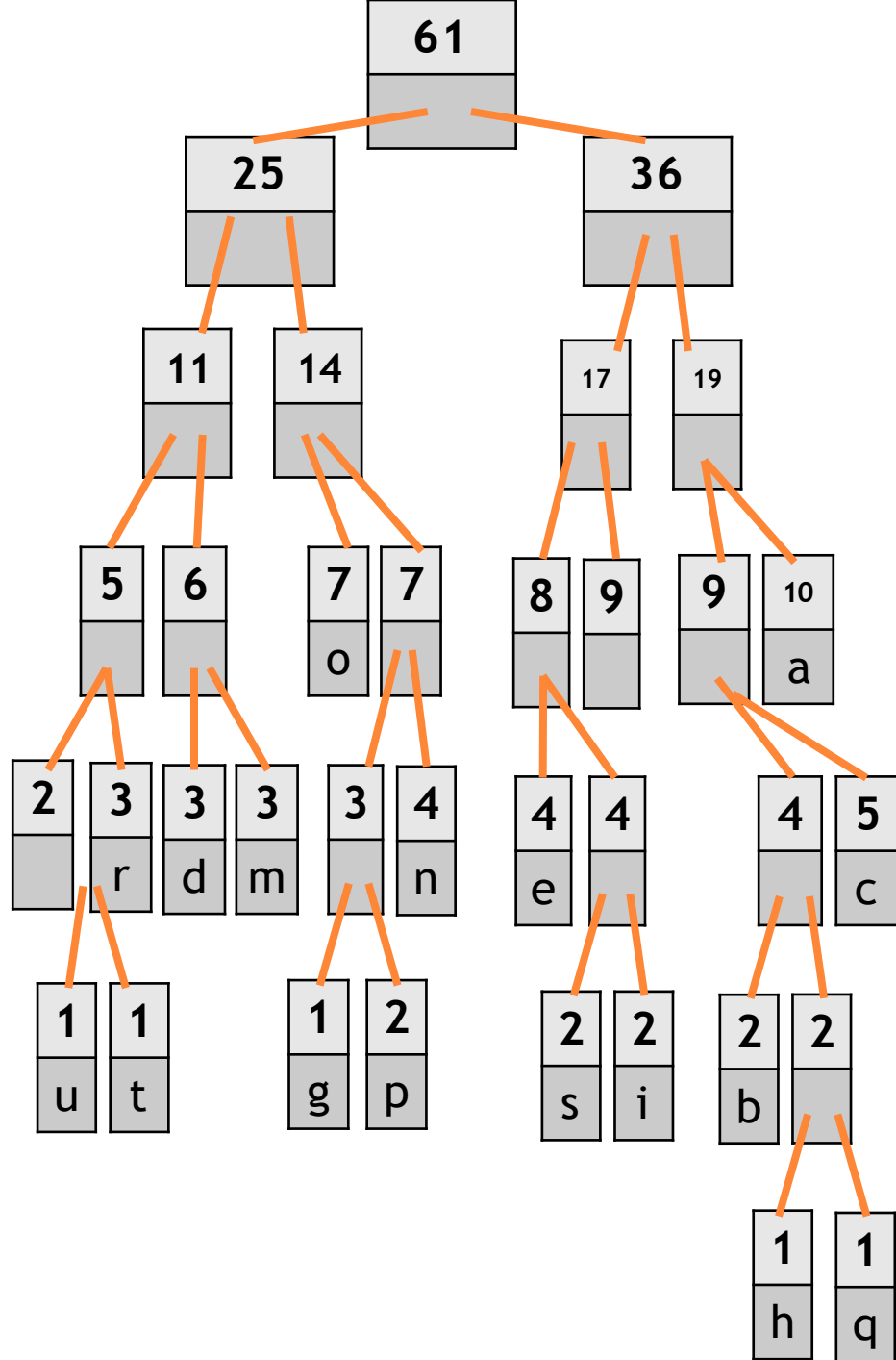




passarinho que anda  
com morcego  
acaba dormindo de  
ponta cabeça

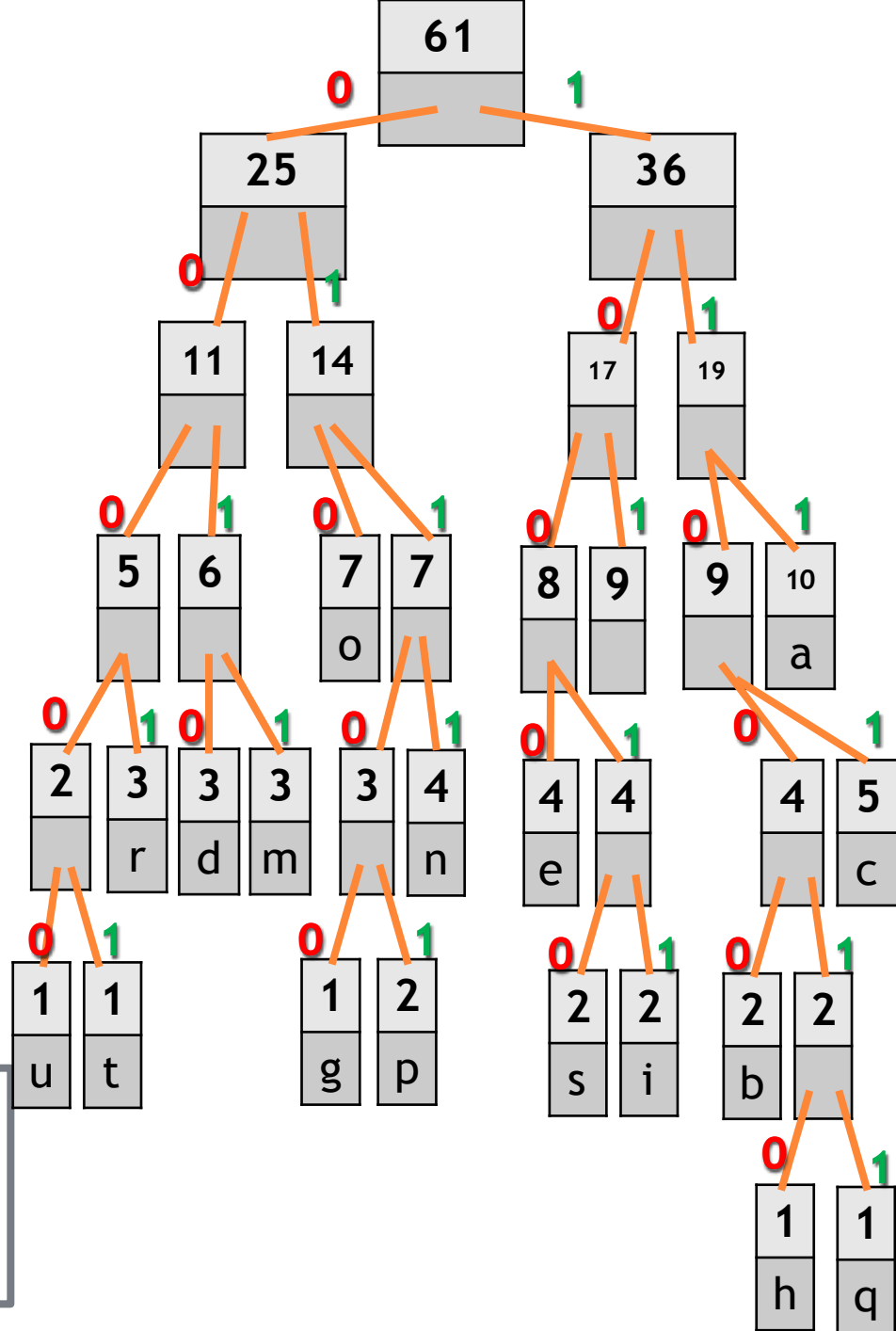


passarinho que anda  
com morcego  
acaba dormindo de  
ponta cabeça



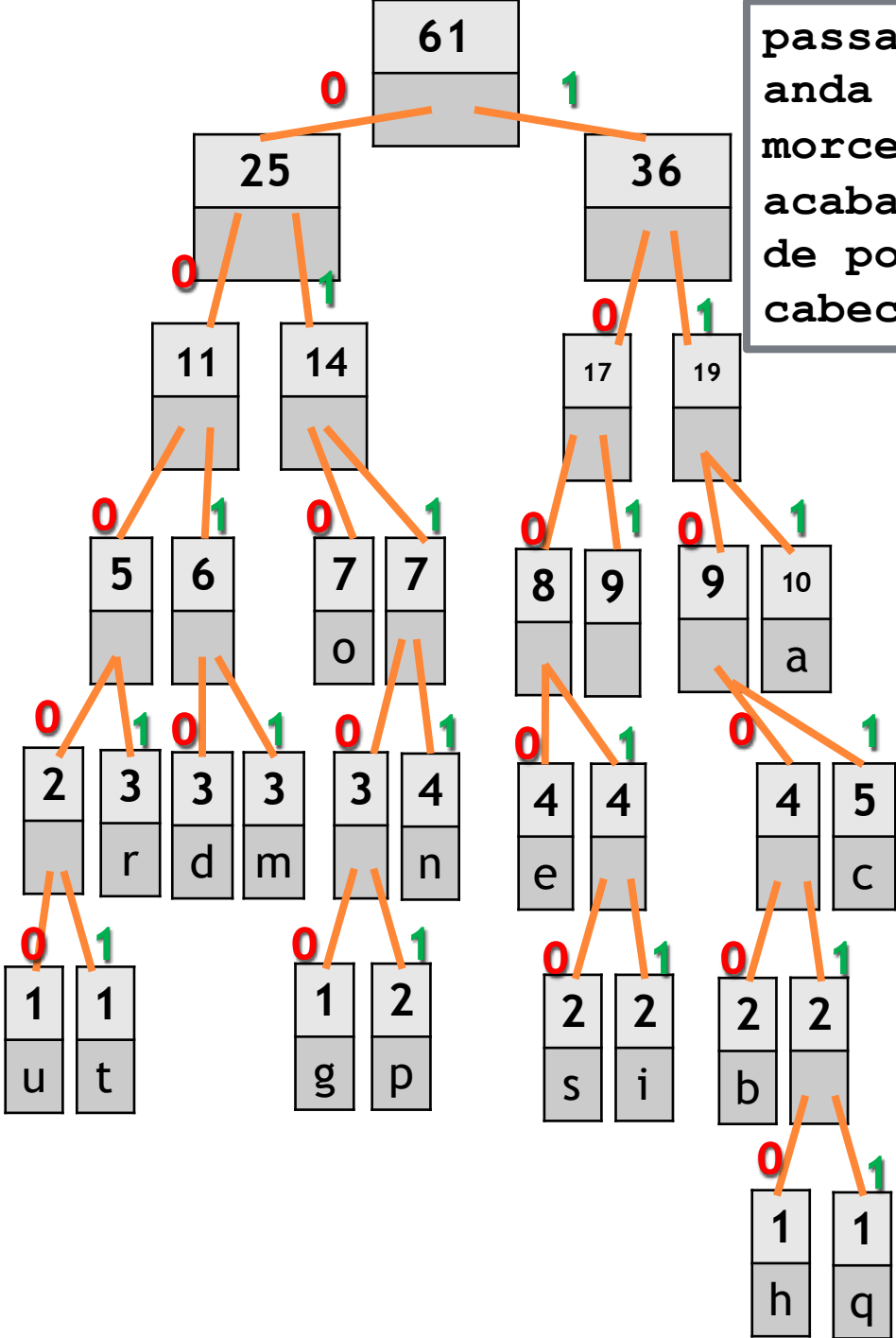
passarinho que anda  
com morcego  
acaba dormindo de  
ponta cabeça

Agora colocamos nomeamos os ponteiros de cada nó de 0 e 1



passarinho que anda com morcego acaba dormindo de ponta cabeça

Símbolo	Código
a	111
o	010
r	0001
d	0010
m	0011
n	0111
e	1000
c	1101
<espaço>	101
u	00000
t	00001
g	01100
p	01101
s	10010
i	10011
b	11000
h	110010
q	110011



Símbolo	Código
a	111
o	010
r	0001
d	0010
m	0011
n	0111
e	1000
c	1101
<espaço>	101
u	00000
t	00001
g	01100
p	01101
s	10010
i	10011
b	11000
h	110010
q	110011

passarinho que anda com morcego  
acaba dormindo de ponta cabeça

0110111110010100101110001100110  
1111100100101011100110000010001  
0111101110010111101110101000111  
0101101000011101100001100010101  
111110111110001111010010010000  
1011100110111001001010100101000  
101011010100111000011110111011  
111100010001101111

235 bits  
x  
488 bits  
ASCII