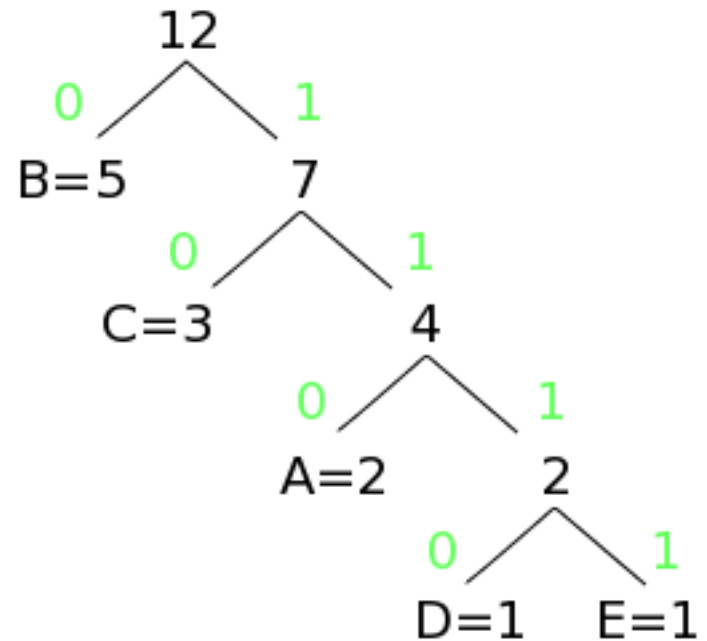


## Complexidade de Algoritmos

# Huffman

- ▼ Denilson Groso
- ▼ Fernando Kaway
- ▼ Helder Cesar



# Algoritmo de Huffman?

- ▼ Compressão de dados;
- ▼ Técnicas estatísticas;
- ▼ Conceitos básicos de Estrutura de Dados:
  - ▼ Lista com Prioridade;
  - ▼ Árvore Binária.



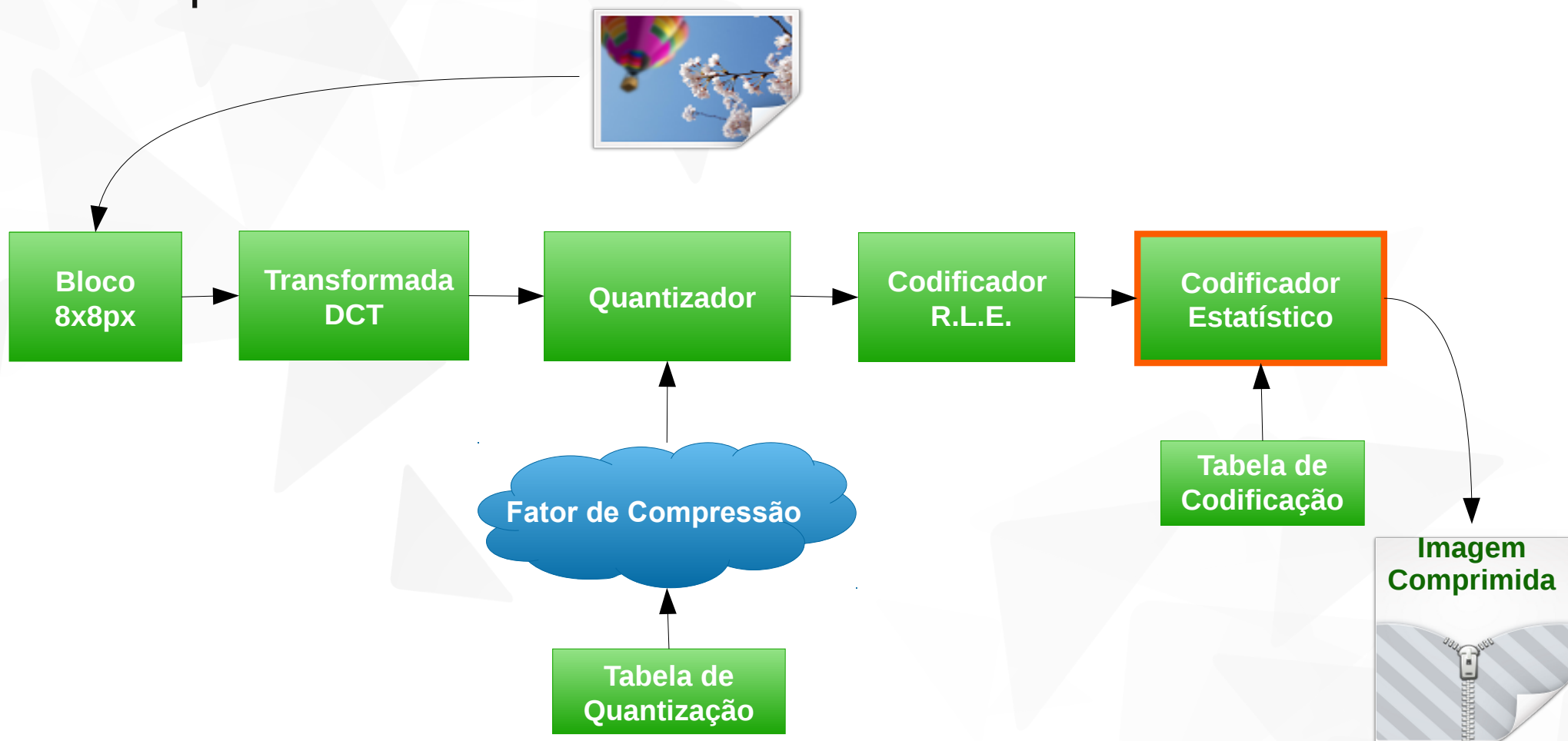
# Algoritmo de Huffman?

- ▼ Algumas aplicações:
  - ▼ JPEG;
  - ▼ MP3;
  - ▼ Zip.
- ▼ Variações:
  - ▼ Codificação n-ária de Huffman;
  - ▼ Codificação Adaptativa de Huffman;



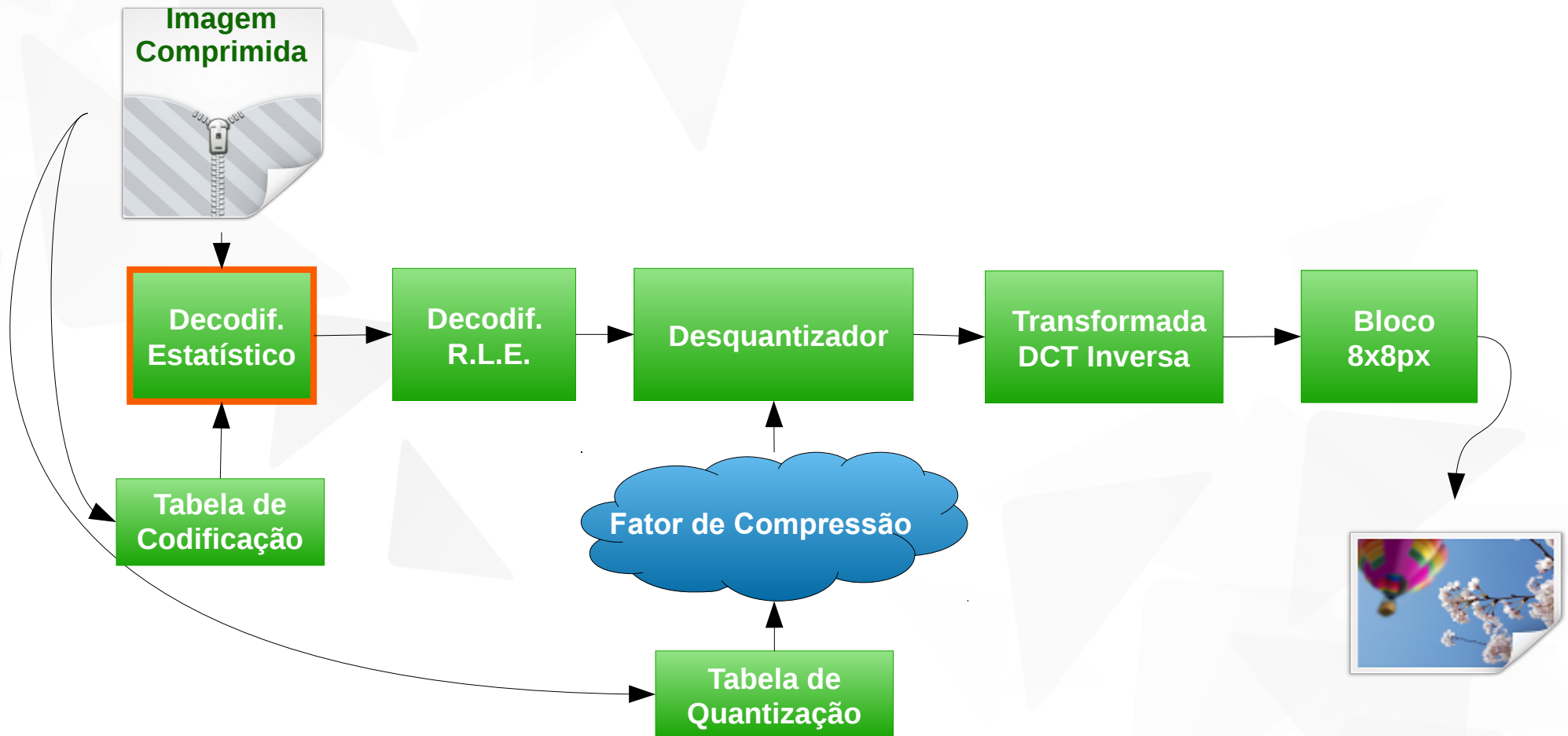
# JPEG

## ▼ Compressão:



# JPEG

## ▼ Descompressão:



# Exemplo de Codificação

- ▼ Vamos codificar a mensagem:

**“CASA PAPEL HOTEL PASTEL”**

- ▼ Tabela de frequências:

Letra	Frequencia
C	1
A	4
S	2
P	3
E	3
L	3
H	1
O	1
T	2
Espaço	3



# Exemplo de Codificação

▼ Texto original: “CASA\_PAPEL\_HOTEL\_PASTEL”

▼ Texto codificado:

“000000010010000110010011000100110100010110010110  
01111000010001011001001100010010100001000101”

$23 \times 4 = 92\text{bits}$

Letra	Código
C	0000
A	0001
S	0010
P	0011
E	0100
L	0101
H	0110
O	0111
T	1000
Espaço	1001



# Exemplo de Codificação

## ▼ Lista com prioridade:

C	A	S	P	E	L	H	O	T	Esp
1	4	2	3	3	3	1	1	2	3

↖ Maior prioridade.

## ▼ Lista com prioridade ordenada:

C	H	O	S	T	P	E	L	Esp	A
1	1	1	2	2	3	3	3	3	4





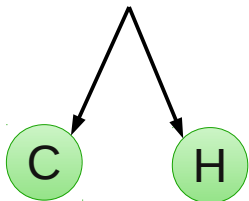
# Exemplo de Codificação

## ▼ Construção da árvore:

<b>C</b>	<b>H</b>	<b>O</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>E</b>	<b>L</b>	<b>Esp</b>	<b>A</b>
1	1	1	2	2	3	3	3	3	4

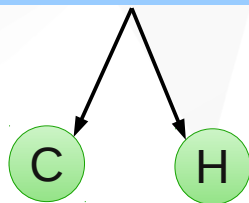


<b>C+H</b>	<b>O</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>E</b>	<b>L</b>	<b>Esp</b>	<b>A</b>
2	1	2	2	3	3	3	3	4

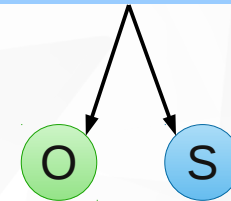
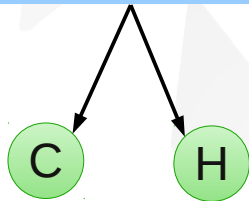


# Exemplo de Codificação

O	S	T	C+H	P	E	L	Esp	A
1	2	2	2	3	3	3	3	4

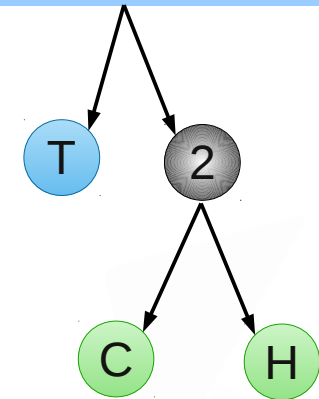
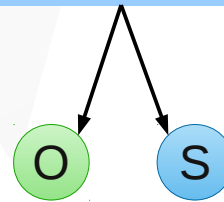


T	C+H	P	E	L	Esp	O+S	A
2	2	3	3	3	3	3	4

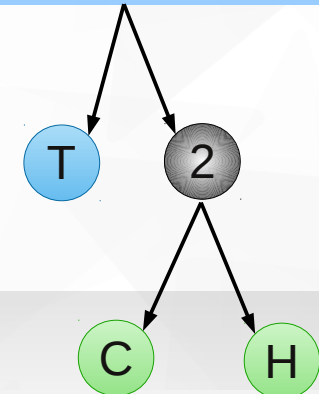
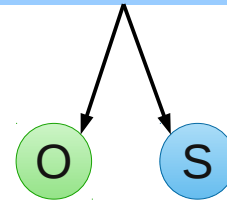
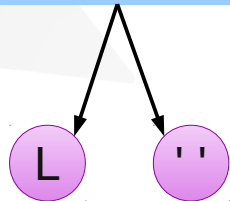
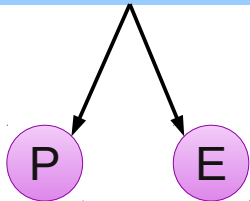


# Exemplo de Codificação

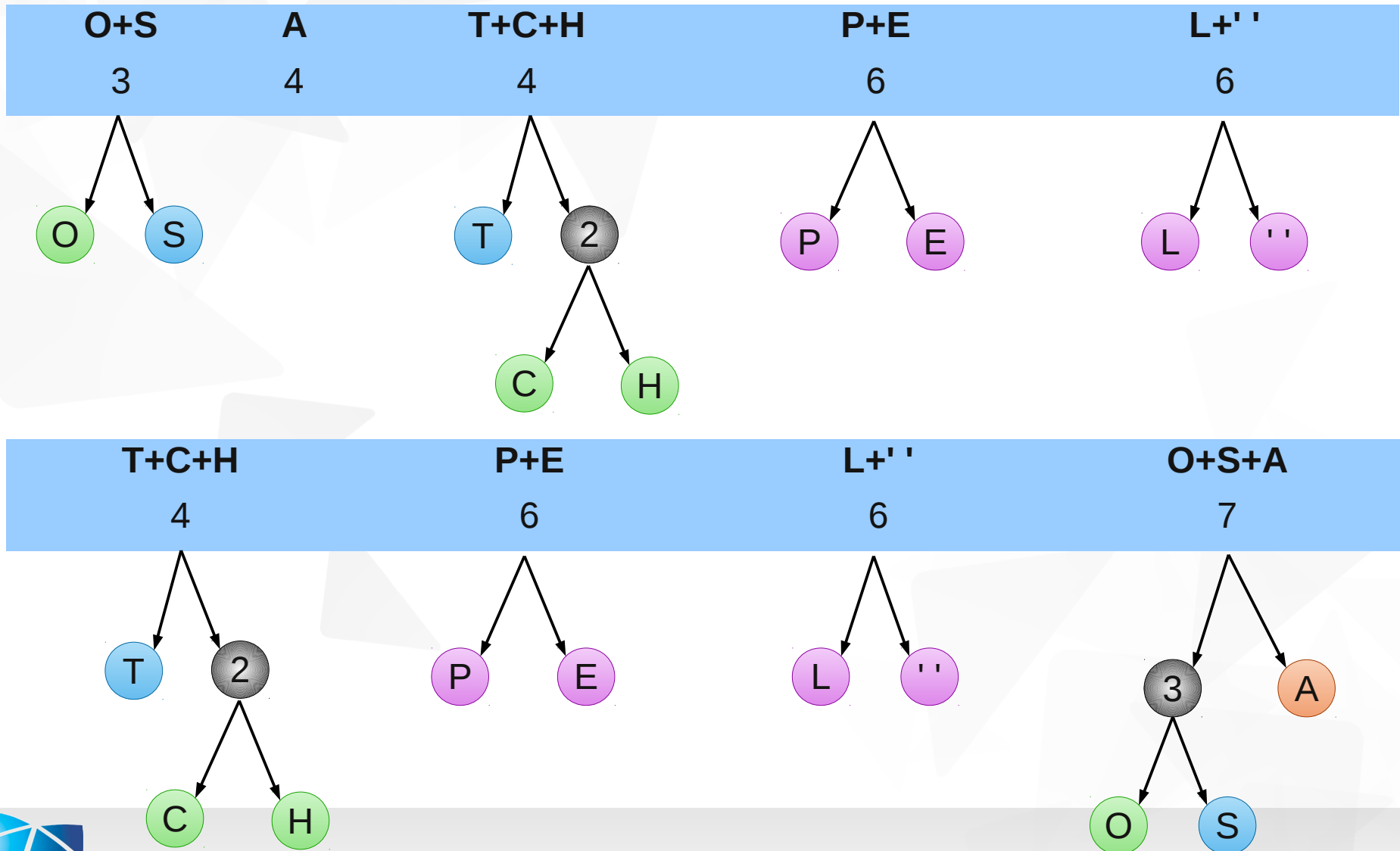
P	E	L	Esp	O+S	A	T+C+H
3	3	3	3	3	4	4



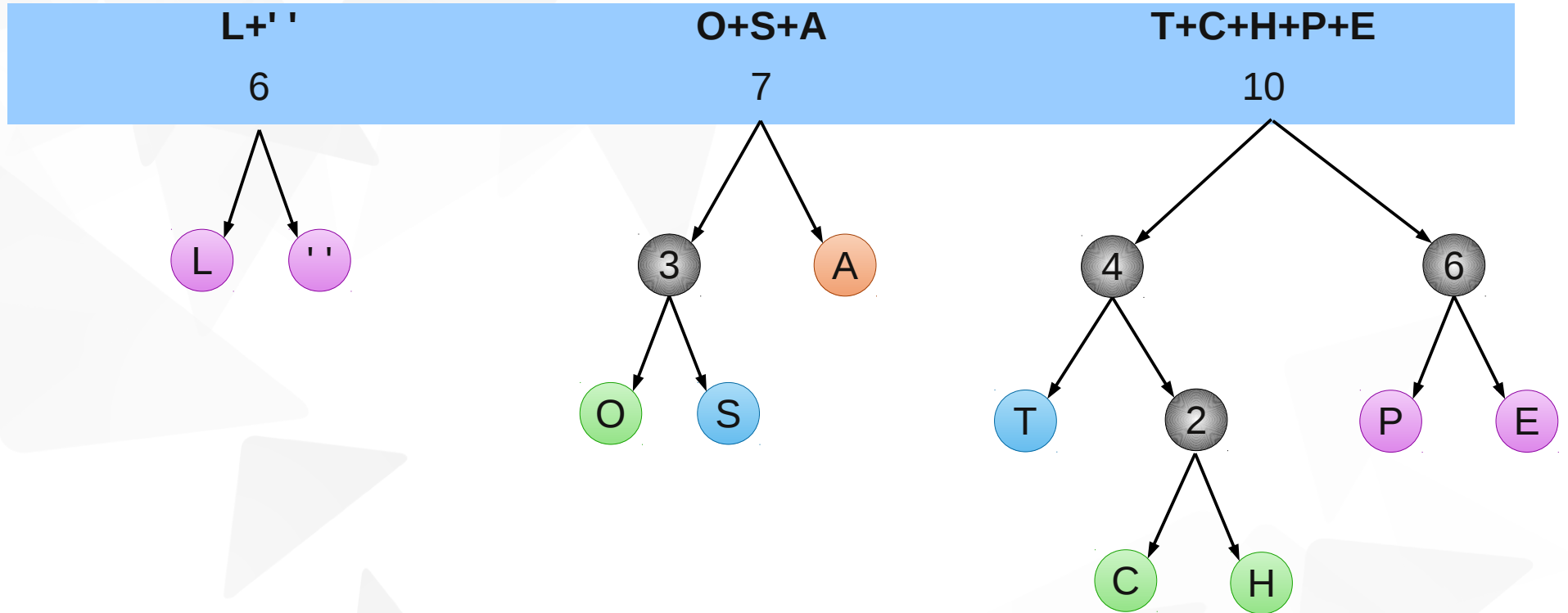
P+E	L+Esp	O+S	A	T+C+H
6	6	3	4	4



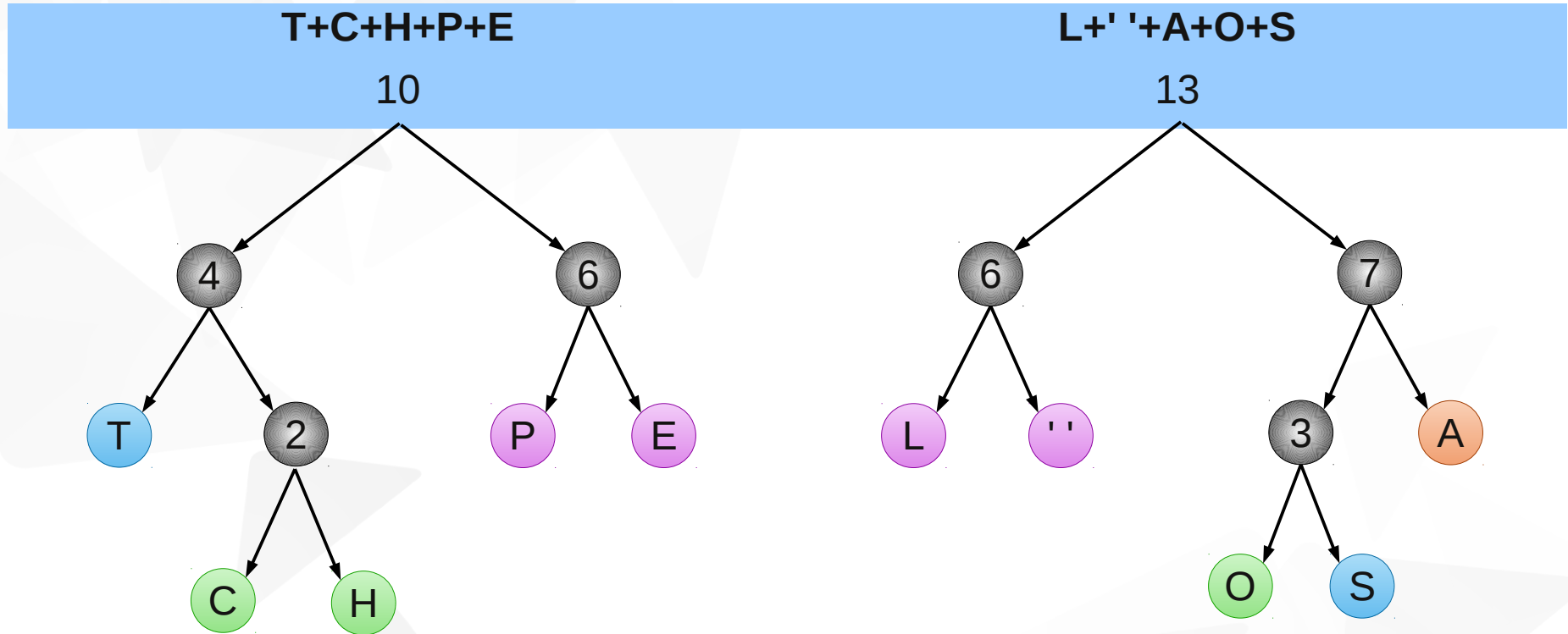
# Exemplo de Codificação



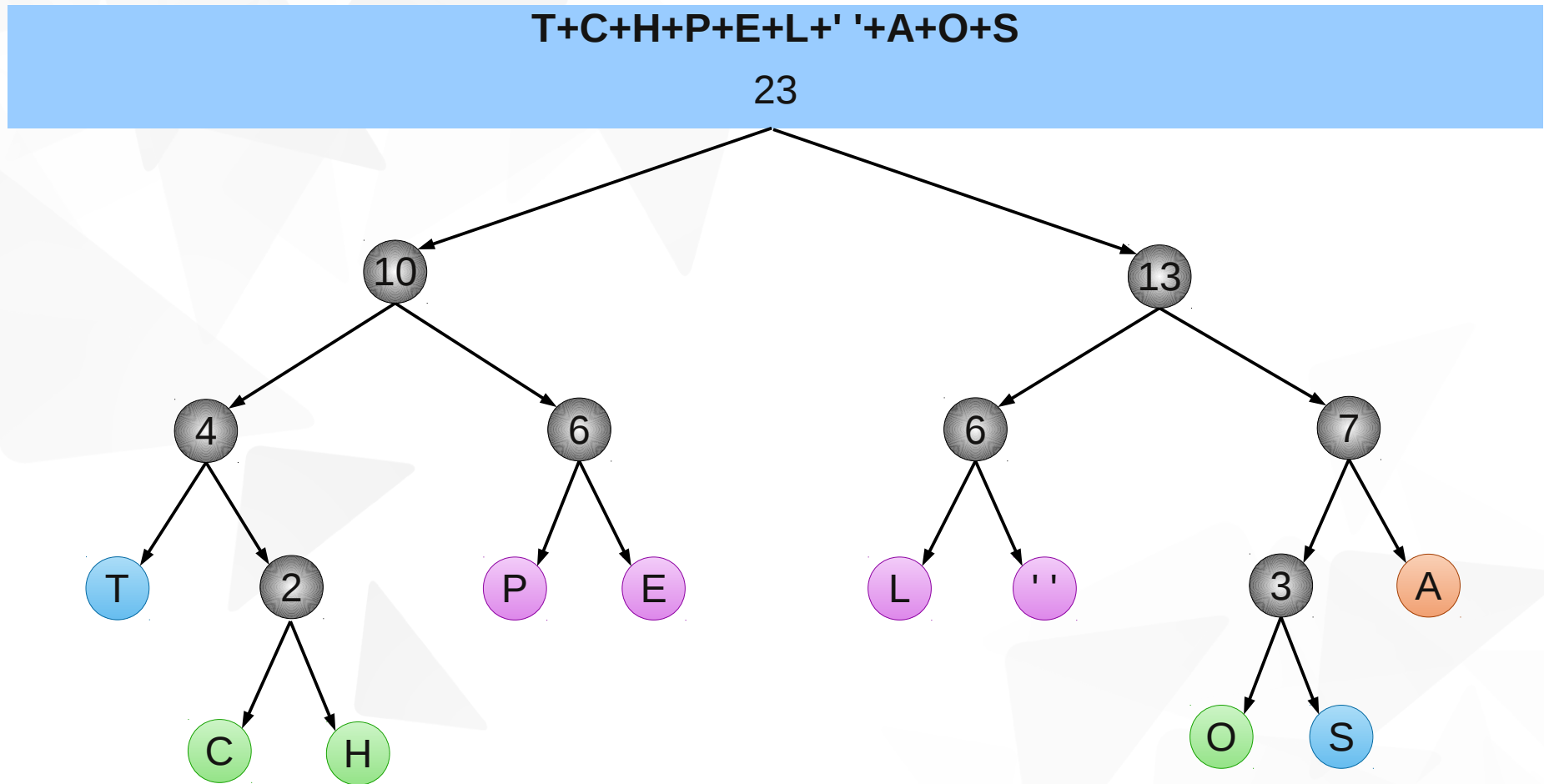
# Exemplo de Codificação



# Exemplo de Codificação

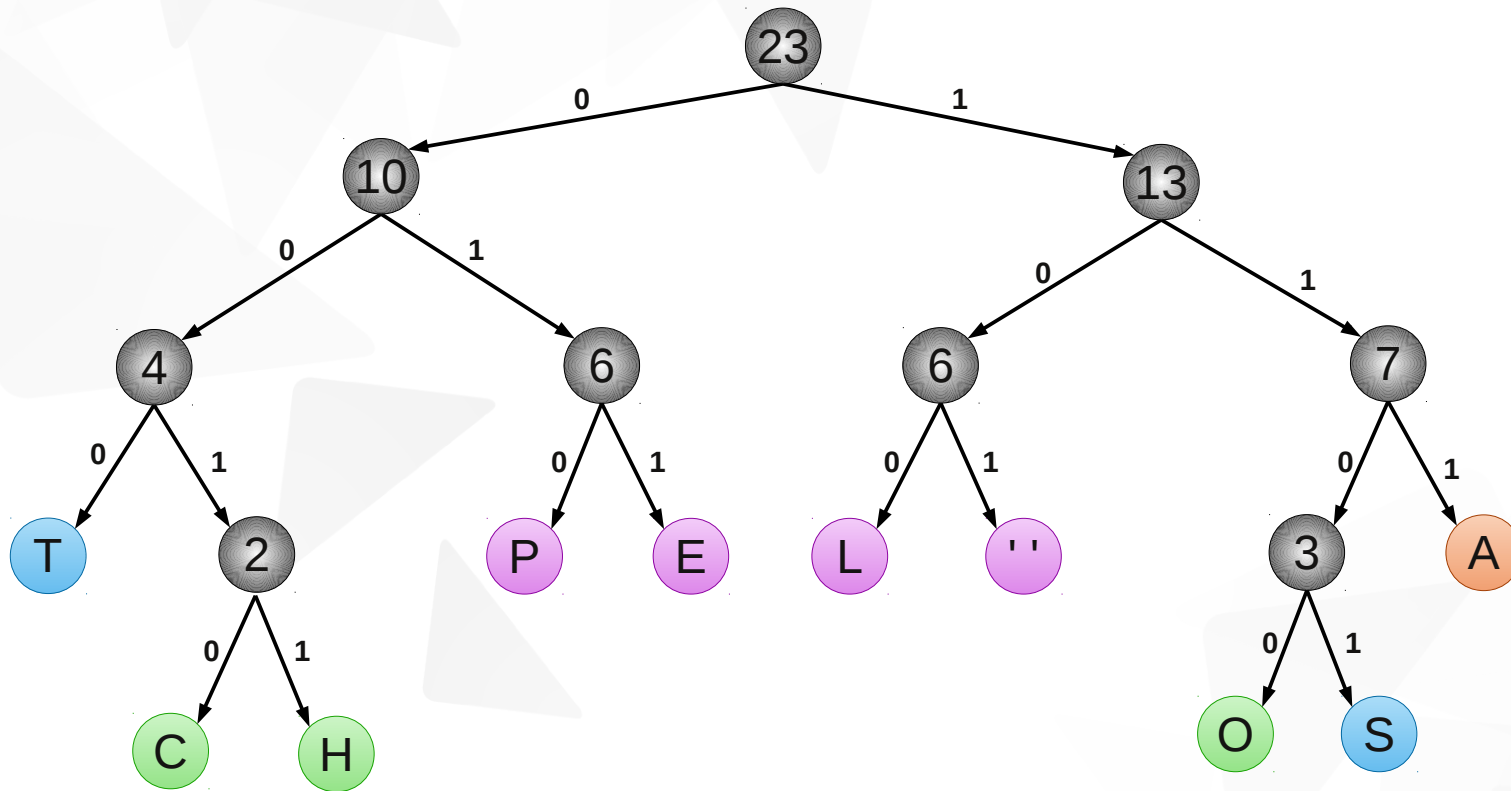


# Exemplo de Codificação



# Exemplo de Codificação

## ▼ Atribuição de código:



Letra	Código
C	0010
A	111
S	1101
P	010
E	011
L	100
H	0011
O	1100
T	000
Esp.	101





# Exemplo de Codificação

▼ Comparando o “antes” e o “depois”:

▼ Texto original: “CASA\_PAPEL\_HOTEL\_PASTEL”

▼ Texto codificado (antes):

“00000001001000011001001  
100010011010001011001011  
001111000010001011001001  
100010010100001000101”

Tam. Total: **92bits**

▼ Texto codificado (depois):

“001011111011111010101110  
100111001010011110000001  
110010101011111010000111  
00”

Tam. Total: **74bits!!!!**

**Taxa de Compressão ~ 20%**



# Decodificação

▼ Texto codificado:

“001011111011111  
010101110100111  
001010011110000  
001110010101011  
11101000011100”

+

Letra	Código
C	0010
A	111
S	1101
P	010
E	011
L	100
H	0011
O	1100
T	000
Esp.	101

=

▼ Texto decodificado:

“CASA\_PAPEL\_H  
OTEL\_PASTEL”



# Fontes Consultadas

- ▼ Goodrich, M. T.; Tamassia, R.; **Projeto de Algoritmos**, Bookman, 2002;
- ▼ Huffman, D. A.; **Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes**, In: Proceedings of the Institute of Radio Engineers, Vol. 40, Nr. 9 (September 1952) , p. 1098-1101.
- ▼ <http://www.cprogramming.com/tutorial/computersciencetheory/huffman.html>
- ▼ <http://algs4.cs.princeton.edu/55compression/Huffman.java.html>
- ▼ <http://www.ics.uci.edu/~dan/pubs/DC-Sec3.html>
- ▼ [http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman\\_coding](http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding)

