Problema MinCC
Bom exemplo:

```
1 - - - - - - ... - - -
1 1 - - - - - ... - - -
1 1 1 - - - - ... - - -
1 1 1 1 - - - ... - - -
1 1 1 1 1 - - ... - - -
. . . . . . . ... . . .

1 1 1 1 1 1 1 ... 1 1 1
```

$c_S = |S|^2$

custo ótimo $= n^2$
Chvátal $\stackrel{?}{=} 1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2 \cong n^3$
Êpa!

Algoritmo MinCC-Chvátal

Exemplo mais ou menos justo ($c = 1$):

```
1 - - - - - - - - - - - - - -
- 1 1 - - - - - - - - - - - -
- - - 1 1 1 1 - - - - - - - -
- - - - - - - 1 1 1 1 1 1 1 1
1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1
- 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -
```

ótimo = 2 Chvátal = 4

Em geral:
ótimo = 2 Chvátal = $k + 1$

$n = 2^{k+1} - 1$
$k + 1 = \lg(n-1) > 0.5 \lg n$

$$\begin{aligned} \text{Chvátal} &> 0.5 \lg n \\ &> 0.72 \ln n \\ &= 0.36 \ln n \, \text{opt}() \\ &= 0.72 \, H_n \, \text{opt}() \end{aligned}$$

Recursivo, como no livro:

MinCC-Chvátal $(E, \mathcal{S}, c)$
se $E = \emptyset$
    então devolva $\emptyset$
    senão seja Z em $\mathcal{S}$ tq $c_Z/|Z \cap E|$ é mínimo
        $E' \leftarrow E \setminus Z$
        $\mathcal{S}' \leftarrow \{\, S \in \mathcal{S} : S \cap E' \neq \emptyset \,\}$
        seja c' a restrição de c a $\mathcal{S}'$
        $\mathcal{T}' \leftarrow$ MinCC-Chvátal $(E', \mathcal{S}', c')$
        devolva $\{Z\} \cup \mathcal{T}'$

Recursivo corrigido:

MinCC-Chvátal $(E, \mathcal{S}, c)$
se $E = \emptyset$
    então devolva $\emptyset$
    senão seja Z em $\mathcal{S}$ tq $c_Z/|Z \cap E|$ é mínimo
        $E' \leftarrow E \setminus Z$
        $\mathcal{T}' \leftarrow$ MinCC-Chvátal $(E', \mathcal{S}, c)$
        devolva $\{Z\} \cup \mathcal{T}'$

Iterativo, corrigido:

MinCC-Chvátal $(E, \mathcal{S}, c)$ $\quad \triangleright$ $E = \bigcup \mathcal{S}$

$\mathcal{T} \leftarrow \emptyset$
$E' \leftarrow E$
enquanto $E' \neq \emptyset$ faça
    seja Z em $\mathcal{S}$ tq $c_Z / |Z \cap E'|$ é mínimo
    $\mathcal{T} \leftarrow \mathcal{T} \cup \{Z\}$
    $E' \leftarrow E' \setminus Z$
devolva $\mathcal{T}$

Consumo de tempo $\mathrm{O}(|U|^2\,|\mathcal{S}|)$,
sendo $U = \bigcup \mathcal{S}$

Iterativo, versão do Fernando Mário (supõe $E = S_1 \cup \cdots \cup S_m$):

MINCC-CHVÁTAL $(E, S_1, \ldots, S_m, c_1, \ldots, c_m)$
para $i \leftarrow 1$ até m faça $d_i \leftarrow |S_i \cap E|$
para cada e em E faça $I[e] \leftarrow \{i : e \in S_i\}$
$T \leftarrow \emptyset$
$E' \leftarrow E$
enquanto $E' \neq \emptyset$ faça
    seja j em $\{1, \ldots, m\}$ tq c_j/d_j é mínimo
    $T \leftarrow T \cup \{j\}$
    para cada e em S_j faça
        $E' \leftarrow E' \setminus \{e\}$
        para cada i em $I[e]$ faça
            $d_i \leftarrow d_i - 1$
            $S_i \leftarrow S_i \setminus \{e\}$
devolva T

Conjuntos representados por lista duplamente encadeadas. Consumo de tempo $\mathrm{O}(m|E|)$

Iterativo, versão da Gordana (supõe $E = S_1 \cup \cdots \cup S_m$):

MINCC-CHVÁTAL $(E, S_1, \ldots, S_m, c_1, \ldots, c_m)$

para $i \leftarrow 1$ até m faça $d_i \leftarrow |S_i \cap E|$
para cada e em E faça $I[e] \leftarrow \{i : e \in S_i\}$
$T \leftarrow \emptyset$
$E' \leftarrow E$
enquanto $E' \neq \emptyset$ faça
    seja j em $\{1, \ldots, m\}$ tq c_j/d_j é mínimo
    $T \leftarrow T \cup \{j\}$
    para cada e em S_j tq $I[e] \neq \emptyset$ faça
        $E' \leftarrow E' \setminus \{e\}$
        para cada i em $I[e]$ faça $d_i \leftarrow d_i - 1$
        $I[e] \leftarrow \emptyset$
devolva T

Cada S_i pode ser representado por um vetor de bits indexado por E.
Consumo de tempo $\mathrm{O}(m|E|)$