

## Algoritmo da seleção clonal – CSA – resumo

Gerar população de anticorpos

Para cada número de 1 a **X**:

1. Calcular o valor de fitness e selecionar **n** anticorpos
2. Remover **n** anticorpos, que serão substituídos por anticorpos totalmente novos
3. Selecionar os melhores anticorpos e clonar os **n** anticorpos selecionados até chegar no número total de anticorpos – o número de anticorpos a serem substituídos
4. Gerar hipermutação na população de anticorpos clonados

A cada iteração, os passos 1-4 devem ser repetidos até chegar no número de iterações pré-estabelecido

Em relação à **parte 1**, temos 2 partes: definir a função de fitness e selecionar os anticorpos. A função de fitness é específica para cada problema; Em relação à escolha de anticorpos, será escolhido um valor **n** de anticorpos a serem selecionados de uma população de número **p** de anticorpos. Obviamente, **n** não pode ser maior que **p**.

Na **parte 2**, devemos escolher um valor **n** de anticorpos que serão removidos da população e substituídos por **n** anticorpos totalmente novos

Na **parte 3**, selecionar os **z** melhores anticorpos da população e clonar (expandir) esses melhores até existirem **(z-removidos)** anticorpos na população. Por exemplo, se removi 3 anticorpos de uma população com 20 anticorpos, e quero selecionar os 3 melhores anticorpos, então significa que os 3 melhores anticorpos serão clonados até existirem 17 anticorpos melhores clonados. O fator de clonagem será determinado de forma proporcional à sua afinidade.

Ex: Suponha que tenhamos uma população de 30 anticorpos. Removemos 5 anticorpos e selecionamos os três melhores. Devo clonar os 3 melhores até existirem 25 anticorpos desses melhores (**n** total de anticorpos – numero eliminado). Abaixo, exemplificamos 3 anticorpos:

**A1**

Afinidade: 56

**A2**

Afinidade: 67

**A3**

Afinidade: 88

O número de cópias para cada um desses anticorpos na população será dado pela seguinte fórmula:

$$QC_k^i = \left( \frac{af_k^i}{\sum_{k=1}^n af_k^i} \right) * Cl$$

$QC_k^i$  = Quantidade de clones gerados para cada anticorpo k na interação i

$af_k^i$  = Afinidade do anticorpo k na interação i

$n$  = Num. de melhores anticorpos selecionados (3)

$\sum_{k=1}^n af_k^i$  = Somatório das afinidades de todos os anticorpos selecionados

$Cl$  = Num. Total de clones a serem gerados (25)

**Afinidade A1**

$$QC_k^i = \left( \frac{56}{56+67+88} \right) * 25$$

$$QC_k^i = 6,63 = 7$$

Isso significa que para o anticorpo 1, de afinidade 56, 7 clones serão gerados (o valor final é arredondado)

**Afinidade A2**

$$QC_k^i = \left( \frac{67}{56+67+88} \right) * 25$$

$$QC_k^i = 6,93 = 8$$

Isso significa que para o anticorpo 2, de afinidade 67, 8 clones serão gerados

**Afinidade A3**

$$QC_k^i = \left( \frac{88}{56+67+88} \right) * 25$$

$$QC_k^i = 10,42 = 10$$

Isso significa que para o anticorpo 3, de afinidade 88, 10 clones serão gerados.

Portanto, a nova população consistirá de 7 anticorpos com afinidade 56, 8 anticorpos com afinidade 67 e 10 anticorpos com afinidade 88. Perceba que a proporção de cada anticorpo é proporcional à sua afinidade. O restante dos anticorpos são anticorpos novos (5).

**Na parte 4**, teremos a hipermutação dos anticorpos, como vimos, temos tipos de anticorpos na população clonados + alguns totalmente novos. A taxa de hipermutação será, ao contrário do passo anterior, inversamente proporcional à afinidade do anticorpo, pois anticorpos melhores (com alta afinidade), precisam sofrer menos mutação que anticorpos piores. A taxa de hipermutação será dada de acordo com a fórmula abaixo:

$$hipAnt_k^i = (1 - (afin_k^i / 121)) * \beta$$

$hipAnt_k^i$  = taxa de hip. do anticorpo k na iteração i

$afin_k^i$  = afinidade do anticorpo k na iteração i

$\beta$  = fator de mutação – pode ser 0,1; 1; 10 etc

Vejamos um exemplo abaixo:

**Afinidade = 79**

$\beta = 0,1$

$$hipAnt_k^i = 1 - (79 / 121) * 0,1$$

$$hipAnt_k^i = 0,0347$$

Em um anticorpo com afinidade de **79** (considerando o total como sendo **121**, o que varia para cada problema), a chance de mutação de cada componente do anticorpo é de **3,47%**, como pode ser observado abaixo.

