

## Ant Colony Optimization – ACO

O algoritmo de ACO possui a seguinte estrutura geral:

Definição dos vértices/arestas do problema e/ou o grafo o qual é composto por essas arestas/vértices

Dado um determinado número de iterações (ou outra condição de parada):

1. **Gerar um determinado número n de soluções**
2. **Evaporação dos níveis de feromônio**
3. **Adição de feromônio nas arestas percorridas pelas formigas**

### **Etapas 1: Probabilidade e escolha de aresta/vértice**

De forma mais detalhada, na **Etapas 1**, a formiga gerada deverá escolher vértices/arestas adjacentes de acordo com o nível de feromônio e o comprimento do vértice, por meio da seguinte fórmula:

$$p_{x,y}^k = \frac{(\tau_{xy}^\alpha) (\rho_{xy}^\beta)}{\sum_{z \in x \text{ permitidos}} (\tau_{xz}^\alpha) (\rho_{xz}^\beta)}$$

$p_{x,y}^k$  - Probabilidade **p** de escolha da aresta **xy** pela formiga **k**.

$(\tau_{xy}^\alpha)$  – Quantidade de feromônio **τ** depositada pela formiga na aresta **xy**.

$(\rho_{xy}^\beta)$  – Atratividade **ρ** do caminho **xy**. Definido por **(1/comprimento de xy)**.

O termo no denominador significa simplesmente o somatório da multiplicação  $(\tau_{xy}^\alpha)(\rho_{xy}^\beta)$  só que para todas as arestas/vértices adjacentes possíveis. Então, se estou na aresta **X** e se tenho, por exemplo, três possíveis vértices/arestas **A**, **B** e **C**, e quero saber a probabilidade da formiga escolher o vértice **A** ( $P_{x,A}$ ), será calculada a atratividade do vértice **A**, dividido pela atratividade de todos os vértices (**A,B,C**).

$$p_{x,A}^k = \frac{(\tau_{xA}^\alpha) (\rho_{xA}^\beta)}{(\tau_{xA}^\alpha) (\rho_{xA}^\beta) + (\tau_{xB}^\alpha) (\rho_{xB}^\beta) + (\tau_{xC}^\alpha) (\rho_{xC}^\beta)}$$

$\alpha$  e  $\beta$  são expoentes geralmente definidos em 1, e por isso são omitidos.

### Etapa 2 e etapa 3: Atualização do nível de feromônio nas arestas

A evaporação e a adição de feromônio em arestas percorridas são feitas por meio de uma única fórmula, representada abaixo:

$$\tau_{x,y} = (1 - p)\tau_{x,y} + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{x,y}^k$$

$\tau_{x,y}$  — é a taxa de feromônio atualizada

$(1 - p)\tau_{x,y}$  — Representa a evaporação do feromônio.  $p$  representa a taxa de evaporação do feromônio. Portanto, se essa taxa é 0,3 por exemplo, o nível de feromônio  $\tau_{x,y}$  é multiplicado por 0,7

$\sum_{k=1}^m \Delta\tau_{x,y}^k$  — Quantidade de feromônio depositado por todas as formigas que passaram pela aresta  $xy$ . A quantidade a ser depositada por cada formiga é definida por  $(1/\text{comprimento inteiro percorrido pela formiga})$ , ou  $\Delta\tau_{x,y}^k = \{ 1/L_k \}$ .

**Exemplo:** se 3 formigas **A**, **B**, e **C** passaram pela aresta **xy**, e percorreram caminhos de 11,14, e 23 metros respectivamente, a quantidade de feromônio que cada formiga vai adicionar será de  $1/11$  ( $\Delta\tau_{x,y}^A$ ),  $1/14$  ( $\Delta\tau_{x,y}^B$ ), e  $1/23$  ( $\Delta\tau_{x,y}^C$ ).

$$\tau_{x,y} = (1 - p)\tau_{x,y} + \Delta\tau_{x,y}^A + \Delta\tau_{x,y}^B + \Delta\tau_{x,y}^C$$