

Otimização por Colônia de Formigas



The Ant Experiment



EXEMPLO NUMÉRICO DO PROCESSO DE BUSCA

$$\min f(x) = |x - 4,1| \quad x = 0 : 1 : 9$$

Colônia de Formigas



Fonte de Alimento

Qual fonte contém mais alimento?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Solução

Evaporação desconsiderada

Solução Inicial Aleatória – Não há depósitos de FEROMÔNIO



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



Valor de $f(x)$

$$FOB_1(7) = 2,9$$

$$FOB_2(1) = 2,9$$

$$FOB_3(9) = 4,9$$

Feromônio

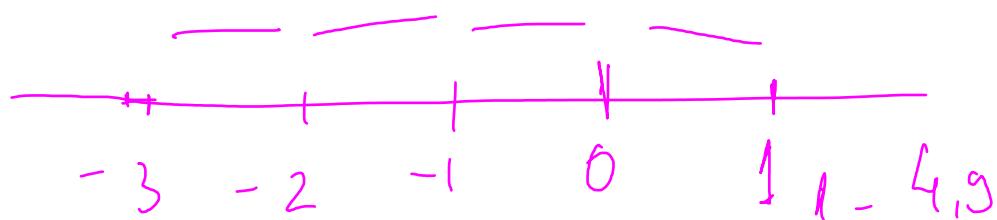
$$\tau(7) = \frac{1}{2,9}$$

$$\tau(1) = \frac{1}{2,9}$$

$$\tau(9) = \frac{1}{4,9}$$

53

$x = 4$



Depósitos de FEROMÔNIO – ATUALIZAÇÃO



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

$$\tau(1) = \frac{1}{2,9}$$

$$\tau(7) = \frac{1}{2,9}$$

$$\tau(9) = \frac{1}{4,9}$$

Geração de Soluções – FEROMÔNIO



Onde ir ?



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



Probabilidade (%) de uma formiga seguir para a solução-j

$$P_k = \frac{\tau_j}{\sum_{k=1}^3 \tau_k} \times 100$$

→ Feromônio da solução-j

→ Feromônio Total

Geração de Soluções – FEROMÔNIO



Onde ir ?



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



Feromônio Total

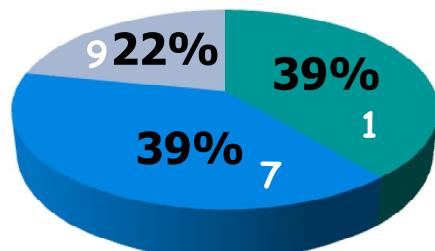
$$\tau_T = \frac{1}{2,9} + \frac{1}{2,9} + \frac{1}{4,9} \cong 0,87$$

Probabilidade

$$P_{1,7} = \frac{0,34}{0,87} \times 100 \cong 39\%$$

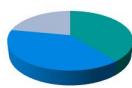
$$P_9 = \frac{0,20}{0,87} \times 100 \cong 22\%$$

Escolha do Caminho – Probabilidade (FEROMÔNIO)

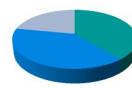


Pergunta !!!!

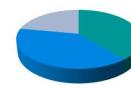
**E os demais caminhos ainda não percorridos?
As soluções ficam amarradas as iniciais?**



**Sim ou
Não?**

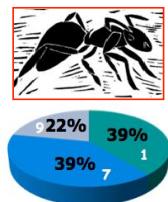
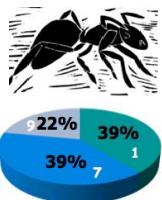


**Sim ou
Não?**



**Sim ou
Não?**

Escolha do Caminho – Probabilidade (%)



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



Valor de f(x)

$$FOB_1(9) = 4,9$$

$$FOB_2(3) = 0,9$$

$$FOB_3(1) = 2,9$$

Feromônio

$$\tau(9) = \frac{1}{4,9}$$

$$\tau(3) = \frac{1}{0,9}$$

$$\tau(1) = \frac{1}{2,9}$$

Depósitos de FEROMÔNIO – ATUALIZAÇÃO



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

$$\tau(1) = \frac{1}{2,9} + \frac{1}{2,9}$$

$$\tau(3) = +\frac{1}{0,9}$$

$$\tau(7) = \frac{1}{2,9}$$

$$\tau(9) = \frac{1}{4,9} + \frac{1}{4,9}$$

Geração de Soluções – FEROMÔNIO



Onde ir ?



0

1

2

3

4

5

6

7

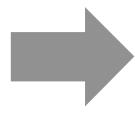
8

9



Feromônio Total

$$\tau_T = 2,4$$



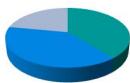
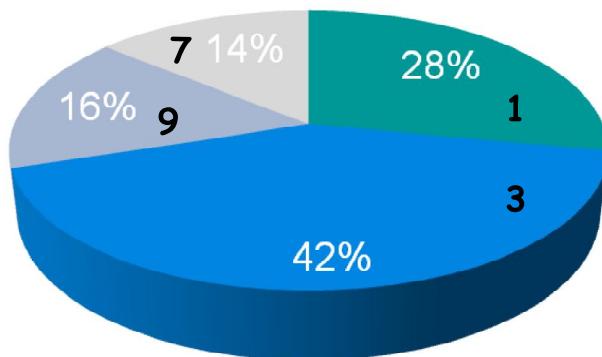
$$P_1 = \frac{0,67}{2,4} \times 100 \cong 28\%$$

$$P_3 = \frac{1}{2,4} \times 100 \cong 42\%$$

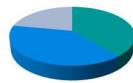
$$P_7 = \frac{0,34}{2,4} \times 100 \cong 14\%$$

$$P_9 = \frac{0,40}{2,4} \times 100 \cong 16\%$$

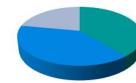
Escolha do Caminho – Probabilidade (FEROMÔNIO)



**Sim ou
Não?**



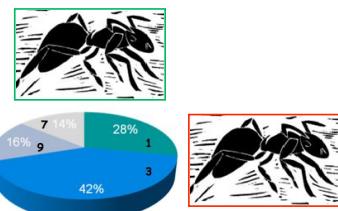
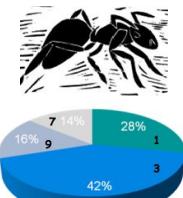
**Sim ou
Não?**



**Sim ou
Não?**

Uma opção: 80% (Sim) / 20% (Não)

Escolha do Caminho – Probabilidade (FEROMÔNIO)



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



Valor de $f(x)$

$$FOB_1(4) = 0,1$$

$$FOB_2(3) = 0,9$$

$$FOB_3(3) = 0,9$$

Feromônio

$$\tau(4) = \frac{1}{0,1}$$

$$\tau(3) = \frac{1}{0,9}$$

$$\tau(3) = \frac{1}{0,9}$$

Depósitos de FEROMÔNIO – ATUALIZAÇÃO



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



$$F(1) = \frac{1}{2,9} + \frac{1}{2,9}$$



$$F(3) = \frac{1}{0,9} + \frac{2}{0,9}$$



$$F(4) = \frac{1}{0,1}$$

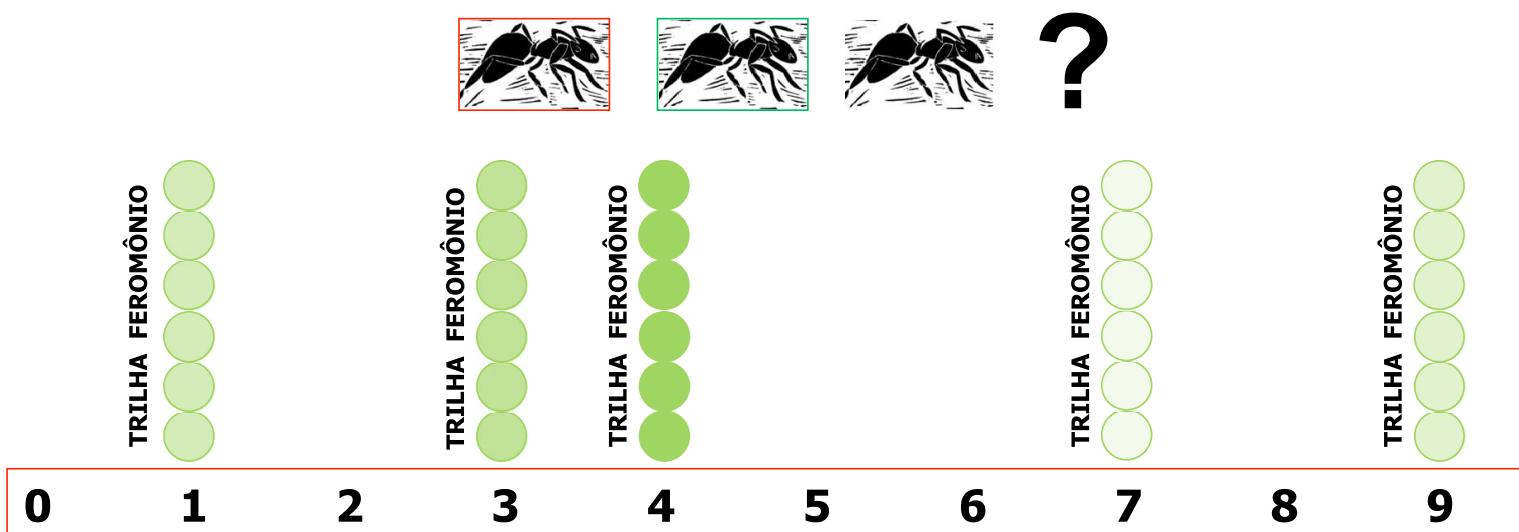


$$F(7) = \frac{1}{2,9}$$



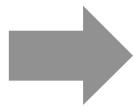
$$F(9) = \frac{1}{4,9} + \frac{1}{4,9}$$

Geração de Soluções – FEROMÔNIO



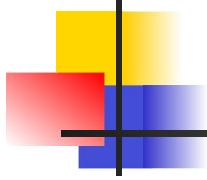
Feromônio Total

$$F_T = 14,77$$



Probabilidades

$P_1 \approx 4,6\%$	$P_3 \approx 22\%$
$P_4 \approx 68\%$	$P_7 \approx 2,3\%$
	$P_9 \approx 2,7\%$



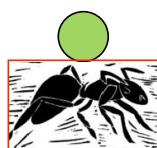
Otimização por Colônia de Formigas



Solução Final

Colônia

Maioria das formigas seguirão esta trilha



68% Probabilidade
Significativa

fontes de alimento

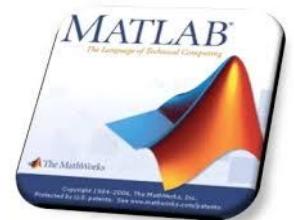
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Simulação Computacional

EXEMPLOS

 ANT1.m

$$\min f(x) = |x - 4,1| \quad x = 0 : 1 : 9$$

 ANTDIN.m

$$\begin{cases} \min f(x) = |x - 20,1| & x = 0 : 1 : 100 \\ \min f(x) = |x - 40,1| & x = 0 : 1 : 100 \\ \min f(x) = |x - 100,1| & x = 0 : 1 : 100 \end{cases}$$

1-400

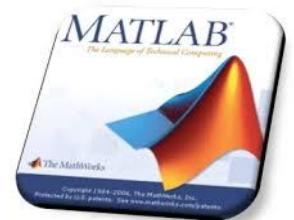
401-800

801-1200

Simulação Computacional



 ANT2.m



Suponhamos que 8, 12 e 9 são as quantidades de Proteínas(P), Carboidratos (C) e Gorduras (G), respectivamente, sejam as necessidades semanais mínimas para cada pessoa.

O alimento tipo-A contém por quilo : 2P, 6C e 1G

O alimento tipo-B contém por quilo : 1P, 1C e 3G

O alimento tipo-A custa R\$3,00 e o tipo-B R\$2,00



Quantos quilos de cada alimento deve-se comprar por semana para ter uma dieta ao menor custo possível?

Modele matematicamente esse problema de otimização.



```
[PROBLEMA:=[{2*X+Y>=8, 6*X+Y>=12, X+3*Y>=9} , 3*X+2*Y, NonNegative]:
```

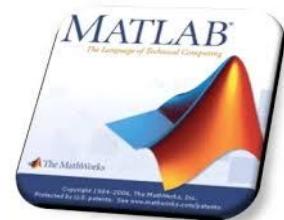
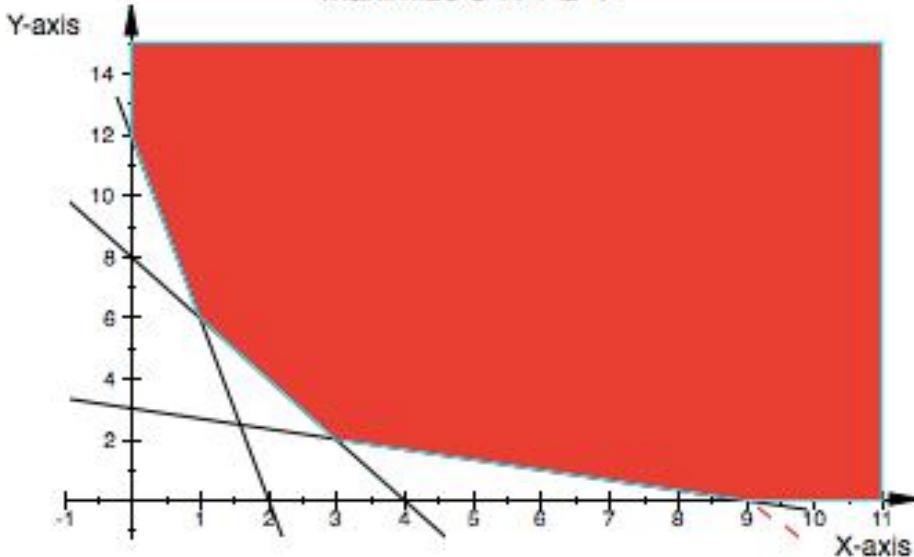
```
linopt::minimize(PROBLEMA)
```

```
[OPTIMAL, {X = 3, Y = 2}, 13]
```

```
GRAFICO:=linopt::plot_data(PROBLEMA,[X,Y]):
```

```
plot(GRAFICO)
```

Maximize $3X + 2Y$



$$\text{Min } Z = 3x_a + 2x_b$$

s.a :

$$R1 : 2x_a + 1x_b \geq 8$$

$$R2 : 6x_a + 1x_b \geq 12$$

$$R3 : 1x_a + 3x_b \geq 9$$

$$x_a, x_b \geq 0$$

Otimização por Colônia de Formigas



Observações Importantes:

Existência de poucos parâmetros de calibragem;

Tempo computacional elevado para problemas de grande porte;

Soluções iniciais são importantes no processo de busca;

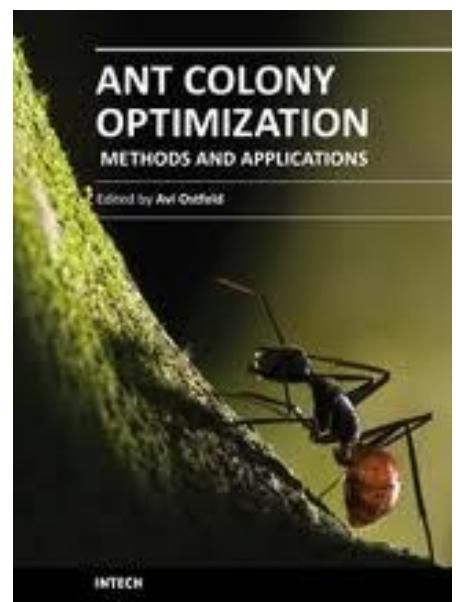
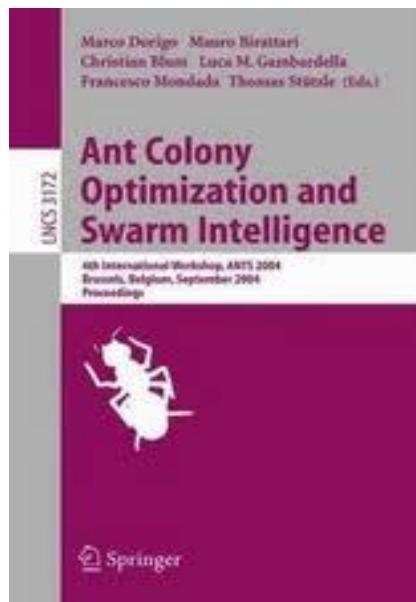
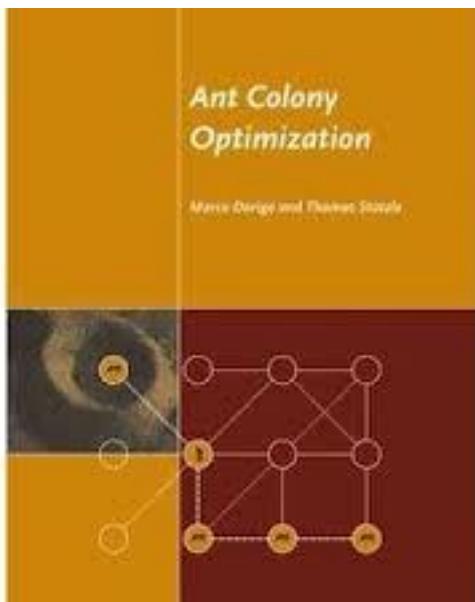
Boa probabilidade de obtenção da solução ótima global;

Modelagem das formigas artificiais (Representação da solução).

Otimização por Colônia de Formigas



Livros: ANT COLONY OPTIMIZATION



Otimização por Colônia de Formigas



Aplicações IEEE: ANT COLONY OPTIMIZATION

Reactive Power Optimization for distribution systems based on Dual Population Ant Colony Optimization

Lirui, Guo ; Limin, Huo ; Liguo, Zhang ; Weina, Liu ; Jie, Hu

Control Conference, 2008. CCC 2008. 27th Chinese

Digital Object Identifier: 10.1109/CHICC.2008.4605757

Publication Year: 2008 , Page(s): 89 - 93

IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS

Robot Planning with Ant Colony Optimization Algorithms

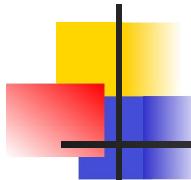
Dongbin, Zhao ; Jianqiang, Yi

Control Conference, 2006. CCC 2006. Chinese

Digital Object Identifier: 10.1109/CHICC.2006.280715

Publication Year: 2006 , Page(s): 1460 - 1465

IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS



Otimização por Colônia de Formigas

Aplicações IEEE: ANT COLONY OPTIMIZATION

Calculation and analysis of electromagnetic in an induction motor based on continuous quantum ant colony optimization

Weili, Li ; Qiaoyu, Yin ; Zhang Xiaochan

Electromagnetic Field Computation (CEFC), 2010 14th

Biennial IEEE Conference on

Digital Object Identifier: 10.1109/CEFC.2010.5481292

Publication Year: 2010 , Page(s): 1

IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS

Optimal operation of cascade reservoirs based on generalized ant colony optimization method

Peng Yong ; Wang Guo-li ; He Bin

Natural Computation (ICNC), 2010 Sixth International

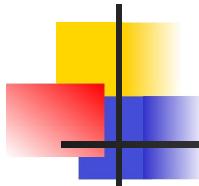
Conference on

Volume: 5

Digital Object Identifier: 10.1109/ICNC.2010.5582995

Publication Year: 2010 , Page(s): 2647 - 2651

IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS



Otimização por Colônia de Formigas



Aplicações IEEE: ANT COLONY OPTIMIZATION

Research of path planning for mobile robot based on improved ant colony optimization algorithm

Zhao, Juan-Ping ; Liu, Jin-Gang ; Gao, Xian-wen ;

Chen, Ying-Qiao

Advanced Computer Control (ICACC), 2010 2nd International Conference on

Volume: 3

Digital Object Identifier: 10.1109/ICACC.2010.5486629

Publication Year: 2010 , Page(s): 241 - 245

Cited by 2

IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS

Voltage collapse detection using ant colony optimization for smart grid applications

Church, C. ; Morsi, Walid G. ; Diduch, Christopher Peter ; El-Hawary, M. E. ; Chang, L.

Electric Power and Energy Conference (EPEC), 2010 IEEE Digital Object Identifier: 10.1109/EPEC.2010.5697185

Publication Year: 2010 , Page(s): 1 - 5

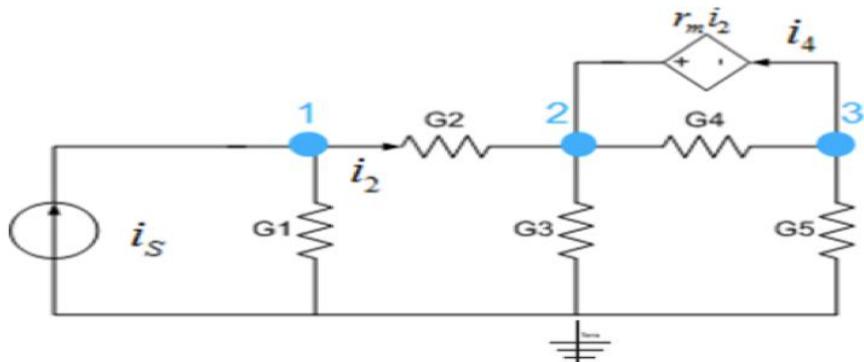
IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS



TRABALHO COMPUTACIONAL

Dante do circuito elétrico abaixo

Resolva via ANT COLONY



Determine os valores ótimos das condutâncias G3, G4 e G5 de modo a maximizar a corrente i_4 . Por questões de projeto têm-se que:

$$V1=10.6v; V2=10.2v; V3=-9.8v; Is=110A; G1=10S; G2=10S;$$

As condutâncias G3, G4 e G5 são discretas e podem assumir os seguintes valores: 1S, 3S, 5S, 10S, 12S, 15S, 17S, 20S, 22S, 25S, 27S e 30S.

TRABALHO COMPUTACIONAL



Observações:

- **Trabalho deve ser elaborado em dupla**
- **Trabalho entregue na forma de relatório junto com o programa desenvolvido.**
- **Trabalho deve ser genérico. Ou seja, deve funcionar para qualquer alteração prévia dos valores de projeto**
- **Entrega até o dia 17/04/2017 (segunda-feira).**