

INTRODUÇÃO

A seguinte pesquisa é uma análise acerca de uma documentação chamada “Têmpera Simulada Aplicada ao Problema de Designação Quadrática”. Esse artigo apresenta a utilização de Têmpera Simulada como solução do problema do caixeiro viajante (PCV), como exemplar de solução de problemas NP (Não polinomiais).

O caso de aplicação em questão é a “designação quadrática”, que corresponde a considerar dois conjuntos e ligações bijetoras entre cada um de seus elementos (todo elemento de um conjunto tem ligação única e exclusiva com um elemento do outro conjunto), esse problema exige minimização de custos que as ligações entre os elementos geram, portanto, apropriado para resolver pela metodologia tema de pesquisa.

A proposta do autor do artigo seria desenvolver uma solução para este problema e estudar valores ideais para a resolução desse problema.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

No desenvolvimento da ferramenta que resolve o problema, o redator introduz toda a ideia da Têmpera Simulada e relaciona em que aspecto o processo térmico se assemelha a essa meta-heurística.

Há apresentação do fator de Boltzmann para evitar ótimos locais e explicação de soluções como vetores, sendo as soluções subseqüentes permutações da solução inicial.

Equação 1- Fator de Boltzmann

$$P(\Delta E) = e^{-\Delta E/T}$$

Equação 2 - Variação no custo dos vetores Ψ

$$\Delta E = E(\Psi) - E(\Psi')$$

Também apresenta o pseudocódigo presente na Figura 1:

Figura 1 - Pseudocódigo da Tempera Simulada

```
Require:  $T_0, T_f, L$   
 $T \leftarrow T_0$ ;  $S_0$  gera solução inicial;  $S \leftarrow S_0$ ;  $S^* \leftarrow S_0$ ;  
while  $T > T_f$  do  
  for  $i \leftarrow 1$  até  $L$  do  
     $S' \leftarrow$  solução vizinha de  $S$ ;  $\Delta E \leftarrow E(S) - E(S')$ ;  
    if  $\Delta E < 0$  ou  $\text{rand}[0, 1] < e^{(-\Delta E/T)}$  then  
       $S \leftarrow S'$ ;  
    end if  
    if  $S < S^*$  then  
       $S^* \leftarrow S$ ;  
    end if  
  end for  
   $T \leftarrow \alpha T$ ;  
end while
```

Os parâmetros dessa implementação de Têmpera Simulada são três: taxa de decréscimo de temperatura, temperatura inicial e número de iterações. Todas tiveram intervalos bem definidos, conforme a Figura 2, os organiza.

Figura 2 - Fator Redutor (α), Temperatura Inicial (T_0) e Iterações (L)

$$\begin{aligned} 0.5 &\leq \alpha \leq 0.99 \\ 250 &\leq L \leq 1.000 \\ 1.000 &\leq T_0 \leq 10.000 \end{aligned}$$

O redator utiliza um algoritmo alternativo para calcular custos ótimos para a resolução do seu problema, como comparativo dos resultados obtidos pela sua implementação de Têmpera Simulada, cada instância do problema é registrado em uma tabela contrastando o resultado da execução do programa do autor com o calculado pela caso ótimo, também ressalta o quão próximo foi a solução sob aplicação de quais valores dos três parâmetros acima foi utilizado. A tabela é apresentada pela Figura 3.

Figura 3 - Tabela de Valores Teste

Instância	Solução Obtida	Solução QPABLib	% optimalidade	α	L	T0
had12	1690	1652	97,75	0.99	750	200
had14	2824	2724	96,45	0.95	1000	3000
chr15b	7990	7790	100	0.95	250	6000
esc16h	1012	996	98,41	0.8	750	1000
els19	17212548	17212548	100	0.5	750	3000
chr22a	7792	6156	79	0.9	750	8000
bur26c	5426809	5426795	99,99	0.95	250	1000
bur26f	3782226	3782044	99,99	0.95	1000	7000
kra30b	94050	88900	94,52	0.99	5000	9000
kra32	22430	88700 (???)	395,45(??)	0.6	1000	8000
esc32a	274	130	47,44	0.99	500	3000
sko90	131668	115334	87,59	0.85	750	3000

Complementar a essa implementação, o autor faz comparação entre essas grandezas de parâmetros para estabelecer relações entre elas por meio de plotagem gráfica do Software MATLAB.

Comparações entre valores do fator redutivo (taxa de decréscimo) em relação e temperatura inicial não renderam conclusões, nem entre fator redutor e número de iterações. No entanto, a comparação entre temperatura inicial e número de iterações tinha um resultado interessante quando o custo objetivo (realizado por aquele outro algoritmo) e a temperatura inicial tinha valores bem discrepantes.

O autor do artigo conclui sua publicação reconhecendo erro em adotar valores de temperatura inicial sem considerar as amostras de vetores permutadas que geram o valor do fator de Boltzmann (presente na equação 1), justamente pela razão entre $-\Delta E$ e T gerar um comportamento aleatório pelo grande valor de T perante $-\Delta E$; isto é, seu algoritmo sempre gerava $e^{-\Delta E/T} > 0$, assim simulando um comportamento randômico.

CONCLUSÃO

O estudo apresenta uma abordagem diferente de apenas a aplicação da busca local de Têmpera Simulada, mas também estuda quais valores e suas relações para determinado problema. A importância da especificidade dos parâmetros para determinação de soluções ótimas também é ressaltada e assunto chave nas etapas pós-execução do método de busca.

BIBLIOGRAFIA

Corrêa, F. A. (3 de Dezembro de 2007). *Instituto de Informática UFRGS*. Fonte:
UFRGS:
<https://www.inf.ufrgs.br/~MRPRITT/lib/exe/fetch.php?media=inf05010:sa-r.pdf>