

## ALGORITMOS GENÉTICOS E O PROBLEMA DA TURBINA HIDRÁULICA

*Greice da Silva Lorenzetti<sup>1</sup>, Dr. Oclide José Dotto<sup>2</sup>, Msc. Adalberto Ajara Dornelles Filho<sup>3</sup>, MSc. Magda Mantovani Lorandi<sup>4</sup>, MSc. Mauren Turra Pize<sup>5</sup>, Msc. Vânia Maria Pinheiro Slaviero<sup>6</sup>, Elisângela Pinto Francisquetti<sup>7</sup>, Katia Arcaro<sup>8</sup>.*

### Resumo

Os Algoritmos Genéticos (AGEN) conquistaram grande popularidade em problemas de otimização no mundo real. Devido à globalização da economia, os desafios do progresso de um país enfrentam o mercado internacional. Para sobreviver à forte competição, não se pode mais aceitar soluções obtidas por tentativa-e-erro, mas impõe-se a escolha de soluções ótimas, comparativamente a todas as outras soluções. AGEN são métodos de procura e otimização que funcionam semelhantemente aos princípios na evolução natural. Com base nos princípios da sobrevivência do mais apto de *Darwin*, o procedimento da busca desses algoritmos produz, com alta probabilidade, as melhores soluções globais, muitas vezes difíceis de achar com outras técnicas. Além disso, os Algoritmos Genéticos são atraentes na engenharia e aplicações, porque são fáceis de usar. Suas aplicações incluem *design* de componentes mecânicos e de estruturas, planejamento de horários e outros, sistemas de controle e elétricos, reconhecimento de quadros, problemas de classificação, desdobramento de proteínas, *design* de redes neurais, pesquisa operacional, aprendizagem de máquinas, etc. Os AGEN são também apropriados para a otimização em problemas que envolvem objetivos múltiplos.

**Palavras-chave:** Algoritmos Genéticos; otimização; MATLAB.

### Implementando um Algoritmo Genético

Os Algoritmos Genéticos formam uma família de modelos computacionais que imitam a genética e o processo de seleção natural. Uma implementação de um AGEN começa pela geração aleatória de uma população, onde depois de selecionados os melhores indivíduos (cromossomos), estes ficam sujeitos ao cruzamento e à alteração de determinadas

---

<sup>1</sup> Licenciada em Matemática – Universidade de Caxias do Sul [gslorenz@ucs.br](mailto:gslorenz@ucs.br)

<sup>2</sup> Coordenador e Orientador – Universidade de Caxias do Sul [ojdotto@cipnet.com.br](mailto:ojdotto@cipnet.com.br)

<sup>3</sup> Pesquisador – Universidade de Caxias do Sul [aadornef@ucs.br](mailto:aadornef@ucs.br)

<sup>4</sup> Pesquisador – Universidade de Caxias do Sul [mlorandi@ucs.br](mailto:mlorandi@ucs.br)

<sup>5</sup> Pesquisador – Universidade de Caxias do Sul [mtpize@ucs.br](mailto:mtpize@ucs.br)

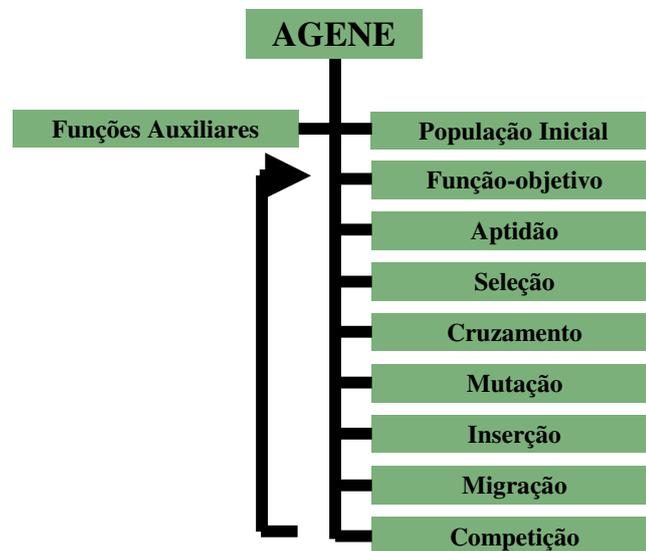
<sup>6</sup> Pesquisador – Universidade de Caxias do Sul [vanciasla@terra.com.br](mailto:vanciasla@terra.com.br)

<sup>7</sup> Bolsista de Iniciação Científica – Universidade de Caxias do Sul [epfranci@ucs.br](mailto:epfranci@ucs.br)

<sup>8</sup> Bolsista de Iniciação Científica – Universidade de Caxias do Sul [karcaro@ucs.br](mailto:karcaro@ucs.br)

características (mutação). Tal como numa população real, os melhores indivíduos têm a tendência de subsistir, criando novas gerações. A seleção favorece a reprodução de indivíduos mais aptos, isto é, com melhor valor funcional (valor-objetivo). O mecanismo de cruzamento permite a troca de material entre os indivíduos gerando descendentes com informação combinada dos ascendentes. A mutação consiste na modificação aleatória e ocasional do cromossomo. O processo repete-se até ser alcançada a otimização funcional ou até que seja atingido o número de iterações especificado.

A seguir temos um esquema do funcionamento do algoritmo AGENE, desenvolvido pelo Grupo AGEN.



### Aplicação do Algoritmo AGENE - Turbina Hidráulica

O problema a seguir foi proposto por *Stewart* em *Cálculo*, volume II, 4ªed., p. 959.

A *Great Northern Paper*, de *Millinocket*, no estado do *Maine*, EUA, opera uma usina hidroelétrica no rio *Penobscot*. A água é bombeada de uma represa para a usina geradora de potência. A taxa na qual a água flui nas tubulações varia, dependendo das condições externas. A usina geradora de potência tem três turbinas hidroelétricas diferentes; para cada uma delas, é conhecida a quantidade de potência elétrica que ela gera em função do fluxo de água que chega à turbina (função de potência da turbina).

A água que chega pode ser distribuída em quantidades diferentes entre as turbinas, e nosso objetivo é determinar como programar essa distribuição de

água para obter a produção total máxima, dada a taxa de vazão que entra na usina geradora.

Usando dados experimentais e a equação de *Bernoulli*, chegou-se ao modelo quadrático mostrado para a saída de potência de cada turbina, com as seguintes vazões de operação permitidas:

$$\begin{aligned}
 KW_1 &= (-18.89 + 0.1277Q_1 - 4.08 \times 10^{-5}Q_1^2)(170 - 1.6 \times 10^{-6}Q_T^2) \\
 KW_2 &= (-24.51 + 0.1358Q_2 - 4.69 \times 10^{-5}Q_2^2)(170 - 1.6 \times 10^{-6}Q_T^2) \\
 KW_3 &= (-27.02 + 0.1380Q_3 - 3.84 \times 10^{-5}Q_3^2)(170 - 1.6 \times 10^{-6}Q_T^2) \\
 250 &\leq Q_1 \leq 1110 \\
 250 &\leq Q_2 \leq 1100 \\
 250 &\leq Q_3 \leq 1225
 \end{aligned}$$

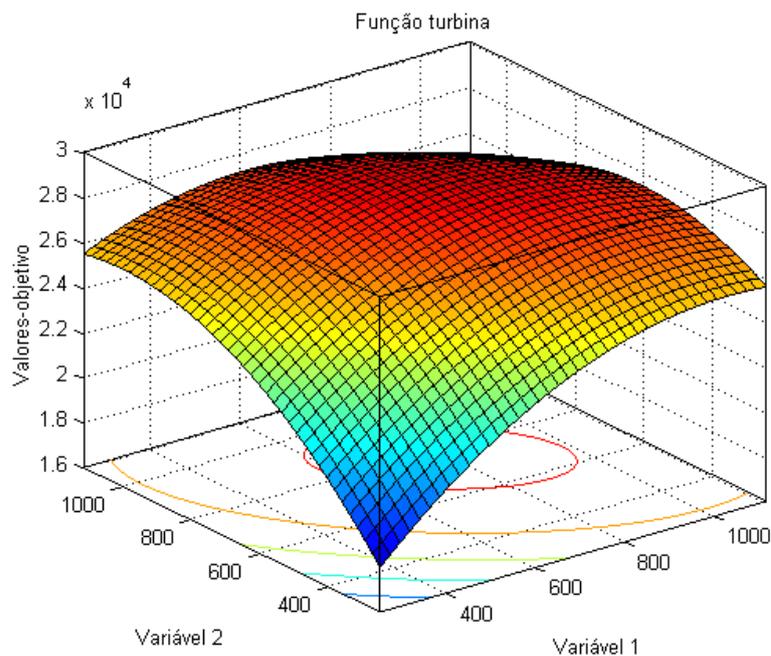
onde,

$Q_i$  é o fluxo através da turbina ( $\text{ft}^3/\text{s}$ );

$KW_i$  é a potência gerada pela turbina  $i$  ( $Kw$ );

$Q_T$  é o fluxo total através da usina geradora ( $\text{ft}^3/\text{s}$ ).

Se as três turbinas estiverem sendo usadas, queremos determinar o fluxo  $Q_i$  em cada turbina que resultar na produção total máxima de energia. Nossas limitações são que o fluxo total precisa ser igual ao fluxo que chega à usina e que para cada turbina o fluxo esteja na faixa permitida.



## Resultados produzidos pelo Algoritmo AGENE

```
>> X = agene('turbina')
```

```
Fim da otimização: máx. gerações (100 gerações; tempo 0.06 minutos)
```

```
Melhor valor-objetivo: -28411.7 na geração 59
```

```
Melhor indivíduo: 777.35      762.58      960.05
```

onde o melhor indivíduo representa o fluxo através das turbinas  $Q_1$ ,  $Q_2$  e  $Q_3$  que desejávamos encontrar.

## Conclusão

A rapidez e a eficiência dos Algoritmos Genéticos, mesmo diante de problemas considerados desafios, vêm confirmar a tendência de este recurso ser cada vez mais utilizado, principalmente em grandes empresas, com o intuito de minimizar gastos e tempo na busca da solução ótima para problemas.

## Referências Bibliográficas

STEWART, James. *Cálculo*. Volume 2. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 4ª ed, 2001.