

4

Técnica de otimização

Como foi visto anteriormente, a alocação inteligente dos quadros de distribuição em baixa tensão, visando à minimização do custo dos cabos elétricos pode ser obtida pelo posicionamento ótimo dos quadros de distribuição em relação à subestação que os alimenta e as cargas que são alimentadas por eles.

Um ajuste opcional e mais sensível pode ser feito através de alterações na composição dos quadros de distribuição de modo que os circuitos que os compõem tenham um comportamento mais homogêneo. Esse ajuste pode inclusive acarretar na mudança do número de quadros de distribuição originalmente previstos. Entretanto, esse ajuste opcional não é viável de modo automático prevendo todas as possibilidades por questões de processamento. Logo, deve ser feito manualmente, associado a uma verificação do efeito sobre os resultados.

Por outro lado o posicionamento ótimo também apresenta inúmeras possibilidades de alocação como foi explicado no item 3.1.2. Mas, diferente do ajuste pela composição dos quadros de distribuição, o ajuste pelo posicionamento pode ser trabalhado através de técnicas computacionais visando encontrar o posicionamento dos quadros que leve ao menor custo possível com os cabos elétricos. A seguir são estudados alguns aspectos do problema que são determinantes para a escolha da técnica a ser utilizada.

4.1.

Características do problema

4.1.1.

Espaço de busca

Como foi visto no capítulo anterior, uma planta industrial de médio porte alcança facilmente centenas de circuitos elétricos que são agrupados em dezenas de quadros de distribuição. Por outro lado, a área de uma planta

industrial, mesmo impondo restrições, é da ordem de milhares de metros quadrados. Assim, tem-se uma quantidade de possibilidades de posicionamento desses quadros de distribuição ao longo da planta, da ordem de dezenas de milhares o que caracteriza um vasto espaço de busca e inviabiliza a busca exaustiva da melhor solução.

As restrições ao posicionamento de quadros de distribuição ao longo da área impostas pelos usuários reduzem esse espaço de busca. Entretanto, não são suficientes para viabilizar um processo de busca exaustiva do melhor posicionamento.

4.1.2.

Estrutura do problema

Para vários problemas é frequentemente possível encontrar um algoritmo que ofereça uma solução ótima ou aproximadamente ótima. Alguns desses algoritmos requerem, no entanto, o conhecimento do modelo matemático que representa o problema, informação esta, muitas vezes, não disponível ou difícil de ser obtida (Pacheco, 1999).

O problema de posicionamento dos quadros de distribuição é um problema mal estruturado do ponto de vista matemático, principalmente em função das diversas possibilidades de restrição ao posicionamento. Isso dificulta muito a obtenção de um modelo matemático direto para o problema uma vez que a área passível de posicionamento poderá ser descontínua em vários pontos. Caso seja possível o modelamento matemático desses problemas, ele tende a apresentar sentenças matemáticas muito complexas sujeitas a existência de muitos mínimos locais.

4.1.3.

Quantidade de variáveis

Outra característica que não se encaixa em qualquer técnica de otimização, é que nesse tipo de problema existe uma quantidade muito grande de variáveis a ser definida, afinal cada quadro de distribuição a ser posicionado requer, pelo menos, 2 coordenadas geográficas. Considerando que uma planta industrial média terá pelo menos 10 quadros de distribuição, isso demandaria um

sistema de 20 equações cuja solução matemática direta seria muito onerosa do ponto de vista de capacidade computacional.

4.1.4.

Quantidade de parâmetros

Por último, esse tipo de problema possui uma quantidade de parâmetros de configuração muito grande. É necessário informar para o problema as coordenadas x e y de todas as cargas atendidas pelos quadros de distribuição. Além disso, o problema precisa da parametrização dos preços de todos os cabos elétricos utilizados. Para a planta de médio porte que tem sido utilizada como exemplo, serão centenas de parâmetros a serem definidos. Poucos métodos de otimização permitem a adoção de um número tão grande de parâmetros.

4.2.

Características dos algoritmos genéticos

Algoritmos genéticos constituem uma técnica de busca e otimização, altamente paralela, inspirada no princípio Darwiniano de seleção natural e reprodução genética (Goldberg, 1989).

A computação evolucionária dispensa informações auxiliares e oferece algoritmos (algoritmos genéticos, programação genética, eletrônica evolucionária) que são de fácil aplicação e, problemas complexos, com grandes espaços de busca, de difícil modelagem, ou para os quais não há um algoritmo eficiente disponível. A sua aplicação é reconhecidamente flexível, permitindo revisão da modelagem, introdução de novos objetivos e incorporação de novas regras (parâmetros) (Pacheco, 1999).

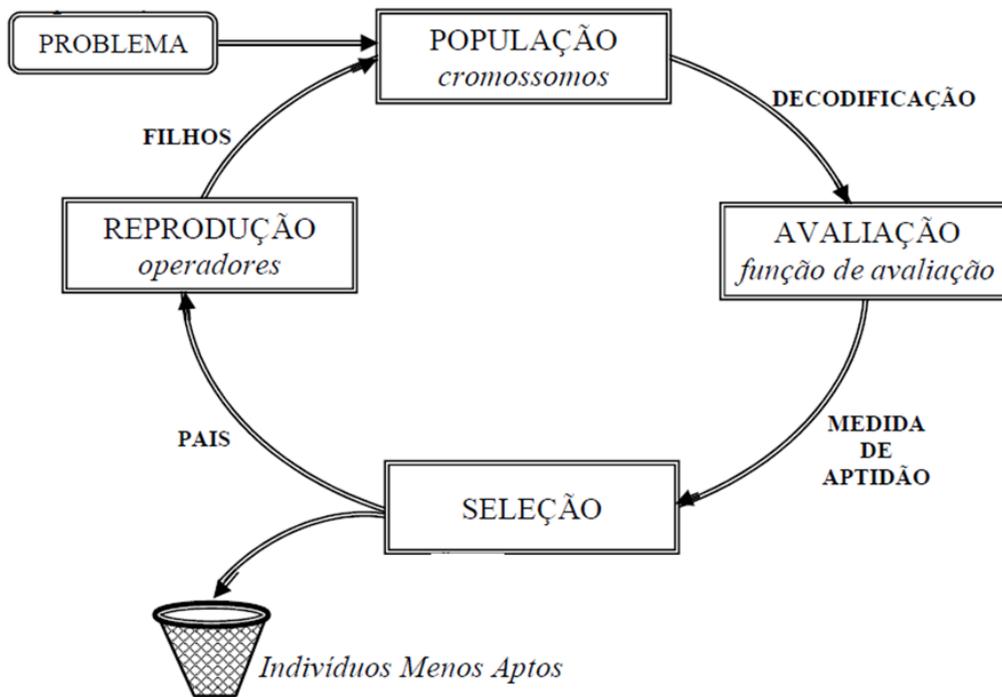


Figura 1 - Algoritmos Genéticos

Fonte: Pacheco, 1999

A maioria dos métodos tradicionais de otimização se movem de um ponto no hiperespaço de decisão usando alguma regra determinística. O problema com isso é a grande probabilidade de que durante a busca o método encontre um mínimo local e fique preso nele. A inicialização de um algoritmo genético é feita com um conjunto diversificado (população) de potenciais soluções (vetores do hiperespaço), isto permite a exploração de muitos mínimos locais em paralelo, reduzindo a probabilidade de se ficar preso em um deles (Masoum *et al*, 2004).

Mesmo que os algoritmos genéticos sejam probabilísticos, não configuram estritamente uma busca aleatória da solução. Os operadores estocásticos utilizados nas operações sobre a população dirigem a busca em direção de regiões do hiperespaço que são susceptíveis de ter valores mais elevados de aptidão (melhores soluções) (Masoum *et al*, 2004).

Em síntese eles se baseiam inicialmente na geração de uma população formada por um conjunto aleatório de indivíduos que podem ser vistos como possíveis soluções do problema. Durante o processo evolutivo, esta população é avaliada dando-se para cada indivíduo um índice, refletindo sua habilidade de adaptação a determinado ambiente. Uma porcentagem dos mais adaptados é

mantida, enquanto os outros são descartados. Os membros mantidos pela seleção podem sofrer modificações em suas características, através de mutações e recombinação, gerando descendentes para a próxima geração. Este processo, chamado de reprodução, é repetido até que um conjunto de soluções satisfatórias seja encontrado.

Os algoritmos genéticos diferem de outros métodos tradicionais de otimização, principalmente em quatro aspectos:

- Trabalham com uma codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros;
- Trabalham com um espaço de busca, onde estão todas as possíveis soluções do problema e não um único ponto;
- Utilizam informação de custo ou recompensa e não derivadas ou outro conhecimento auxiliar;
- Utilizam regras de transição probabilísticas e não determinísticas.

Em comparação com outras técnicas de otimização não-lineares e irrestritas, algoritmos genéticos são relativamente fáceis de implementar. Além disso, não é necessário que a função objetivo tenha certas propriedades matemáticas tais como continuidade e diferenciabilidade. Como resultado, os algoritmos genéticos estão aptos a realizar buscas para obter melhores soluções para problemas complexos onde existem grandes espaços de solução, como o posicionamento de um sensor (Pengzheng, 2012).

4.3.

Razões para a escolha da técnica de otimização

Algoritmos genéticos bem configurados conseguem testar as várias regiões do espaço de busca sem perder de vista o objetivo da otimização e também permitem a inserção de restrições ao modelo que reflitam dificuldades reais que o projeto tenha que superar. Além disso, se adaptam bem a grandes quantidades de variáveis e parâmetros sem demandar grande esforço computacional.

Apesar de não terem sido encontradas referências na literatura de aplicação específica de algoritmos genéticos para o posicionamento ótimo de quadros de distribuição de baixa tensão, os algoritmos genéticos têm sido largamente utilizados em problemas que requerem otimização de posicionamento com objetivos simples ou com vários objetivos, como pode ser

apreciado em Barret (2007) usando-os para o posicionamento de sensores contra intrusão, Xhafa (2011) usando-os para o posicionamento ótimo roteadores em redes de comunicação *wireless mesh*, ou Akorede (2010) aplicando essa ferramenta para a alocação ótima de unidades de geração distribuída em sistemas de potência malhados ou ainda Bahabadi (2011), utilizando algoritmos genéticos para o posicionamento ótimo de medidores fasoriais em sistemas de distribuição desbalanceados.

A aplicação dos algoritmos genéticos ao problema da alocação dos quadros de distribuição visando a minimização do custo de cabos elétricos se assemelha bastante às aplicações de posicionamento encontradas na literatura e isso foi o que motivou inicialmente o estudo dessa técnica para uso nesse trabalho. Posteriormente, diante dos aspectos do problema detalhados nesse capítulo e das características dos algoritmos genéticos explicadas, ratificou-se a decisão de que essa técnica de inteligência artificial era indicada para a resolução desse tipo de problema. A figura a seguir, resume esse cenário.

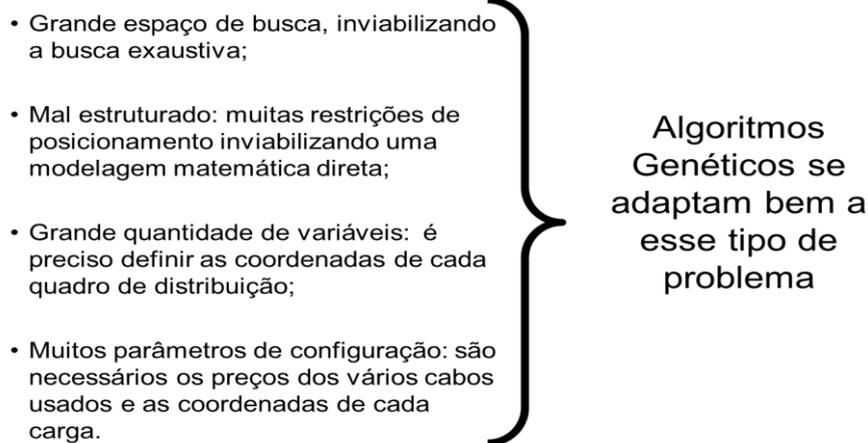


Figura 2 - Escolha do método de otimização.

Fonte: o próprio autor