

# ALGORITMO GENÉTICO GARP PARA MODELAGEM AMBIENTAL

LUCAS PERSONA<sup>1</sup>  
PEDRO LUIZ PIZZIGATTI CORRÊA<sup>2</sup>  
ANTONIO MAURO SARAIVA<sup>3</sup>

**RESUMO** – Este trabalho apresenta o estudo realizado sobre Algoritmos Genéticos, que são baseados em um processo evolutivo na procura de soluções melhores adaptadas a uma situação. Dentre os Algoritmos Genéticos, uma atenção especial é dada ao Algoritmo Genético GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production – Algoritmo Genético para Produção de Conjunto de Regras), que utiliza informações sobre condições ambientais e disposição geográfica conhecida das espécies para prever mapas de distribuição de espécies em estudos sobre biodiversidade. Todo este estudo visa fornecer um conhecimento básico para a implementação de um software em JAVA, baseado no GARP, para criar modelos de predição ambiental, tornando possível prever, com certa segurança, qual será a organização e composição de diversos ecossistemas. Este software tem por aplicação final, permitir um estudo da utilização do GARP em conjunto com uma base de dados de biodiversidade de abelhas brasileiras.

**PALAVRAS-CHAVES:** Algoritmo Genético, GARP, modelagem ambiental, modelos de predição, biodiversidade.

## GENETIC ALGORITHM GARP FOR PREDICTIVE MODELING

**ABSTRACT** – This paper presents a research done on Genetic Algorithms, which are based on an evolutive process of searching the solutions that better fit on a situation. Among the Genetic Algorithms, a special attention is given to GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production), that uses environment conditions and known geographical species distribution information to create predictive species distributions models. The purpose of this research is to provide a basic knowledge base to implement a JAVA software, based on GARP, to create predictive models, making it possible to predict, with some assurance, what will be the

---

<sup>1</sup> Acadêmico do 4º ano do curso de Ciência da Computação da Escola de Engenharia de Piracicaba, Av. Monsenhor Martinho Salgot, 560, Piracicaba, São Paulo, 13414-040, email: contato@lucaspersona.com.br

<sup>2</sup> Bacharel em Ciências da Computação, Professor Assistente Doutor Escola Politécnica da USP, Laboratório de Automação Agrícola, email: pedro.correa@poli.usp.br

<sup>3</sup> Eng. Eletricista, Eng. Agrônomo, Livre-docente da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, Laboratório de Automação Agrícola, email: antonio.saraiva@poli.usp.br

organization and composition of several ecosystems. The purpose of the developed software is a research on GARP's usage altogether with a biodiversity database of Brazilian bees.

**KEYWORDS:** Genetic Algorithm, GARP, predictive modeling, prediction models, biodiversity.

## 1. INTRODUÇÃO

Os avanços da civilização moderna, nas mais diversas áreas, têm contribuído para mudanças no meio-ambiente e na relação entre seres vivos. Em função da aceleração do processo de extinção de várias espécies, decorrente de ações diretas ou indiretas dos seres humanos, torna-se necessário ser capaz de prever, com certa segurança, qual será a organização e composição de diversos ecossistemas.

Neste contexto, a utilização de Algoritmos Genéticos no processo de Modelagem Ambiental possibilita antecipar algumas mudanças como o deslocamento geográfico, extinção e adaptação de espécies. Segundo PETERSON, Modelagem Ambiental é “qualquer abstração do mundo natural com algum poder de prever eventos com base em princípios gerais” (PETERSON, 2002).

O Algoritmo Genético GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production – Algoritmo Genético para Produção de Conjunto de Regras) utiliza-se de informações sobre condições ambientais e disposição geográfica conhecida das espécies para prever mapas de distribuição das espécies.

Uma implementação do GARP em Java possibilitará uma maior abrangência no seu uso, devido à própria portabilidade da linguagem, além de permitir sua utilização na forma de serviços distribuídos pela Internet.

## 2. ALGORITMOS GENÉTICOS

Algoritmos Genéticos fazem parte do ramo de Computação Evolucionária, pertencente à área de Inteligência Artificial. Inicialmente desenvolvidos na década de 60 por John H. Holland, os algoritmos genéticos se baseiam em um processo evolutivo onde novos conjuntos de soluções são criados até que certas condições sejam atingidas, em outros termos, procuram-se soluções melhores adaptadas a uma situação.

Conforme HOLLAND (1992), adaptação, em qualquer contexto, envolve uma modificação progressiva de alguma estrutura ou estruturas. Sugere que, em um processo de

adaptação existem os modificadores das estruturas, responsáveis por criar novas estruturas possivelmente melhor adaptadas a uma situação. Esta situação é denominada por ele como “*the environment of the system undergoing adaptation* - o ambiente do sistema submetido à adaptação” (HOLLAND, 1992).

A ação dos modificadores nas estruturas corresponde ao plano adaptativo que, segundo HOLLAND (1992), determina quais estruturas aparecem em resposta ao ambiente, e o conjunto de estruturas alcançável, e, aplicando todas as seqüências possíveis de operadores, define os limites do domínio de ação do plano adaptativo.

Uma medida de aptidão, definida por HOLLAND, identificará, a cada estágio do plano adaptativo, as estruturas melhores adaptadas ao ambiente e que terão maior influência nas estruturas do próximo estágio do plano adaptativo.

### 3. GARP

O Algoritmo Genético GARP (*Genetic Algorithm for Rule-set Production* – Algoritmo Genético para Produção de Conjunto de Regras) utiliza-se de informações sobre condições ambientais e disposição geográfica conhecida das espécies para prever mapas de distribuição das espécies.

Foi criado por David Stockwell (STOCKWELL, 2003) com o objetivo de ser um método genérico e com desempenho confiável para analisar todos os dados e relacionamentos potenciais das espécies com o meio-ambiente. Os modelos do GARP são formados por um conjunto de regras, onde uma regra equivale a uma estrutura, ou indivíduo, de uma população. Esta população de regras do GARP é gerada de acordo com os conceitos de algoritmos genéticos, através dos operadores ou modificadores de estruturas.

De acordo com STOCKWELL (2003), o algoritmo utilizado pelo GARP é o seguinte:

1. criar uma população de estruturas inicial;
2. escolher um subconjunto randômico de dados
3. avaliar população atual;
4. gravar as melhores regras em um arquivo de regras;
5. encerrar exibindo o arquivo de regras, ou continuar;
6. escolher nova população, utilizando o arquivo de regras e geradores randômicos;
7. aplicar operadores heurísticos para a população;
8. voltar para passo 2;

Alguns sistemas, baseados no GARP, são utilizados como referência de aplicação e modo de processamento de informações de biodiversidade. Os sistemas em questão são:

DESKTOPGARP (2003), desenvolvido por R. S. Pereira para o Centro de Pesquisa de Biodiversidade da Universidade de Kansas em conjunto com o Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA, permite utilizar o algoritmo GARP, diretamente em um computador pessoal, para prever e analisar distribuições de espécies.

LIFEMAPPER (2003), desenvolvido por R. S. Pereira juntamente com a equipe do LifeMapper, do Centro de Pesquisas em Biodiversidade da Universidade de Kansas. O LifeMapper se utiliza da Internet para criar uma estrutura de processamento paralela através de programas clientes executando, principalmente, na forma de protetores de tela (*screen-saver*). Cada cliente realiza o processamento do modelo de uma determinada espécie, através do algoritmo GARP, e envia os resultados para um servidor do LifeMapper.

WHYWHERE (2003), desenvolvido por David Stockwell no Centro de Supercomputadores de San Diego, disponibiliza uma interface Web para a utilização do GARP, permitindo a criação de diversos modelos de distribuição de espécies.

#### **4. IMPLEMENTAÇÃO**

A linguagem escolhida para implementação do algoritmo genético GARP foi a Linguagem Java, JDK 1.4 (SUN, 2003).

Os dados de biodiversidades das abelhas brasileiras citados anteriormente são do projeto WebBee que tem por objetivo "organizar as informações e o conhecimento gerados nas pesquisas sobre os meliponídeos, e facilitar o acesso remoto a esses conteúdos, contribuindo para a sua difusão e estimulando o trabalho e a pesquisa cooperativos" (SARAIVA; IMPERATRIZ-FONSECA, 2002; WEBBEE, 2003).

#### **5. CONCLUSÕES**

A aplicação de Algoritmos Genéticos a este domínio de modelagem ambiental surge como alternativa a outros algoritmos de busca, que poderiam inviabilizar a criação de um modelo de predição. Esta inviabilidade pode ocorrer devido à grande quantidade de variáveis necessárias para a criação dos modelos.

Outro aspecto resultante de algoritmos de busca alternativos é a possibilidade dos resultados se restringirem a mínimos e máximos locais, não tendo então uma melhor representação da realidade.

Através da utilização de um software que implemente o algoritmo genético GARP, torna-se possível criar modelos ambientais com um melhor aproveitamento dos dados, completos ou incompletos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DESKTOPGARP. Disponível em: <<http://www.lifemapper.org/desktopgarp>>. Acesso em: 3 mai. 2003.

HOLLAND, J.H. **Adaptation in Natural and Artificial Systems**. Cambridge, Massachusetts: University of Michigan Press. MIT Press., 1992.

HOLLAND, J.H. Genetic Algorithms. **Scientific American**. New York, v.267, n.1, p. 44-50, jul. 1992.

LIFEMAPPER. Disponível em: <<http://www.lifemapper.org>>. Acesso em: 16 jun. 2003.

PETERSON, A.T. Predicting Species' Geographic Distributions based on Ecological Niche Modeling. **The Condor**. v.103, n.3, p. 599-605, ago. 2001.

PETERSON, A.T. Simuladores do Futuro. **Revista Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n.80, p. 32-35, out. 2002.

PETERSON, A.T.; VIEGLAIS, D.A. Predicting Species Invasions Using Ecological Niche Modeling: New Approaches from Bioinformatics Attack a Pressing Problem. **Bioscience**. v.51, p. 363-371, mai. 2001.

SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. WebBee: Uma rede de informações sobre biodiversidade brasileira em abelhas nativas. In: Encontro sobre Abelhas, 5., Ribeirão Preto. 2002. **Anais**. Ribeirão Preto: FFCLRP/FMRP/USP, 2002. p.108-113.

STOCKWELL, D.R.B.; PAYNE, K. **GARP Modelling System User's Guide and Technical Reference**. San Diego Supercomputer Center. Disponível em:

<<http://biodi.sdsc.edu/Doc/GARP/Manual/manual.html>>. Acesso em: 3 mai. 2003.

STOCKWELL, D.R.B. **Genetic algorithms for species distribution modeling**. Disponível em: <<http://biodi.sdsc.edu/~davids/Project/SGER/GAS/outline.html>>. Acesso em: 4 mai. 2003.

WEBBEE. **Projeto WebBee**. Disponível em <<http://www.webbee.org.br>>. Acesso em: 30 abr. 2003.

WHYWHERE. San Diego Supercomputer Center. Disponível em:

<[http://biodi.sdsc.edu/ww\\_home.html](http://biodi.sdsc.edu/ww_home.html)>. Acesso em: 3 mai. 2003.