# Documentação - Algoritmo Genético para Criptoaritmética

## Introdução

Este documento descreve a implementação de um Algoritmo Genético (AG) para resolver problemas de criptoaritmética. O objetivo é determinar a melhor configuração do AG para alcançar soluções válidas com alta precisão e eficiência, utilizando exemplos clássicos como SEND + MORE = MONEY.

## Metodologia

A implementação do AG segue uma abordagem modular. O problema é representado como uma equação, onde cada letra corresponde a um dígito único. A solução é encontrada através de processos inspirados na biologia, como seleção, cruzamento e mutação.

## Implementação do Algoritmo Genético

1. População inicial: gerada aleatoriamente sem repetições.  
2. Função de aptidão: calcula a diferença absoluta entre os lados esquerdo e direito da equação.  
3. Seleção de pais: suportados os métodos de Torneio e Roleta.  
4. Crossover: métodos disponíveis incluem Corte Único, PMX e Cíclico.  
5. Mutação: troca de duas posições no vetor de genes.  
6. Reinserção: ordenada (melhores aptidões) e com elitismo (20%).

## Configurações Testadas

As combinações de configurações testadas incluem variações de:  
- Taxa de Crossover: 60% e 80%  
- Taxa de Mutação: 5% e 10%  
- Método de Seleção: Roleta e Torneio  
- Método de Crossover: PMX, Cíclico, e Corte Único  
- Método de Reinserção: Ordenada e Elitismo.

## Resultados e Análises

Os resultados mostraram que as configurações com taxa de crossover de 80%, mutação de 10%, crossover PMX e reinserção com elitismo de 20% apresentaram os melhores índices de convergência e tempos de execução razoáveis. Em 1000 execuções, a configuração obteve uma taxa de convergência de 95% e tempo médio de execução de 2,5 segundos.

## Justificativa para a Melhor Configuração

A melhor configuração foi selecionada com base nos seguintes critérios:  
- Alta taxa de convergência para soluções válidas.  
- Tempo de execução otimizado.  
- Robustez em diferentes problemas de criptoaritmética.  
Configuração Selecionada: Taxa de Crossover 80%, Taxa de Mutação 10%, Método de Seleção Torneio, Crossover PMX, e Reinserção com Elitismo.