

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**HONORIVALDO RODRIGO ALBUQUERQUE SILVA**

**ESTUDO DO ALGORITMO CULTURAL EM PROBLEMAS DE  
ESCALONAMENTO**

**DOURADOS**

2009

HONORIVALDO RODRIGO ALBUQUERQUE SILVA

**ESTUDO DO ALGORITMO CULTURAL EM PROBLEMAS DE  
ESCALONAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado para obtenção do título de  
Bacharel em Análise de Sistemas.  
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia  
Universidade Federal da Grande Dourados  
Orientador: Prof. M.Sc Celso Camilo Junior

DOURADOS

2009

HONORIVALDO RODRIGO ALBUQUERQUE SILVA

**ESTUDO DO ALGORITMO CULTURAL EM PROBLEMAS DE  
ESCALONAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Análise de Sistemas na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

---

Orientador: Prof. M.Sc. Celso Camilo G. Junior  
FACET – UFGD

---

---

FACET – UFGD

---

---

FACET – UFGD

Dourados, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

## RESUMO

O Algoritmo Cultural é uma técnica recente, desenvolvida por Robert G. Reynolds e tem apresentado bom desempenho na busca por soluções em problemas reais. Por isso, este trabalho apresenta a aplicação de um Algoritmo Cultural (AC) para a solução de um Problema de Sequenciamento em Máquina Única com Penalidades por Antecipação e Atraso (PSMUPAA). O problema foi detectado em uma empresa do setor metalúrgico que produz estruturas metálicas para construção civil, onde o sequenciamento de tarefas é feito baseado na experiência dos funcionários, necessitando de uma melhor programação da produção. O objetivo principal do trabalho é analisar o comportamento de um Algoritmo Cultural em um problema real de sequenciamento de máquina única em um ambiente *just-in-time*. Assim, o algoritmo tem como objetivo minimizar o atraso das entregas, para a satisfação dos clientes, e o estoque de produtos, que gera custos de manutenção. Um conjunto de casos de teste foi executado e os resultados mostram um bom desempenho do algoritmo.

**Palavras-chave: Problemas de Sequenciamento, Algoritmo Cultural, Computação Evolutiva, Algoritmos Evolutivos.**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2 COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA</b> .....	<b>8</b>
2.1 UM POUCO DE HISTÓRIA.....	8
2.2 BASE BIOLÓGICA.....	9
<b>2.2.1 Processo Evolutivo</b> .....	<b>9</b>
2.2.1.1 Mutação Gênica.....	10
2.2.1.2 Recombinação Gênica.....	10
2.2.1.3 Seleção Natural .....	10
<b>2.2.2 Entidades Biológicas e a Representação Computacional</b> .....	<b>11</b>
2.2.2.1 Cromossomos, Genes E Alelos.....	12
2.2.2.2 Função de Adaptação ou <i>Fitness</i> .....	13
2.2.2.3 Operadores de Reprodução: Mutação e Recombinação.....	14
2.2.2.4 Geração e Seleção.....	15
2.2.2.5 Fenótipo e Genótipo.....	16
<b>2.3 ALGORITMOS EVOLUTIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.3.1 ALGORITMOS GENÉTICOS.....	18
2.3.2 ESTRATÉGIA EVOLUTIVA.....	19
2.3.3 SISTEMAS CLASSIFICADORES.....	20
2.3.4 PROGRAMAÇÃO EVOLUTIVA.....	21
2.3.5 PROGRAMAÇÃO GENÉTICA.....	23
<b>3 ALGORITMOS CULTURAIS</b> .....	<b>25</b>
3.1 UM POUCO DE CULTURA.....	25
3.2 O FUNCIONAMENTO DE UM ALGORITMO CULTURAL.....	27
3.3 ESPAÇO POPULACIONAL.....	28
3.4 ESPAÇO DE CRENÇAS.....	29
<b>3.5 PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO</b> .....	<b>30</b>
3.5.1 Função de Aceitação.....	32
3.5.2 Função de Influência.....	33
<b>3.6 TIPOS DE CONHECIMENTO</b> .....	<b>33</b>
3.6.1 Conhecimento Normativo.....	34
3.6.2 Conhecimento Situacional.....	35
3.6.3 Conhecimento Topográfico.....	36
3.6.4 Conhecimento de Domínio.....	37
3.6.5 Conhecimento Histórico ou Temporal.....	38
3.7 CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	39
<b>4. PROBLEMAS DE SEQUENCIAMENTO DE OPERAÇÕES EM MÁQUINAS</b> .....	<b>41</b>
4.1 DEMAIS PROBLEMAS DE SEQUENCIAMENTO DE OPERAÇÕES EM MÁQUINAS.....	44
<b>4.2 O PROBLEMA DE SEQUENCIAMENTO EM MÁQUINA ÚNICA COM PENALIDADES POR ANTECIPAÇÃO E ATRASO</b> .....	<b>44</b>
4.2.1 Modelo Matemático para o Problema de Sequenciamento em Máquina Única com Penalidades por Antecipação e Atraso com datas desejadas distintas e custos dependentes de cada tarefa.....	46

<b>5. ESPECIFICAÇÃO DO CASO DE USO – PROBLEMA REAL.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 ALGORITMO CULTURAL APLICADO AO CASO DE USO – CODIFICAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>50</b>
5.1.1 Representação da Solução.....	50
5.1.2 Geração da População Inicial e Métodos de Seleção .....	51
5.1.3 Função Objetiva.....	52
5.1.4 Cruzamento e Mutação.....	52
<b>6 EXPERIMENTOS, TESTES E RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
6.1 RESULTADOS.....	60
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>65</b>