

APLICAÇÃO E COMPARAÇÃO DAS META-HEURÍSTICAS ARREFECIMENTO SIMULADO E ALGORITMOS GENÉTICOS PARA ALOCAÇÃO DE HORÁRIOS UNIVERSITÁRIOS

Marcelo Bezerra Gonçalves¹

Francisco Jozivan Tiadoza Freire²

Diego Rocha Lima³

Talles Brito Viana⁴

Resumo: Este trabalho tem como objetivo descrever a aplicação das meta-heurísticas Arrefecimento Simulado e Algoritmos Genéticos para alocação de horários do IFCE campus Crato bem como realizar um estudo comparativo sobre o desempenho, resultados e limitações das mesmas. Para realizar o experimento, os algoritmos foram submetidos a condições análogas e utilizou-se um grupo de restrições adaptadas às características da instituição. As meta-heurísticas foram comparadas quanto à: rapidez, assegurabilidade, qualidade e quantidade das soluções geradas. Após o estudo pode-se concluir que a aplicação criada com uso do Arrefecimento Simulado está mais apta a gerar horários para o curso por suprir de melhor forma as necessidades da organização e por ter baixa relevância nos quesitos nos quais apresenta pior desempenho.

Palavras-chave: Arrefecimento Simulado. Algoritmos Genéticos. Alocação de Horários.

1 INTRODUÇÃO

A alocação de horários universitários (ou escolares) é uma tarefa ainda desempenhada manualmente por diversas instituições, o que consome tempo e requer trabalho exaustivo dos profissionais aos quais a função é designada. Este problema consiste em alocar horários baseados em uma série de restrições organizacionais, pedagógicas e pessoais (CARVALHO et al., 2016). O mesmo é conhecido como *University Timetabling Problem* (UTP) na literatura e é considerado um problema *NP-HARD*⁵, o que conseqüentemente demonstra a dificuldade em resolver o mesmo através de métodos manuais (SAPRU; REDDY; SIVASELVAN, 2010).

Segundo Luke (2013) uma meta-heurística é um método de otimização estocástica que aplica determinado grau de aleatoriedade para encontrar soluções ótimas, geralmente utilizado

¹ Graduando em sistemas de informação, IFCE Campus Crato, Brasil, marcelobez.g@gmail.com

² Graduando em sistemas de informação, IFCE Campus Crato, Brasil, jozivanfreire.fj@gmail.com

³ Mestre em Informática, Coorientador, IFCE Campus Aracati, Brasil, diego.rocha@ifce.edu.br

⁴ Mestre em Informática, Orientador, IFCE Campus Crato, Brasil, tallesbrito@ifce.edu.br

⁵ Definição computacional para problemas de alta complexidade

em situações onde o espaço de busca é muito extenso e existe a possibilidade de avaliar o quão boa é uma solução gerada. Desta forma, ao decorrer dos anos, algumas meta-heurísticas passaram a ser usadas para resolver o UTP, dentre elas, os Algoritmos genéticos (AG) e o Arrefecimento Simulado (AS) (SHEUNG; FAN; TANG, 1993).

O objetivo desse artigo é contrastar duas resoluções para o UTP usando Algoritmos genéticos e Arrefecimento Simulado aplicadas ao IFCE campus Crato para o curso de Sistemas de informação, analisando-os quanto à rapidez, qualidade, segurança e quantidade de soluções geradas. Estes itens são descritos detalhadamente na seção 3.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O UTP apresenta uma grande dificuldade de resolução devido ao fato de ser um problema de difícil generalização (CARVALHO et al., 2016) e possuir natureza combinatória, gerando a necessidade da análise de um grande número de combinações para encontrar uma solução factível (BUCCO, 2014). Segundo Barata et al. (2016), isso diminui a possibilidade de existir algoritmos exatos que resolvam o UTP em tempo polinomial, gerando assim necessidade do uso de meta-heurísticas como as apresentadas neste trabalho.

3 METODOLOGIA

O primeiro passo da pesquisa consistiu na compreensão do método atualmente usado pelo IFCE campus Crato para gerar os horários, o qual é manual e demanda cerca de dois dias para ser realizada por dois profissionais. Acompanhado a isso, também obteve-se a lista de docentes e restrições fortes e fracas que a instituição adota.

Realizou-se, então, um estudo teórico das meta-heurísticas em questão a fim de melhor compreendê-las e implementá-las. Para tal feito, adotou-se a linguagem de programação C++. Ambos os algoritmos foram aplicados com as seguintes características: as soluções iniciais são geradas aleatoriamente, as mesmas são representadas como matrizes cúbicas que possuem os horários alocados na forma de *SEMESTRES* \times *DIAS* \times *HORÁRIOS* e os indivíduos são avaliados segundo as mesmas restrições, descritas na Tabela 1, em que “Colisão de professores” é referente ao fato de uma solução possuir um mesmo professor ministrando duas ou mais aulas em mesmo horário e “Laboratórios” verifica a disponibilidade de laboratórios caso a disciplina requisite.

Após os passos de compreensão e implementação, o experimento comparativo foi iniciado

Tabela 1 – Restrições fortes e fracas e valores de penalidades

Restrição Forte	Peso (AG)	Peso (AS)	Restrição Fraca	Peso (AG)	Peso (AS)
Colisão de professores	10	400	Primeiro horário vago	3	50
Professor sem folga	5	200	Laboratórios	2	30
Aulas consecutivas	1	100	Preferência de folga	1	10

da seguinte forma: foram submetidos às aplicações as mesmas entradas com os seguintes dados obtidos com o IFCE campus Crato e com autores: docentes disponíveis e lista de disciplinas aptas a ministrar; as matérias por semestre; dia da semana preferencial para folga de cada professor e se a disciplina requisita ou não laboratório. As aplicações foram submetidas ao teste em um computador com a seguinte configuração: Processador Intel Core i3-2328M CPU 2.20GHz.

O teste consistiu em executar as aplicações sobre as mesmas condições e com as mesmas entradas. Os resultados estão ilustrados nos gráficos na Figura 1 e foram comparados quanto aos seguintes quesitos: rapidez para encontrar a primeira solução ótima (Gráfico A); qualidade da solução ótima expressa pela avaliação quanto as restrições fracas (Gráfico B); segurança quanto a garantia de pelo menos uma solução ótima gerada no tempo (Gráfico C); e a quantidade de soluções geradas (Gráfico D). Na seção 4 há uma discussão sobre os resultados.

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

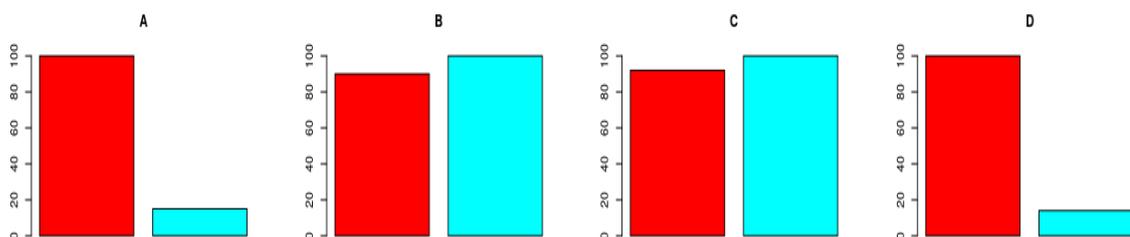


Figura 1 – Comparação dos algoritmos

Algoritmo Genético representado pela cor vermelha e o Arrefecimento Simulado pela cor azul

De acordo com o primeiro quesito expresso pelo gráfico A, que representa a rapidez em encontrar a primeira soluções ótima, podemos concluir que os AGs estão mais aptos nessas condições a serem utilizados quando há a necessidade de possuir rápida resposta da aplicação. Estes também são recomendados, segundo o gráfico D, caso haja a necessidade de obter uma

variedade maior de grades geradas, já que os mesmos geram em média sete vezes mais soluções que o AS.

Também a partir dos resultados expressos em *B* e *C*, o AS apresenta maior utilidade em casos em que uma resposta ótima ou a qualidade da mesma deve ser assegurada pela aplicação, tornando o AS o algoritmo ideal para uso no caso do IFCE campus Crato, já que os quesitos descritos em *A* e *D* são mais relevantes em casos onde existe maior complexidade e espaço de busca.

APPLYING AND COMPARING SIMULATED ANNEALING AND GENETIC ALGORITHMS FOR UNIVERSITY TIMETABLING

Abstract: The aim of this paper is to describe the application of Simulated Annealing and Genetic Algorithms metaheuristics for generating a university timetabling to IFCE Campus Crato, as well as to present a comparative study about their performance, results and limitations. In order to carry out the experiment, such algorithms were submitted to similar conditions and a group of adapted constraints was used according to the institution characteristics. The metaheuristics were compared regarding to: speed, assurance, quality and generated solutions quantity. It is concluded that Simulated Annealing is fitter than Genetic Algorithms as it better suits the organization needs and it has low significance regarding to the requirements in which it presents worse performance.

Keywords: Genetic Algorithms. Simulated Annealing. Timetabling.

REFERÊNCIAS

- BARATA, B. M. P. et al. Problema de alocação de horários: um estudo de caso utilizando o software livre fet. **Revista Eletronica TECCEN**, v. 3, n. 2, p. 13–22, 2016.
- BUCCO, G. B. Construção de um modelo de programação linear para o university timetabling problem. 2014.
- CARVALHO, A. S. et al. Simulated annealing aplicado ao problema de programação de horários do cca-ufes. **Blucher**, Universidade Federal do Espírito Santo, p. 2–11, 2016.
- LUKE, S. **Essentials of Metaheuristics**. second. [S.l.]: Lulu, 2013. 261 p. Available for free at <http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>.
- SAPRU, V.; REDDY, K.; SIVASELVAN, B. Time table scheduling using genetic algorithms employing guided mutation. In: **2010 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–4.
- SHEUNG, J.; FAN, A.; TANG, A. Time tabling using genetic algorithm and simulated annealing. In: **TENCON '93. Proceedings. Computer, Communication, Control and Power Engineering.1993 IEEE Region 10 Conference on**. [S.l.: s.n.], 1993. v. 1, p. 448–451 vol.1.