

SEQUENCIAMENTO DE ATIVIDADES EM PROJETOS SIMULTÂNEOS USANDO ALGORITMOS GENÉTICOS.

Alisson Matias Teixeira, Luciana Hazin Alencar, Raphael H. F. R. Kramer

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Departamento de Engenharia de Produção – DEP

Av. da Arquitetura, s/n – Cidade Universitária, Recife – PE, Brasil, CEP: 50740-550

alisson.matias@ufpe.br, alencarlh@insid.org.br, raphael.kramer@ufpe.br

RESUMO

O problema de sequenciamento de tarefas em projetos simultâneos com recursos limitados é fundamental na gestão de projetos, pois envolve a alocação eficiente de recursos escassos para minimizar a duração total dos projetos (makespan). A complexidade aumenta quando vários projetos competem simultaneamente pelos mesmos recursos, exigindo um planejamento preciso para evitar atrasos e garantir a eficiência.

Neste contexto, este artigo apresenta um modelo para sequenciamento de atividades em projetos simultâneos, utilizando algoritmos genéticos e uma representação cromossômica baseada em chaves aleatórias. Diferente de abordagens anteriores, essa pesquisa incorpora uma função de avaliação adaptada que equilibra a minimização da duração e a maximização da eficiência na gestão do tempo, considerando múltiplos projetos de forma integrada. Experimentos computacionais com dados reais de diferentes projetos demonstram a eficácia do modelo, destacando a aplicação prática e a melhoria na alocação de recursos em cenários complexos de gestão de projetos.

PALAVRAS-CHAVE. Sequenciamento de atividades; Projetos Simultâneos; Recursos Limitados; Algoritmos Genéticos.

ABSTRACT

The problem of sequencing tasks in simultaneous projects with limited resources is fundamental in project management, as it involves the efficient allocation of scarce resources to minimize the total duration of projects (makespan). The complexity increases when several projects compete simultaneously for the same resources, requiring precise planning to avoid delays and ensure efficiency.

In this context, this article presents a model for sequencing activities in simultaneous projects, using genetic algorithms and a chromosome representation based on random keys. Unlike previous approaches, this research incorporates an adapted evaluation function that balances minimizing duration and maximizing efficiency in time management, considering multiple projects in an integrated manner. Computational experiments with real data from different projects demonstrate the effectiveness of the model, highlighting the practical application and improvement in resource allocation in complex project management scenarios.

KEYWORDS. Activity sequencing; Simultaneous projects; Limited resources; Genetic algorithms.

MH – Metaheurísticas

AD&GP – PO na Administração e Gestão da Produção

1. Introdução

No cenário atual do gerenciamento de projetos, a alocação eficiente de recursos é um dos principais desafios enfrentados pelas organizações [Yildiz, 2022]. Esse desafio é ainda mais acentuado em projetos simultâneos, nos quais múltiplas atividades ocorrem em paralelo, competindo por recursos limitados. A otimização desse processo é crucial para garantir uma distribuição equilibrada dos recursos disponíveis, visando reduzir a duração dos projetos e manter a qualidade dos resultados finais [Christopher, 2016].

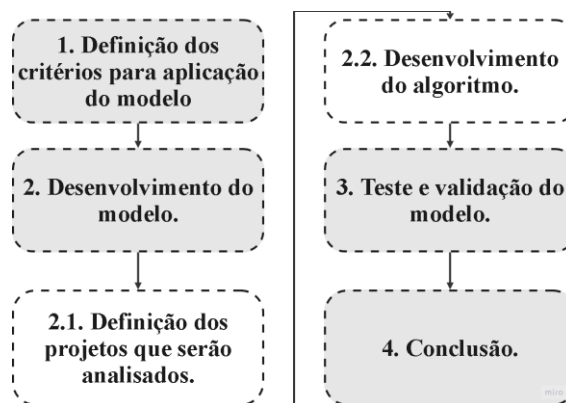
A gestão de projetos simultâneos, caracterizada pela execução paralela de múltiplos projetos dentro de uma organização, tem ganhado destaque devido às suas potenciais vantagens estratégicas [Clark & Wheelwright, 1993; Shenhar et al., 2001]. No entanto, a competição por recursos limitados entre os diferentes projetos torna a alocação eficiente de recursos uma tarefa complexa e crucial para o sucesso global dos projetos [Nicholas; Steyn, 2012; Thornley, 2013]. Um sequenciamento inadequado dos recursos pode resultar em atrasos, aumento de custos e comprometimento da qualidade, afetando negativamente o resultado final.

Diante desse contexto desafiador, este trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo de sequenciamento de atividades em projetos simultâneos, utilizando algoritmos genéticos (AGs). Os algoritmos genéticos são métodos de otimização inspirados no processo de evolução natural, conhecidos por sua capacidade de lidar com problemas complexos [Holland, 1975; Goldberg et al., 1989]. Sua aplicação em problemas de sequenciamento, como destacado por Linden [2006], oferece uma abordagem promissora para lidar com a alocação de recursos limitados em projetos simultâneos

2. Proposta do modelo de sequenciamento de recursos em projetos simultâneos

Inicialmente foi realizado uma coleta e seleção de artigos para fornecer a base teórica do estudo e assim desenvolver o modelo de sequenciamento de atividades em projetos simultâneos usando algoritmo genéticos. A figura abaixo apresenta as etapas para desenvolvimento do modelo proposto:

Figura – Etapas para desenvolvimento do modelo



Fonte: O autor [2024]

A primeira etapa é a definição dos critérios, seguindo para o desenvolvimento do modelo, nessa etapa é realizada a escolha dos projetos que serão analisados e é desenvolvido o algoritmo. O modelo é então testado e validado em situações práticas. Conclui-se com a avaliação dos resultados e sugestões de melhorias, assegurando eficácia e aplicabilidade.

O modelo foi idealizado para minimizar a duração total dos projetos (makespan) através do sequenciamento de atividades em projetos simultâneos.

Modelo 1 - Sequenciamento de recursos em projetos simultâneos com algoritmos genéticos.

1. Função Objetivo:

1.1. Minimizar o makespan (i.e. tempo de conclusão de todos os projetos)

2. Restrições

2.1. As tarefas de cada projeto devem seguir uma ordem de precedência.

2.2. Os recursos tem disponibilidade limitada e podem ser compartilhados entre diferentes projetos.

2.3. As tarefas devem começar e terminar dentro do tempo alocado no projeto.

Fonte: O autor [2024]

Devido à complexidade do modelo, ao volume de dados e ao elevado custo computacional, optou-se por utilizar a metaheurística algoritmos genéticos para a resolução do problema, cujo pseudocódigo é apresentado no Algoritmo 1.

Algoritmo 1 – Estrutura principal de um algoritmo genético

Início

```
t ← 0;
Gerar a população inicial P(t);
Avaliar P(t); #Função fitness
enquanto critérios de parada não satisfeitos faça
    t ← t + 1;
    Gerar P(t) a partir de P(t-1); #Seleção
    Aplicar crossover em P(t);
    Aplicar mutação em P(t);
    Avaliar P(t); #Função fitness
    Definir população sobrevivente;
fim do enquanto
```

Fim

Fonte: Adaptado de Michalewicz [1996].

Essa abordagem de algoritmos genéticos para o sequenciamento de atividades em projetos simultâneos oferece eficiência ao explorar um amplo espaço de soluções. Essa capacidade de exploração abrangente permite encontrar soluções de alta qualidade, muitas vezes não identificadas por métodos de busca tradicionais. Além disso, os algoritmos genéticos são eficientes em termos de tempo, fornecendo resultados úteis em prazos viáveis para suportar decisões oportunas na gestão de projetos simultâneos.

3. Aplicação do modelo e discussão dos resultados

O sequenciamento de atividades foi aplicado em três projetos que estão apresentados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Caracterização dos projetos

Projeto	Cidade/Estado	Quant. Unidades	Área Construída (m²)
Projeto 1	Carpina/PE	188	16.920,00
Projeto 2	LEM/Bahia	100	13.300,00
Projeto 3	BSB/Brasília	130	11.700,00

Fonte: O autor [2024]

A implementação foi baseada no trabalho de Gonçalves, Mendes e Resende [2008], utilizando uma representação cromossômica com chaves aleatórias. Essas chaves são vetores de números reais que codificam a sequência de execução das tarefas, onde cada valor representa a prioridade de uma tarefa. Os cronogramas são construídos por uma heurística que gera cronogramas ativos, minimizando o tempo total de execução.

O modelo proposto apresentou resultados significados para os projetos, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 2 – Resultado do sequenciamento de atividades

<i>Projeto</i>	<i>Cidade/Estado</i>	<i>Quant. Unidades</i>	<i>Duração Inicial (dias)</i>	<i>Duração Após Sequenciamento (dias)</i>	<i>% Redução</i>
Projeto 1	Carpina/PE	188	365	320,00	0,12
Projeto 2	LEM/Bahia	100	195	160,00	0,18
Projeto 3	BSB/Brasília	130	255	220,00	0,14

Fonte: O autor [2024]

Após a implementação do sequenciamento das atividades houve uma redução de 15% na duração total dos projetos, destacando a eficácia na gestão do tempo e a habilidade em otimizar e coordenar as atividades. Esse sucesso não apenas reflete uma administração proativa e estratégica do cronograma, mas também evidencia uma compreensão sólida das demandas operacionais e logísticas envolvidas. Essa redução na duração dos projetos não só representa uma alocação mais eficiente dos recursos disponíveis, mas também sugere possíveis economias de custo, impactando positivamente a rentabilidade e a competitividade da organização no mercado.

Como próximo passo, pretende-se realizar uma análise mais detalhada do impacto financeiro desse sequenciamento em cada projeto individual, buscando insights valiosos para aprimorar continuamente as práticas de gestão de projetos e otimização de recursos da organização.

Agradecimentos

Este estudo recebe apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- Christopher, M. (2016). Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégias para Redução de Custos e Melhoria de serviços. São Paulo. Pioneira.
- Chopra, S., & MEINDL, P. (2019). Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operations. Kemampuan Koneksi Matematis (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi, 53, 71-85.
- Clark. K. B.; Wheelwright, S. C. Managing new product and process development: text and cases. New York: Free Press, 1993.
- Goldberg D. E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. In Addison-Wesley Longman Publishing Company, Inc. Boston, MA.
- Gonçalves, J.F.; Mendes, J.J.M.; Resende, M.G.C. A genetic algorithm for the resource constrained multi-project scheduling problem. European Journal of Operational Research, v. 189, 1171–1190, 2008.
- Holland, J. H. (1975). Adaptation in natural and artificial systems. Ann Arbor: The University of Michigan press.
- Linden, R. (2008). Algoritmos Genéticos: uma importante ferramenta da Inteligência Computacional. Brasport, Rio de Janeiro, 2 Edição.
- Michalewicz, Z. (1996) Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer Science & Business Media,
- Nicholas, J.M.; Steyn, H.(2012). Project time planning and networks. Project Management for Engineering, Business, and Technology, 4th ed., Butterworth-Heinemann, Boston, p. 197-236.
- Yildiz, K., & Ahi, M. T. (2022). Innovative decision support model for construction supply chain performance management. Production Planning & Control, 33(9-10), 894–906.