



**CONFORME SOLICITAÇÃO DO AUTOR, ESTA
PRODUÇÃO INTELECTUAL POSSUI
RESTRIÇÃO DE ACESSO**

**CAXIAS DO
SUL
2023**

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

IAGO DOS PASSOS

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL BASEADA EM HEURÍSTICAS PARA
OTIMIZAÇÃO DO *MIX* DE AFRETAMENTO DE EMBARCAÇÕES DE APOIO
MARÍTIMO**

BENTO GONÇALVES
2023

IAGO DOS PASSOS

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL BASEADA EM HEURÍSTICAS PARA
OTIMIZAÇÃO DO *MIX* DE AFRETAMENTO DE EMBARCAÇÕES DE APOIO
MARÍTIMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Dagnino
Chiwiacowsky

BENTO GONÇALVES

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

P289f Passos, Iago dos

Ferramenta computacional baseada em heurísticas para otimização do *míx* de afretamento de embarcações de apoio marítimo [recurso eletrônico] /Iago dos Passos. – 2023.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2023.

Orientação: Leonardo Dagnino Chiwiacowsky.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Computação - Modelos. 2. Sistemas de controle digital. 3. Contratos de afretamento. 4. Métodos de simulação. 5. Algoritmos genéticos. I. Chiwiacowsky, Leonardo Dagnino, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 681.5

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Ana Guimarães Pereira - CRB 10/1460

IAGO DOS PASSOS

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL BASEADA EM HEURÍSTICAS PARA
OTIMIZAÇÃO DO *MIX* DE AFRETAMENTO DE EMBARCAÇÕES DE APOIO
MARÍTIMO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Leonardo Dagnino Chiwiacowsky (orientador)
PPGEP/UCS

Prof. Dr. Alexandre Cesar Muniz de Oliveira
PPGCC/UFMA

Dr. Marcelo Oliveira de Souza
PETROBRAS

Prof. Dr. Alexandre Mesquita
PPGEP/UCS

Prof. Dr. Gabriel Vidor
PPGEP/UCS

RESUMO

Empresas que atuam no setor do petróleo, realizando atividades de exploração e produção em ambiente marítimo, apresentam a necessidade de manutenção de suas frotas de embarcações dedicadas ao suprimento de unidades marítimas de exploração de petróleo e gás natural. Devido a essa demanda, é necessário estabelecer o dimensionamento adequado da frota de embarcações de apoio marítimo, bem como a definição da política ótima de afretamento destas embarcações. Desta forma, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta de otimização para auxiliar na identificação da política ótima de afretamento de embarcações marítimas, utilizando técnicas computacionais baseadas nas heurísticas de Busca Local, *Simulated Annealing* e Algoritmo Genético, com o objetivo de manter o pleno atendimento às unidades marítimas a um custo mínimo. Para atingir esse objetivo, um modelo conceitual de otimização é proposto, elencando as principais variáveis a serem consideradas para a construção do modelo computacional. A definição do modelo computacional apresenta uma abordagem para codificação da solução do *mix* de afretamento, assim como a definição das heurísticas de busca e da função objetivo. Por fim, a ferramenta computacional é proposta, com a definição da arquitetura computacional utilizada, além da especificação dos parâmetros necessários ao seu funcionamento. Durante a fase de experimentos, foi realizada uma etapa de sintonia dos principais parâmetros utilizados pela ferramenta computacional, visando ao aperfeiçoamento das soluções geradas durante a etapa de otimização. Após a etapa de sintonia dos parâmetros, a elaboração dos cenários de otimização é apresentada, sendo esses cenários definidos a partir das modalidades de contratação disponíveis para uso no processo de otimização. Para cada novo cenário de otimização, novas modalidades de contratação são consideradas, com o objetivo de analisar o comportamento das heurísticas à medida em que eleva-se a complexidade do problema para a definição do *mix* de contratação. Após a análise das soluções, destaca-se a performance atingida pelas heurísticas Busca Local e *Simulated Annealing*. À medida em que novas modalidades e vigências de contrato são adicionadas aos cenários de otimização, aumentando a complexidade da resolução do *mix* de afretamento, o *Simulated Annealing* se mostrou mais eficaz nos experimentos realizados, atingindo melhores composições de afretamento, além de fornecer as soluções em um menor tempo computacional em relação às demais heurísticas disponíveis na ferramenta computacional.

Palavras-chaves: Afretamento de embarcações. Otimização. Heurísticas de busca. Apoio marítimo. *Simulated Annealing*. Algoritmo Genético. Busca Local.

ABSTRACT

Companies operating in the oil sector, carrying out exploration and production activities in a maritime environment, present the need to maintain their fleets of vessels dedicated to supplying offshore oil and natural gas exploration units. Due to this demand, it is necessary to establish the appropriate size of the fleet of maritime support vessels, as well as the definition of the optimal chartering policy for these vessels. Therefore, this master thesis proposes the development of an optimization tool to assist in identifying the optimal chartering policy for maritime vessels, using computational techniques based on heuristics methods such as Local Search, Simulated Annealing and Genetic Algorithm, with the aim of maintain full service to maritime units at a minimum cost. To achieve this objective, a conceptual optimization model is proposed, listing the main variables to be considered for the construction of the computational model. The definition of the computational model presents an approach for the solution encoding, as well as the definition of the search heuristics and the objective function. Finally, the computational tool is proposed, with the definition of the computational architecture, in addition to the specification of the parameters necessary for its operation. During the experiment phase, a tuning step of the main parameters used by the computational tool was carried out, aiming to improve the solutions generated during the optimization process. After the tuning step of parameters, the elaboration of optimization scenarios is presented, with these scenarios being defined based on the contract modalities available for use in the optimization process. For each new optimization scenario, new contract modalities are considered, with the aim of analyzing the performance of the heuristics as the complexity of the problem for defining the contracting mix increases. After analyzing the solutions, the performance achieved by the Local Search and Simulated Annealing heuristics stands out. As new contract modalities and durations are added to the optimization scenarios, increasing the complexity of resolving the charter mix, Simulated Annealing proved to be more effective in the experiments carried out, achieving better compositions of charter, in addition to providing solutions in less computational time compared to other heuristics available in the computational tool.

Keywords: Vessel chartering. Optimization. Search heuristics. Maritime support. Simulated Annealing. Genetic Algorithm. Local Search.