

## Resumo

Nesta dissertação aborda-se a resolução de Problemas de Posicionamento de , Figuras Irregulares, numa perspectiva de optimização. É feita uma apresentação dos problemas de posicionamento em geral e das técnicas de resolução mais habituais, acompanhada de um estudo exaustivo da literatura existente sobre a resolução destes problemas quando as figuras a posicionar são irregulares.

É também tratada a vertente geométrica do problema, sendo proposto um algoritmo para a determinação da posição relativa de dois polígonos e apresentado um outro algoritmo para o cálculo do invólucro de posicionamento de dois polígonos, que contempla o caso em que os polígonos têm pontos múltiplos. É ainda introduzido um novo operador entre polígonos, o operador "fusão" , para o qual são apresentados a definição topológica e o respectivo algoritmo de cálculo.

Usando esta capacidade de manipulação geométrica de figuras irregulares, desenvolveram-se algoritmos de posicionamento baseados em meta-heurísticas, nomeadamente a pesquisa por arrefecimento simulado e a pesquisa tabu. Para estas técnicas de pesquisa foram desenvolvidas e implementadas duas estratégias distintas: a primeira baseada na minimização da sobreposição das figuras entre si e uma segunda em que as figuras irregulares são sequencialmente posicionadas, sem sobreposições, através de um novo algoritmo heurístico, sendo a ordem pela qual as figuras são posicionadas controlada pelos métodos de pesquisa acima referidos. Com estes algoritmos foi possível resolver problemas de posicionamento de figuras irregulares sobre um rectângulo, sobre um rectângulo de comprimento infinito e sobre uma figura irregular com defeitos.

Foram ainda desenvolvidos novos algoritmos construtivos, baseados na utilização do invólucro de posicionamento e no operador "fusão" de polígonos, para o posicionamento de figuras irregulares sobre rectângulos de comprimento infinito. Estes algoritmos assentam no posicionamento sucessivo das figuras, sendo os sub-problemas a resolver a determinação da figura seguinte a posicionar e a determinação da posição relativa dessa figura face às restantes. O primeiro destes problemas foi abordado a partir de técnicas de pesquisa local e de técnicas heurísticas, enquanto para o segundo foram desenvolvidos algoritmos optimizantes que fazem esse posicionamento segundo critérios de área mínima do rectângulo envolvente, comprimento mínimo do rectângulo envolvente e sobreposição máxima das envolventes rectangulares das figuras.

Testes computacionais com instâncias reais demonstraram as potencialidades dos algoritmos de posicionamento de figuras irregulares apresentados neste trabalho.

## **Abstract**

This thesis deals with the Nesting Problem, following an optimization approach. The Cutting and Packing problems in general, and their solution approaches, are presented, together with an exhaustive survey of the specific literature about nesting problems.

The geometric side of the problem is also addressed and an algorithm to determine the relative position of two polygons is proposed. It is also presented an algorithm for the computation of the no-fit-polygon, that deals with the case in which the polygons have multiple points. A new polygon operator is introduced: the "merge" operator. The topological definition, together with the respective computational algorithm, are presented.

Using this geometric manipulation capability of irregular pieces, nesting algorithms, based in the simulated annealing and tabu search meta-heuristics, have been developed. These search techniques have been implemented under two different strategies. The first one is based on the minimization of the overlap between pieces. In a second one the pieces are sequentially placed, without overlap, by a new heuristic algorithm, the order by which the pieces are placed being controlled by the above mentioned search techniques. With these algorithms it has been possible to solve nesting problems in which the irregular pieces are to be laid in a rectangular plate, in an open-end rectangular plate and in an irregular shaped plate with defects.

New constructive nesting algorithms have also been developed. These algorithms use the concepts of no-fit-polygon and polygon "merge" to lay the irregular pieces in an open-end rectangular plate. The sequential placement approach used implies the resolution of two sub-problems: choosing the next piece to place and finding the best position of that piece relatively to the already placed pieces. The first problem has been tackled with local search techniques and heuristic algorithms, while the second one was solved by optimization algorithms. These algorithms find the piece position that minimizes the area of the rectangular enclosure, minimizes the length of the rectangular enclosure, or maximizes the overlap of the pieces rectangular bounding box.

The nesting algorithms presented in this work have shown a significant potential to satisfactorily solve real instances of nesting problems.