

1

Introdução

Construção de vocabulário é uma técnica de memória adaptativa para métodos heurísticos de busca. Sua proposta é identificar porções de boas soluções e recombina-las de modo a intensificar a busca em regiões identificadas como promissoras. Problemas de natureza combinatória inviabilizam uma ampla busca pelo espaço de soluções, pelo enorme número de possibilidades existentes, sendo necessário restringir o foco da pesquisa. Construção de vocabulário permite aprender sobre regiões promissoras do espaço de busca e ao mesmo tempo combinar novas formas de explorar a vizinhança.

A técnica foi originalmente proposta por Glover [11] a partir da observação dos benefícios obtidos pela aplicação de estruturas de vizinhança mais complexas, em particular, as que consideram grandes fragmentos de solução, como na vizinhança cadeia de ejeção [10]. Seu nome vem da analogia com métodos da inteligência artificial para extração de texto. A primeira proposta de utilização dessa técnica foi como uma memória de longo prazo para a metaheurística busca tabu [14].

Na literatura, encontram-se trabalhos aplicados a diversos problemas, com resultados que corroboram os benefícios da utilização de construção de vocabulário. No problema de roteamento de veículos, os trabalhos pioneiros de Rochat e Taillard [28] e Kelly e Xu [19] alcançaram resultados expressivos. O problema de escalonamento da produção de uma indústria de aço foi bem resolvido por Lopez, Carter e Gendreau [21], com uma técnica similar, denominada “canibalismo”. Scholl et al. [30] desenvolveram uma heurística baseada em padrões para resolver o problema de seqüenciamento de produtos em uma linha de montagem. Seguindo a proposta de Kelly e Xu [19], Combs [6] desenvolveu uma busca tabu adaptativa para o problema de escalonamento de tripulação. Ribeiro et al. [25] propuseram um GRASP híbrido combinando algoritmos de mineração de dados. Fernandes [8] aplicou construção de vocabulário ao problema de seqüenciamento de DNA e Aloise [1] ao projeto de redes com funções de custo discretas, mostrando que agregando essa técnica a outras heurísticas aumenta a eficiência das heurísticas de busca. Sua importância como uma eficiente implementação de memória a longo prazo também é en-

contrada em outros artigos [12, 13, 32].

Há diversas maneiras de aplicar construção de vocabulário na resolução de problemas. Proposta para ter uma memória de longo prazo, ela pode ser utilizada diversas vezes durante a execução da busca [1, 21, 30] ou, simplesmente, como uma heurística de pós-otimização [8, 28]. O conjunto de soluções elite pode ser construído segundo diversos critérios [16], consistindo, por exemplo, da diversidade, qualidade e quantidade dessas soluções. Para identificar fragmentos nas soluções, podem ser utilizadas técnicas baseadas em mineração de dados [25], representações específicas da solução [6, 19, 21, 28, 30] ou, como a proposta original [11], através da interseção [1, 8] de soluções. Para gerar novas soluções, na proposta original, é realizado um procedimento inverso chamado de interseção estendida [12]. Outro modo de formar soluções é fixar boa parte da solução e completá-la por outro método, exato [1] ou heurístico [21, 28, 30]. Também, pode-se utilizar a resolução exata de um problema auxiliar, como o problema de partição de conjuntos, para formar novas soluções [19]. Nem sempre é possível aplicar todos esses procedimentos a um determinado problema, pois cada problema possui características particulares que indicam qual técnica deve ser mais apropriada e produz melhores resultados.

Para facilitar a implementação e comparação de algoritmos, a tecnologia de *frameworks* [23] é uma solução que já demonstrou ser muito eficaz. Na literatura existem muitos trabalhos sobre o desenvolvimento de *frameworks* e bibliotecas para software de otimização [34], porém, nenhum se propõe a desenvolver construção de vocabulário. Atualmente, as boas práticas de engenharia de *software* como sistemas orientados a objetos e padrões de projeto [9] pautam o desenvolvimento de *frameworks*. Visto que há diversas maneiras de se implementar uma construção de vocabulário, uma metodologia para implementar e comparar essas diferentes abordagens é bastante desejável.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um *framework* para a implementação de heurísticas baseadas na técnica de construção de vocabulário. Como estudo de caso são desenvolvidas aplicações para a avaliação da utilização de operadores clássicos de construção de vocabulário na resolução do problema de seqüenciamento da produção de carros.

O problema de seqüenciamento da produção de carros é um problema combinatório proposto a partir de necessidades reais da indústria. Sua formulação, definida pela fábrica de carros Renault, foi divulgada no concurso Challenge ROADEF'2005 [24], onde competiram equipes do mundo inteiro. Foram utilizadas diversos métodos de otimização na resolução das instâncias escolhidas para o concurso. Os resultados obtidos no concurso estão disponíveis

on-line [24] e podem ser utilizados para avaliar novas técnicas. Nenhuma equipe utilizou construção de vocabulário, cuja aplicação já se mostrou eficiente na resolução de problemas de seqüenciamento. Uma vez que essa técnica necessita de um conjunto de soluções geradas previamente, serão utilizadas as heurísticas propostas por Ribeiro et al. [26], descritas com mais detalhes em Rocha [29].

A presente dissertação está organizada conforme apresentado a seguir. No Capítulo 2, apresenta-se a técnica de construção de vocabulário acompanhada de uma revisão bibliográfica. No Capítulo 3, é proposto o *framework* para heurísticas baseadas em construção de vocabulário, definindo-se os pontos fixos e os flexíveis. No Capítulo 4, o problema de seqüenciamento de carros (PSC) é definido e é apresentada uma estratégia algorítmica para sua resolução. No Capítulo 5, são apresentados experimentos computacionais com as implementações das heurísticas propostas para resolver o PSC. Finalmente, no Capítulo 6, são feitas conclusões sobre o trabalho desenvolvido e são propostos trabalhos futuros.