

## Conclusões

A observação da natureza sempre representou uma grande oportunidade de aprendizado por parte de nós humanos. Ao longo da história, muitos avanços científicos foram originados da simples tentativa de emulação do comportamento de outros seres ou de características naturais. Os modelos estudados neste trabalho são mais um exemplo disso.

Os algoritmos de colônias de formigas estão apenas começando a ser estudados mais a fundo e empregados em aplicações práticas, e sem dúvida nenhuma oferecem um campo de pesquisa muito vasto. Tudo o que sabemos sobre estes algoritmos são resultado de cerca de quinze anos de estudos. O objetivo deste trabalho foi apresentar alguns destes algoritmos e ilustrar sua utilidade prática na resolução de um dos problemas mais intrigantes da matemática: o problema de roteirização de veículos com janelas de tempo (VRPTW). Um algoritmo de simulação foi proposto e seu funcionamento foi minuciosamente estudado, como uma forma de se compreender mais profundamente o próprio funcionamento da meta-heurística. Através de aplicações dos algoritmos a problemas propostos e de análise de seus resultados foi possível perceber que os modelos são realmente capazes de chegar a uma solução próxima da ótima, ou até mesmo a ela própria. Entretanto, como o foco principal não foi na otimalidade das implementações, certamente existem muitas formas de se otimizar o funcionamento dos algoritmos propostos, minimizando o tempo de processamento. Esta tarefa seria indispensável no caso de uma aplicação comercial das rotinas. Para os nossos objetivos didáticos dentro da engenharia de produção, entretanto, isso não consiste em um problema, tendo o objetivo desta dissertação sido alcançado.

Os algoritmos de colônias de formigas sem dúvida nenhuma representam uma ferramenta importante na resolução de um grande número de problemas de otimização combinatória, principalmente devido ao potencial que oferecem e devido ao fato de serem baseados em conhecimento coletivo, ou seja, na simulação do comportamento de indivíduos diversos, que contribuem conjuntamente para a solução global. Isso é uma vantagem porque possibilita que

algoritmos deste tipo sejam muito facilmente adaptados a ambientes de computação paralela, potencializando sua performance e desempenho. Além disso, normalmente o que se observa é que uma combinação de métodos diferentes de resolução tende a otimizar a performance geral de um algoritmo de resolução. No algoritmo proposto, por exemplo, pode-se adicionar algum algoritmo de busca local (*local search*) para tentar melhorar uma solução encontrada. Isso inclusive é proposto em [4] como forma de otimizar a performance do algoritmo. Esta melhoria pode ser objeto de outra dissertação.

O que se espera é que os métodos baseados em colônias de formigas passem a ocupar um espaço mais representativo entre as meta-heurísticas conhecidas nos anos que se seguirão, com suas aplicações se tornando mais corriqueiras e comerciais. Desenvolvimentos futuros desta dissertação poderiam abordar o VRPTW com uma frota de veículos heterogênea, que representa um complicador extra ao problema. Pode-se considerar também mais de um depósito, o que se conhece como problema multi-depósitos (*multi-depot*). Além disso, como já foi mencionado, desenvolvimentos importantes passariam pela associação dos algoritmos de colônias de formigas a outras técnicas de otimização e heurísticas, que colaborariam com a melhoria global de desempenho.