

# 1 Introdução

*A arte e a ciência têm seu ponto de encontro no método.*

EDWARD BULWER-LYTTON

A resolução de problemas de otimização tem sido assunto de grande interesse tanto no campo industrial quanto científico. As aplicações práticas se multiplicam e se aperfeiçoam à medida que a teoria se expande e se aprimora, que novos métodos, modelos e técnicas são divulgados e que os recursos computacionais se tornam mais acessíveis. Mesmo em áreas tradicionais como manufatura e logística, a aplicação das técnicas de otimização continua trazendo retorno financeiro e propiciado também o desenvolvimento de novos modelos de negócio com geração de vantagens competitivas.

Os resultados obtidos com a aplicação das modernas técnicas de otimização e gerenciamento de processos têm despertado o interesse de estudiosos e peritos em todo o mundo: O congresso internacional do INFORMS (*Institute for Operations Research and Management Sciences*), realizado em Pittsburgh (PA), EUA em novembro de 2006, contou com mais de 3.000 apresentações de trabalhos teóricos e práticos aplicáveis em diversas áreas como manufatura, suprimentos, *e-business*, leilões, biotecnologia, saúde e transporte.

A solução de problemas práticos usando técnicas de inteligência artificial e matemática aplicada é muito mais que simplesmente o desenvolvimento de um algoritmo. Em primeiro lugar, os problemas encontrados na vida real, geralmente são muito complexos e envolvem a manipulação de uma extensa quantidade de dados. Assim, a solução dos mesmos requer habilidade no emprego de técnicas para a utilização eficiente dos recursos computacionais e conhecimento de

métodos matemáticos capazes de produzir um modelo que leve a uma solução viável obtida dentro de um tempo razoável. Além disso, é indispensável a comunicação com profissionais e cientistas da área de conhecimento específica do problema abordado e de suas áreas afins, pois só assim é possível produzir uma solução que explore as estruturas de dados, os processos e os métodos daquela aplicação específica e, ao mesmo tempo, seja capaz de tratar as complicações práticas do dia a dia. Por fim, é requerido conhecimento dos conceitos básicos de economia e gerenciamento envolvidos no negócio, já que a busca da solução ótima acaba por se converter em redução de custos, aumento da produtividade ou melhoria da qualidade do produto final (Lubbecke, 2001).

Este trabalho trata de um problema prático que surge durante o planejamento de operações de pátios ferroviários: Deseja-se determinar um plano de trabalho de baixo custo para um conjunto de locomotivas de manobras, visando atender ordens de serviço que devem ser executadas em um dado horizonte de tempo. O referido plano deve especificar qual locomotiva deve executar qual manobra, a ordem em que estas manobras devem ser executadas e o caminho que cada locomotiva deve seguir durante a execução de seu plano de trabalho. Para pátios com grande atividade, este problema pode se tornar complexo a tal ponto que a experiência e a intuição de uma boa equipe de planejamento não sejam mais suficientes para produzir boas soluções com regularidade. Além do número de variáveis e restrições envolvidas, a meta de reduzir o custo fixo e o custo variável conduz a um problema que por natureza tem dois objetivos, eventualmente conflitantes, que precisam ser alcançados simultaneamente. Nesse contexto, surge o interesse pelo desenvolvimento de uma ferramenta computacional que seja capaz de sugerir soluções melhores que as obtidas manualmente pela equipe de planejamento operacional do pátio.

A literatura em otimização de operações de pátios ferroviários é escassa, principalmente no que diz respeito ao planejamento de trabalho das locomotivas de manobras. Com efeito, este é um dos poucos trabalhos conhecidos nessa área, sendo este o único, no melhor conhecimento do autor, que considera o conflito de rotas das locomotivas de manobras em sua modelagem e resolução.

O restante deste documento é estruturado como segue: o capítulo 2 descreve brevemente os conceitos e a terminologia da rotina operacional de pátios

ferroviários e, com base nesses conceitos, formaliza a definição do problema em questão. O capítulo 3 identifica e classifica as referências mais importantes utilizadas nos estudos que levaram à modelagem e à solução proposta. A metodologia utilizada para resolução do problema é detalhada no capítulo 4, juntamente com as particularidades e modificações necessárias nos métodos tradicionais para derivar a solução proposta. Os testes computacionais e os resultados obtidos são resumidos no capítulo 5. O capítulo 6 apresenta a conclusão final, destacando as contribuições mais importantes deste trabalho e as possibilidades de continuação do mesmo. O capítulo 7 encerra este documento com as referências bibliográficas.