

# 1

## Introdução

O acirramento da competição em praticamente todos os mercados obriga as empresas a serem cada vez mais eficientes. Elas precisam cada vez mais rápido, mais acuradamente, com mais restrições comerciais e legais, decidir como alocar seus limitados recursos materiais (equipamentos, canais de comunicação, veículos, etc), humanos e financeiros, de forma a obter o máximo retorno com o mínimo custo, ou seja, precisam otimizar seus processos.

Porém, alguns problemas práticos da operação cotidiana das empresas, tais como seqüenciamento de máquinas, escalonamento de pessoal, determinação de rotas de entrega, caracterizam-se por apresentar um número tão grande de possibilidades, que "escolher a melhor dentre as finitas maneiras de realizá-la", ou seja, enumerar as soluções possíveis e escolher a melhor, torna-se impraticável. Neste contexto, tornam-se indispensáveis abordagens científicas, em particular, técnicas de otimização combinatória, ao processo gerencial de tomada de decisão.

Os problemas de otimização combinatória são bastante estudados também no mundo acadêmico. No escopo da teoria de complexidade, procuram-se preferencialmente algoritmos capazes de encontrar valores ótimos em tempo polinomial. Entretanto, para muitos problemas importantes, em particular, os da classe NP-difícil, tais métodos não são conhecidos. Nesses casos, podem se propor métodos que tenham um bom comportamento em um grande número de casos, obtendo soluções heurísticas de boa qualidade ou até mesmo provando a sua otimalidade em tempo razoável.

O Problema de Alocação Generalizado (PAG) é um problema NP-difícil clássico, com aplicação em alguns problemas industriais. Além disso, o PAG também tem recebido atenção especial por ele aparecer freqüentemente como subestrutura em diversos outros problemas práticos.

Este trabalho está focado na investigação dos métodos já propostos e no desenvolvimento de novos métodos de resolução do PAG. Todos os algoritmos desenvolvidos foram implementados e testados sobre instâncias conhecidas no

meio acadêmico, disponíveis na OR-Library<sup>1</sup>. Além disso, buscou-se também aplicar o conhecimento gerado no desenvolvimento de uma aplicação para auxiliar empresas de transportes a aumentar a eficiência do processo de decisão do carregamento de caminhões.

A Logística é hoje responsável por 15% do PIB brasileiro e o transporte de cargas responde por 60% deste montante [36]. No Brasil, o longo período de hiperinflação criou um ambiente empresarial em que o lucro advinha principalmente da aplicação financeira do fluxo de caixa das empresas. Foi, portanto, um período em que a eficiência operacional foi colocada de lado. No entanto, desde 1994, com a estabilização monetária, esse ambiente mudou rapidamente e muitas empresas que não conseguiram melhorar a sua eficiência sucumbiram. Ainda assim, o nível de produtividade do setor de Transporte de Cargas no Brasil é bem menor que o obtido pelo mesmo setor nos Estados Unidos [36].

Este trabalho pretende, portanto, não apenas contribuir para o avanço do conhecimento de um problema clássico de grande interesse para o mundo acadêmico, como também tenta contribuir para a eficiência operacional de um importante setor produtivo brasileiro, que representa uma grande parcela do chamado Custo-Brasil. É, assim, mais um pequeno exemplo da preocupação do meio científico nacional com o crescimento do país.

## 1.1 Motivação

O Problema de Alocação Generalizada (PAG) é um problema de otimização combinatória NP-Difícil, como mostrado na seção 2.1.2. Sua importância advém não apenas da sua aplicabilidade em sua forma direta, mas também do fato de aparecer como uma subestrutura de muitos modelos para problemas práticos mais complexos em áreas como roteamento de veículos, localização de facilidades, escalonamento de recursos, entre outros.

Esta dissertação tem duas grandes motivações: o estudo e o desenvolvimento de métodos para solução do PAG e a aplicação de tais métodos em um problema prático para o setor produtivo brasileiro.

O custo de transporte pode representar de 7% a 20% dos produtos de baixo valor agregado que compõem as exportações brasileiras e o modal rodoviário é responsável por 60% da nossa matriz de transportes. Neste contexto, o problema de carregamento de caminhões (PCC) apresenta-se como uma aplicação prática interessante para este estudo.

---

<sup>1</sup>URL da OR-Library: <http://mscmga.ms.ic.ac.uk/jeb/orlib/gapinfo.html>

Os métodos alternativos de solução do PAG propostos farão uso da desigualdade proposta por M. Fischetti e A. Lodi em [35] e também do modelo matemático que permite o uso da técnica de geração de colunas [20] associadas a técnicas de estabilização de geração de colunas descrito em [24].

## 1.2

### Organização do Texto

Este texto está dividido da seguinte forma: O capítulo 2 descreve o Problema de Alocação Generalizada (PAG), algumas aplicações que são modeladas através do PAG, o Problema de Carregamento de Caminhões (PCC) e a extensão do PAG para resolver o PCC. O capítulo 3 mostra a formulação clássica e uma outra formulação com um número exponencial de variáveis para o PAG e para o PCC. No capítulo 4 é proposto um método exato para a resolução do PAG que faz uso da técnica de geração de colunas estabilizada. Um método aproximado de resolução para o PAG é apresentado no capítulo 5. Finalmente, o capítulo 6 contém uma aplicação do PAG ao problema de carregamento otimizado de caminhões.