

1 Introdução

1.1 Motivação

O transporte rodoviário de cargas no Brasil conta com cerca de 12 mil empresas prestadoras de serviços, 50 mil de carga própria e 350 mil autônomos, respondendo por 63% de toda a movimentação de cargas no mercado interno (contra, por exemplo, 20% no setor ferroviário e 13% no setor aquaviário), movimentando 3,4% do Produto Interno Bruto (PIB).

O faturamento anual do segmento gira em torno de R\$ 24 bilhões, gerando 3,5 milhões de empregos, segundo dados da Associação Nacional de Empresas de Transportes de Cargas (NTC). Essa importância econômica tem motivado tanto companhias privadas quanto grupos acadêmicos a utilizar ferramentas de pesquisa operacional para melhorar a eficiência do sistema de transporte.

Existem vários meios de transporte: aéreo, ferroviário, náutico e automotivo, e as pesquisas têm focos diferentes para cada um deles. No aéreo, a atenção está voltada para a eficiente programação da tripulação das companhias aéreas. Tanto no transporte automotivo (caminhões, ônibus escolares e transporte de passageiros em geral) quanto no náutico, o foco é comum, o uso eficiente de uma frota que deve fazer um determinado número de coletas e entregas por cada um dos veículos, sujeito a restrições de capacidade, e de horário de entrega, de modo a minimizar o custo total.

O grande número de aplicações no mundo real mostrou que o uso de sistemas de apoio a decisão para o processo de planejamento de distribuição produz economias substanciais nos custos de transporte.

Esta dissertação descreve um importante problema de otimização combinatória, o Problema de Roteamento de Veículos (PRV) e suas variações, ressaltando sua importância e vasta aplicabilidade em casos práticos.

Esse problema possui diversas aplicações práticas, pois implica tipicamente em uma série de situações reais que afetam principalmente a indús-

tria, o comércio, o setor de serviços, a segurança, a saúde pública e o lazer. Distribuição de jornal, transporte escolar, recolhimento de lixo, entrega de correspondência, são algumas das possíveis aplicações práticas do PRV.

Existem diversas possíveis formulações para o PRV, trataremos apenas daquelas que possuem alta complexidade de resolução, demandando assim um conjunto de ferramentas, técnicas e algoritmos para se encontrar uma solução satisfatória em tempo razoável.

1.2 Organização da Dissertação

O capítulo 2 apresenta as técnicas de resolução que serão utilizadas para resolver os problemas enunciados ao longo desta dissertação. O capítulo 3 descreve a versão mais simples de problemas de roteamento, o Problema de Roteamento de Veículos com restrição de Capacidade (PRVC). Podemos enunciar o problema de forma bem simples. São dados uma frota de veículos idênticos de capacidade C localizada em um depósito central e um conjunto de clientes, cada qual com uma demanda q_i . O que se deseja é entregar as demandas que estão localizadas no depósito aos clientes minimizando o custo de transporte. Este capítulo tem grande importância pois descreve os conceitos básicos dos problemas de roteamento que são herdadas pelas variações que serão apresentadas posteriormente.

O capítulo 4 descreve a primeira variação do PRVC, o problema de roteamento de veículos com janela de tempo (PRVJT). Neste problema além da restrição de capacidade já presente na versão anterior, é introduzida também a restrição de janela de tempo, que impõe que cada cliente seja atendido dentro de um determinado intervalo de tempo, aumentando assim a complexidade do problema.

No capítulo 5 será apresentada uma variação dos dois problemas apresentados anteriormente, problema de roteamento de veículos com janela de tempo e frota heterogênea (PRVJTfH). Neste problema além de considerar a capacidade dos veículos e o horário de atendimento dos clientes, a frota de veículos localizada no depósito tem uma composição heterogênea, isto é, cada veículo tem uma capacidade e um custo fixo diferentes. Esta variação do problema de roteamento de veículo é pouco encontrada na literatura, porém é de grande interesse por se tratar de um problema mais próximo dos casos encontrados no mundo real. Um exemplo disso é dado no capítulo 6 no qual é descrito e apresentado o problema de distribuição de jornais. Nesta aplicação é dado um depósito onde os jornais são impressos e onde

uma frota de veículos com diferentes capacidades está localizada. Um conjunto de clientes (cidades) tem uma demanda diária conhecida e um horário limite no qual o jornal deve ser entregue. Assim como nos outros problemas, o que queremos é fazer a entrega dos jornais respeitando todas as restrições impostas e minimizando o custo de transporte.

As apresentações dos problemas incluem as descrições, formulações, trabalhos já existentes, técnicas utilizadas para resolvê-los e os resultados computacionais obtidos. Finalmente no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros a serem desenvolvidos.