

## 6 Conclusões

Esta tese tratou o problema de roteamento e atribuição de comprimentos de onda em redes WDM, que consiste em atribuir uma rota e um comprimento de onda a um conjunto de requisições de caminhos óticos, de modo que os caminhos óticos cujas rotas compartilham alguma fibra ótica tenham comprimentos de onda diferentes. O objetivo é minimizar o número total de comprimentos de onda utilizados. Também tratou-se o Problema de Coloração de Partições, que é uma generalização do problema de coloração de grafos e que vem sendo utilizado em estratégias de decomposição para min-RWA [63, 74].

Primeiramente, foram propostos algoritmos e estruturas de dados que permitiram a implementação eficiente das melhores heurísticas disponíveis para min-RWA na literatura. Os resultados computacionais mostraram que ao contrário do observado em [88], BFD-RWA obteve soluções melhores que BF-RWA e FFD-RWA na maioria das instâncias testadas. Os algoritmos e as estruturas de dados utilizados para implementar as heurísticas diminuíram os tempos máximos e médios de processamento de BFD-RWA em 57% e 25%, respectivamente, com respeito aos tempos da implementação padrão. Os tempos de execução da implementação mais rápida de BFD-RWA foram sempre menores que três segundos, enquanto os tempos relatados para a mesma heurística em [88] chegaram a oito minutos nas mesmas instâncias e no mesmo computador Pentium IV 2.8 GHz. A implementação eficiente de BFD-RWA viabilizou a construção de uma heurística de multi-partida para min-RWA que obteve desvios relativos médios iguais a 6,5%, 5,5% e 3,8% para as instâncias dos conjuntos  $Y$ ,  $Z$  e  $W$ , respectivamente. Os resultados desta pesquisa foram apresentados e publicados em [71].

Em seguida, um algoritmo genético com chaves aleatórias foi proposto para min-RWA. Experimentos computacionais mostraram que este algoritmo foi capaz de melhorar os resultados do algoritmo de multi-partida MS-BFD e da heurística 2-EDR+TS-PCP proposta em [70]. Também pode-se observar a robustez do algoritmo genético dado que todas as versões de GA-RWA (usando diferentes configuração de parâmetros) obtiveram resultados semelhantes. O algoritmo genético em conjunto com o limite inferior calculado por programação

linear permitiu provar a otimalidade de 41% das instâncias de teste. Como foi implementado como um *framework* de software, o algoritmo genético aplicado a min-RWA pode ser facilmente estendido para outros problemas de otimização para o qual se conhece uma heurística que possa decodificar as chaves dos cromossomos. Resultados preliminares deste trabalho foram apresentados em [74].

Por fim, foi apresentado o primeiro algoritmo exato para o problema de coloração de partições. Foram propostos uma formulação por programação linear inteira, desigualdades válidas, um algoritmo de plano de cortes e um algoritmo de divisão e conquista do tipo *branch-and-cut*. Os experimentos computacionais foram executados em instâncias geradas aleatoriamente, instâncias geradas a partir de instâncias de coloração de grafos e instâncias geradas a partir de instâncias de min-RWA. O algoritmo de plano de cortes melhorou em média 32% o valor da relaxação linear nas instâncias aleatórias. Instâncias com até 706 vértices e 101.600 arestas, geradas a partir de instâncias de min-RWA em anéis, foram resolvidas dentro do limite de duas horas de processamento. Além disso, os resultados obtidos por B&C-PCP mostraram-se competitivos com aqueles obtidos pelo algoritmo de branch-and-cut em [68] para instâncias de coloração de grafos. Os resultados deste trabalho foram apresentados em [72] e publicados em [75]. Uma extensão do algoritmo proposto nesta tese está sendo aplicado para o Problema de Coloração Equilibrada [76].