

5. CONCLUSÃO

No capítulo anterior (capítulo 4) foram apresentados os resultados das simulações dos dois algoritmos utilizados para a obtenção de soluções para o problema de roteamento e alocação de comprimento de onda discutido nesta tese, cujo objetivo é o de minimização do custo total associado ao conjunto de rotas desejadas.

Ambos os algoritmos utilizam um grafo aumentado associado ao grafo original como dados de entrada dos mesmos. O primeiro algoritmo, baseado em métodos de Programação Linear Inteira, fornece a solução ótima para o problema mas sua dimensão é bastante influenciada pelos parâmetros do problema, particularmente pelo número de comprimentos de onda L . Foi visto que, mesmo para valores moderados de tamanhos de redes, a dimensão do problema de PLI pode atingir valores que inviabilizem o emprego de alguns softwares que o resolvam.

O segundo algoritmo, de natureza seqüencial e heurística, é um agregado de técnicas comumente utilizadas em outras áreas das Telecomunicações e Otimização que tem por finalidade reduzir a complexidade computacional do problema ótimo, pagando certamente o preço da suboptimalidade. A sua natureza heurística não permite garantir que a solução ótima seja atingida, nem que a solução gerada seja próxima da solução ideal. Entretanto, os resultados de simulação aqui obtidos são animadores no sentido de ilustrar as possibilidades do método proposto.

É inegável que o desempenho do algoritmo proposto depende da ordem escolhida para o processamento seqüencial das rotas. O critério aqui utilizado de ordenação das rotas é o que parece mais intuitivo, onde rotas de maior custo são alocadas em primeiro lugar, na crença de que estas rotas possuem custos mais elevados quando sua primeira opção não pode ser empregada. Outros critérios podem e devem ser investigados. Entretanto este não foi um dos objetivos desta tese. O que se procurou aqui foi avaliar se a combinação das técnicas utilizadas era promissora na determinação de rotas de custo total mínimo.

Um outro aspecto que vale a pena ser discutido diz respeito à escolha dos K “melhores” caminhos entre dois nós de um grafo. A natureza do problema aqui em discussão impõe que esses K caminhos sejam escolhidos sem que haja passagens múltiplas por um mesmo nó. A literatura fornece vários algoritmos que geram caminhos com este requisito, entretanto a complexidade computacional e os requisitos de armazenagem desses algoritmos são sensivelmente superiores aos de algoritmos que não impõem este tipo de restrição. Embora reconhecendo que os resultados apresentados não foram exaustivos no sentido de investigar empiricamente o comportamento de um número elevado de redes, em nenhum dos exemplos investigados o algoritmo REA gerou caminhos com laços. Se o tempo de processamento é um recurso escasso, este tipo de ação revela-se conveniente.

Para evitar o crescimento explosivo da árvore de possibilidades de rotas, utilizou-se um número máximo M de rotas a serem armazenadas, onde nos exemplos simulados, este número gravitou na faixa de 3 a 10. Um fato curioso e positivo para o método proposto foi a insensibilidade das soluções geradas ao valor de M . de fato, praticamente não foram observadas variações na solução em função do valor de M . Por esta razão, a sua influência não foi investigada no transcurso deste trabalho.

5.1 Trabalhos Futuros

Algumas das sugestões para trabalhos futuros são listadas:

- Em geral o custo de conversão de comprimento de ondas utilizados em nós da rede costuma ser elevado em relação ao custo da utilização de um enlace. Uma investigação oportuna seria a avaliação do impacto destes custos na escolha das rotas.
- Um outro problema de interesse seria o de investigar não apenas conexões, mas também o escoamento de tráfego ao longo da rede. Este problema é conhecido na literatura de Pesquisa Operacional como de “fluxo de multicomodidades” e, embora bastante semelhante, é mais complexo e numericamente mais pesado do que o problema aqui discutido.

- Em planejamento de rotas é comum a avaliação da sensibilidade a falhas para fins de segurança. Por exemplo, na hipótese de falha em um particular enlace da rede, qual o custo total associado ao novo roteamento (ótimo ou sub-ótimo) a ser usado? Esta análise pode fornecer importantes informações sobre os enlaces críticos da rede.
- Admita que a rede óptica foi projetada para operar com um determinado conjunto de rotas, e deseja-se incluir uma nova rota nesta rede. Sob que condições vale a pena replanear todas as rotas e sob que condições pode-se acrescentar a nova rota sem alterar as anteriores, sem impactos consideráveis de custo.

Essas e outras questões importantes continuam a aparecer em artigos técnicos de revistas especializadas com bastante frequência, revelando a importância do problema aqui discutido e suas variantes. Acreditamos que este assunto continuará objeto de muita pesquisa, pois as redes ópticas têm se revelado promissoras e acredita-se que as mesmas continuarão a evoluir e serão muito utilizadas nas próximas décadas.