

1 Introdução

1.1. Motivação

Nos últimos anos, a expansão dos serviços oferecidos para transmissão de voz, dados e imagens ao mercado consumidor provocou diversos estudos para o planejamento das redes de telecomunicações com o menor custo de implantação para as operadoras e com a melhor ocupação dos recursos disponíveis.

Essa expansão atingiu o apogeu, no período de pós-privatização do setor das telecomunicações brasileiro. Com o objetivo de alcançar novas áreas, na busca de novos clientes, foram investidos bilhões de dólares pelas novas empresas. Outro fator que incentivou o investimento foi a necessidade de alcançar as metas do plano de universalização da ANATEL. Além disso, um novo nicho de mercado surgiu nesse momento, chamado mercado corporativo. São empresas que precisam interligar suas sedes, com altas taxas de velocidades, alta disponibilidade e qualidade. E, por se tratar de um cliente mais exigente, a eficiência do serviço prestado obrigou um aumento dos investimentos na rede.

Essa nova fase tinha duas metas como objetivo:

- Utilizar interfaces com recursos suficientes, para escolher rotas alternativas, após falhas nos enlaces;
- Utilizar topologias que abranjam o maior número de nós possíveis para tornar o investimento altamente rentável.

Para atender essa demanda, as operadoras ou prestadoras de serviços de telecomunicações começaram a buscar a rede ótima que se caracteriza, por parte das operadoras: na maximização da utilização dos equipamentos presentes para interligação dos clientes às estruturas de transmissão, e minimização dos custos inerentes (pessoal e equipamento). Além disso, a rede

deve ser modular permitindo flexibilidade para inclusão de novos clientes, gradualmente, em função da demanda do mercado.

Nesse período, muitos estudos deram suporte na busca do melhor aproveitamento das redes existentes e auxiliavam os projetos das novas redes que estavam sendo construídas.

A utilização de técnicas de Pesquisa Operacional auxiliaram o planejamento estratégico das operadoras. A garantia da solução ótima, qualidade da informação e rapidez para alcançar os resultados aproximaram ainda mais os especialistas das operadoras aos estudiosos na área.

Para atender essa demanda são utilizadas três tecnologias, com mais frequência: fibra óptica, par metálico e rádio. E são esses meios de transmissão que suportam cerca de 98% das redes existentes no Brasil.

1.2. Objetivo

O objetivo desta dissertação é resolver dois problemas de planejamento de redes de telecomunicações utilizando Programação Matemática. O primeiro trata do planejamento de uma nova rede, determinando qual o melhor meio de transmissão (fibra óptica, par metálico e rádio digital), em função da demanda de clientes. O objetivo é garantir a melhor rede a ser implantada, para atender a demanda dos clientes, ou seja, projetar uma nova rede. Hoje em dia, esse tipo de demanda consome muitos recursos nas operadoras, principalmente, porque o foco das prestadoras brasileiras é aumentar a receita com o mercado corporativo. Esses projetos podem custar para operadora mais de R\$ 5 milhões e caso não sejam bem executados poderão ocupar a rede de uma forma descontrolada, provocando baixo desempenho e má ocupação dos recursos.

O outro problema abordado nessa tese é o de configuração dos circuitos virtuais, com uma banda de 155 MB, utilizado para transportar circuitos de baixa hierarquia (um circuito de 34 MB ou 2 MB) entre dois elementos ou dois pontos da rede [1]. Esses circuitos são chamados de *trails*, nas redes SDH e tem como objetivo o melhor aproveitamento da rede de transporte SDH. Em função, do legado do período pré-privatização, falhas no cadastro, erro humano e crescimento desordenado, as redes existentes estão com alta ocupação e baixo desempenho. Ao final desse trabalho é proposto um modelo cujo objetivo é determinar uma nova configuração da rede virtual de transporte.

1.3. Estrutura da dissertação

No capítulo dois, são apresentados os três meios de transmissão mais usados no Brasil: fibra óptica, rádio digital e par metálico. É feita uma explanação sobre as três tecnologias, sem aprofundar muito nas características técnicas. Ao final do capítulo o leitor deverá conhecer características, restrições, qualidades e defeitos de cada tecnologia.

No capítulo três, são abordadas as características da rede SDH que suporta as redes de serviços das operadoras. Benefícios e restrições da tecnologia são apresentados. Além disso, são introduzidos os tipos de proteção com a visão física e lógica e as topologias utilizadas nos projetos das redes. Como no capítulo anterior, os assuntos abordados são apresentados de uma forma genérica, sem detalhes técnicos e através de diagramas, figuras e tabelas.

No capítulo quatro, são apresentados estudos de destaque em relação aos problemas dessa dissertação. Através de uma breve explicação, o leitor pode relacionar e conhecer os problemas e soluções apresentadas.

No capítulo cinco, é apresentado o problema de planejamento de novas redes de telecomunicações com as suas características, premissas, modelo matemático, instâncias e resultados computacionais. Ao final do capítulo, são apresentados estudos comparando o resultado de projeto de uma operadora e o apresentado pelo modelo.

No capítulo seis, é apresentado o problema de configuração dos circuitos virtuais de transporte, chamados *trails*, na rede SDH. Serão apresentados todas as características, premissas, modelo matemático, instâncias e resultados computacionais. Comparações com anéis configurados na prática e resultados dos modelos ilustram a eficiência e qualidades do modelo.

No capítulo sete, são destacadas as principais conclusões deste trabalho, assim como sugestões de trabalhos futuros.

Finalmente, no capítulo oito, são listadas as referências bibliográficas.