

Um Sistema de Gerenciamento de Tráfego para Redes Telefônicas de Grande Porte*

*Ana Luiza Barros Diniz*¹ *Sérgio Campos*¹ *José Marcos Nogueira*¹
*Christiano Mata Machado*² *Luiz Geraldo Souza*²

1: Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais
Caixa Postal 702, 30123-970 Belo Horizonte, MG

2: Telemar Minas

E-mail: {*analuiza,s campos,jmarcos*}@dcc.ufmg.br
{*chris,lgeraldo*}@telemig.com.br

Resumo

O gerenciamento de tráfego é uma tarefa fundamental em uma empresa operadora de telecomunicações, pois torna possível um maior conhecimento da capacidade de tráfego das centrais existentes e de como elas estão sendo utilizadas. Este trabalho apresenta a concepção e implementação de um sistema de gerenciamento de tráfego desenvolvido em um convênio Telemar-MG/DCC-UFMG. O sistema trata da coleta, transmissão, armazenamento e geração de relatórios e gráficos de dados de tráfego de centrais de comutação, rotas e enlaces de sinalização. Para a coleta de dados e geração de alarmes foi utilizado o Sistema Integrado de Supervisão (SIS). A partir dos dados armazenados no banco de dados é possível gerar gráficos que mostram o perfil de tráfego das centrais. O sistema permite analisar o comportamento das centrais e identificar problemas que estejam ocorrendo ou possíveis problemas que possam vir a acontecer.

Abstract

Traffic management is a fundamental task in a telecommunications company. It uncovers traffic capacity in plant switches and how this capacity is being used. This work describes the design and implementation of a traffic management system that has been developed in a partnership by Telemar-MG and Departamento de Ciência da Computação-Universidade Federal de Minas Gerais. This system collects, transmits and stores traffic data, as well as generates reports and data graphics of switch traffic, route and signaling route traffic. To collect data and generate alarms we have used the SIS system. From the data collected it is possible to generate graphics that show switch traffic. This system allows the analysis of switch behavior and the identification of problems that may be occurring or of problems that may potentially occur, before they manifest themselves.

*Trabalho financiado pela Telemar Minas (antiga Telemig) em convênio com o DCC/UFMG

1 Introdução

Gerenciar uma rede telefônica de grande porte é uma tarefa vital e extremamente difícil. A rede da operadora de telecomunicações Telemig, por exemplo, tem dezenas de centrais de grande porte e centenas de centrais menores. É necessário poder saber a qualquer instante quais centrais estão funcionando corretamente e quais têm problemas. Se a ocorrência de um problema não for detectada rapidamente a empresa perde receita, pois milhares de ligações podem deixar de ser completadas.

Problemas em centrais podem ser vistos em duas categorias: algumas falhas fazem com que a central pare de funcionar. Estas falhas são facilmente detectáveis, e neste caso técnicos podem ser enviados para consertar a central imediatamente. Frequentemente, contudo, erros mais sutis podem acontecer. *Parte* da central pode parar de funcionar, ou seja, ela não pára de completar chamadas, mas simplesmente diminui o número de ligações que podem ser feitas simultaneamente. Um número excessivo de tentativas de conexão também pode causar perda no desempenho, causando congestionamento na central. Problemas como este são muito mais difíceis de identificar, pois não são aparentes.

Através do gerenciamento de tráfego podemos resolver este problema. O sistema de gerência coleta informações da central a respeito do tráfego escoado pela mesma e identifica problemas potenciais. Este trabalho apresenta a concepção e implementação de um sistema de gerenciamento de tráfego desenvolvido para a Telemig, o SGT - Sistema de Gerenciamento de Tráfego. Este sistema faz parte do SIS - Sistema Integrado de Supervisão desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação/Universidade Federal de Minas Gerais em parceria com a Telemig para supervisionar a sua planta de telecomunicações. O SGT permite a identificação de centrais e rotas que estão com perda de tráfego e qual é a perda. Desta forma é possível identificar problemas de tráfego *antes* de eles se tornarem críticos. Sua correção torna-se significativamente mais barata desta forma. O sistema também pode ser usado para dimensionar a rede. Sabendo-se o perfil do tráfego em determinada rota ou central, pode-se estimar sua capacidade ideal e desta forma planejar sua expansão com maior segurança. Além de rotas e centrais, são também gerenciados processadores das centrais, órgãos internos e rotas de sinalização.

Existem diversos sistemas de gerência de tráfego comerciais no mercado internacional [1] [2]. Contudo, estes sistemas têm um custo muito elevado, chegando a custar centenas de milhares de dólares. Além disto, sua compra normalmente é cercada de restrições tais como um número limitado de licenças, tempo longo e alto custo de manutenção devido à necessidade de se fazê-la através da companhia internacional que desenvolveu o sistema. O SGT por outro lado, teve um custo e tempo de desenvolvimento baixos devido ao uso da infraestrutura existente no SIS. Não existem restrições de uso, sendo sua interface com o usuário através do world wide web. Utilizando-se qualquer browser é possível acessar as informações geradas pelo sistema. Além disto, o código do sistema faz parte do SIS, ou seja, é possível efetuar a manutenção do sistema de maneira mais simples e eficiente.

Este artigo é organizado da seguinte forma. Na seção 2 é discutida a teoria do gerenciamento de tráfego e é mostrado como são calculados o grau de serviço e os valores representativos de tráfego. Na seção 3 é abordado o gerenciamento de tráfego em plantas reais. Na seção 4 é apresentado o sistema de gerenciamento de tráfego desenvolvido, o SGT. Nesta seção são apresentados o modelo de informação do sistema, o modelo para cálculo de tráfego, a definição geral do SGT e sua integração ao SIS. São abordados também os gráficos e relatórios gerados. A seção 5 fala sobre alguns resultados obtidos e,

finalmente, a seção 6 mostra algumas conclusões.

2 Gerenciamento de Tráfego

Cálculo do Grau de Serviço

O comportamento de um sistema telefônico pode ser entendido usando-se o modelo abaixo, proposto inicialmente por A.K. Erlang [3]. Nesta análise, cada entidade do sistema telefônico (e.g. centrais ou rotas) é vista como um *servidor de conexões*, e pedidos de chamadas são vistos como clientes do servidor. Por exemplo, uma rota conecta duas centrais e tem capacidade de transmitir n chamadas simultaneamente. Além da capacidade, dois outros parâmetros definem o comportamento da rota, a taxa de chegada de pedidos de conexão λ e a taxa de término de chamadas μ . Assume-se que pedidos de conexão chegam à rota à taxa de λ seguindo um processo de chegada de Poisson. Enquanto houver menos de n chamadas em andamento, um novo pedido é atendido. Se a rota já estiver no limite de sua capacidade, o novo pedido é recusado. A partir destes valores podemos calcular a *probabilidade de bloqueio* P_b , que é a probabilidade de que um pedido de chamada seja bloqueado ao chegar à rota. P_b é calculado a partir da fórmula abaixo, chamada de fórmula de Erlang-B, onde $\rho = \lambda/\mu$:

$$P_b = \frac{\rho^N / N!}{\sum_{l=0}^N \rho^l / l!}$$

O parâmetro ρ corresponde ao número médio de chamadas em andamento no sistema, ou seja, ao tráfego na rota em determinado instante. Este parâmetro é medido em *erlangs*: um erlang corresponde ao tráfego gerado por uma chamada com a duração de uma hora. Note que através da fórmula acima conseguimos calcular P_b a partir de dois parâmetros, a capacidade N e o tráfego ρ . A derivação destas fórmulas pode ser encontrada em [3].

A probabilidade de bloqueio P_b é o resultado mais importante da análise de tráfego. P_b corresponde ao percentual de chamadas perdidas por congestionamento. Desta forma, é essencial minimizar-se P_b , pois cada chamada perdida causa uma perda de faturamento da empresa. Existe também uma outra interpretação para P_b . Quanto maior a probabilidade, pior o serviço prestado ao usuário. Por causa disto, P_b é frequentemente conhecido como *grau de serviço*, ou GOS das iniciais em inglês. Um sistema de gerência de tráfego deve calcular o GOS e avisar ao gerente de tráfego quando este valor se tornar crítico. Normalmente na indústria de telecomunicações aceitam-se perdas de até um a três por cento.

Cálculo de Valores Representativos de Tráfego

O cálculo do GOS, contudo, não é suficiente para se fazer uma gerência efetiva de tráfego, porque este valor corresponde ao tráfego em determinado instante na rota ou central. É necessário analisar o comportamento *ao longo de um intervalo de tempo*. Para que isto possa ser feito é preciso definir um intervalo de *coleta* de informações de tráfego de cada central ou rota. O intervalo mais usualmente adotado é de 15 minutos. Com dados sobre o tráfego a cada 15 minutos pode-se determinar o período com o maior tráfego, chamado de *hora de maior movimento*, ou HMM. A HMM corresponde ao período de 60 minutos

durante o dia no qual o tráfego foi mais intenso. O valor de tráfego na HMM é considerado o valor representativo de tráfego do dia. Este conceito é estendido para semanas, meses e anos de forma que é possível determinar um valor representativo de tráfego para cada um destes períodos.

Desta forma, vemos que o objetivo principal de gerência de tráfego é determinar valores representativos de tráfego que caracterizam o comportamento da rota ou central. Além disto o cálculo do GOS nos permite saber o quanto de perda ocorre no sistema a fim de se corrigir erros ou dimensionar a rede da forma mais adequada.

3 Gerenciamento de Tráfego em Plantas Reais

O gerenciamento de tráfego é um problema simples na sua essência, mas extremamente complexo na sua implementação. O grande volume de dados gerado pelas centrais faz com que a implementação de um sistema de gerência de tráfego não seja trivial. Centrais de grande porte podem ter centenas de rotas e atender a dezenas de milhares de chamadas simultaneamente. Para que o sistema de gerência funcione corretamente é necessário coletar dados a respeito do comportamento da central a cada 15 minutos. Por causa disto, o volume de dados a ser coletado e analisado faz com que uma análise precisa seja difícil de efetuar.

Tradicionalmente adota-se uma estratégia de simplificação da análise que reduz significativamente a precisão da mesma. Assume-se que a hora de maior movimento é fixa e analisa-se o tráfego somente daquele período. Normalmente o período escolhido para análise vai de 9 as 11 horas da manhã. Com isto torna-se possível analisar o tráfego, mas a um custo muito grande em precisão. Diversos eventos que podem modificar o comportamento da rede podem ser ignorados se o tráfego no período de observação não for alterado. Por exemplo, um novo fator que tem afetado o tráfego na rede de forma significativa é o crescimento do uso da Internet. A Internet tem mudado o perfil de tráfego, gerando um tráfego intenso no fim da tarde e à noite, quando as tarifas são mais baixas. Uma análise de tráfego restrita como a mencionada acima não consegue identificar mudanças de comportamento do tipo das causadas pela Internet.

Outros fatores que dificultam a implementação de um sistema de gerência de tráfego são a dificuldade de acesso às centrais e a heterogeneidade da rede. Redes como a da Telemig são compostas de centrais de vários fabricantes, com modelos e versões diversas. As interfaces de acesso por consequência dessa heterogeneidade e por não haverem padrões consolidados, são proprietárias e bastante diversificadas. Muitas vezes são interfaces próprias para saída em tela ou impressora, sem uma sintaxe concisa e clara. Além disto, cada central fornece dados de tráfego de uma forma diferente. Uma análise da rede como um todo torna-se extremamente complexa devido à necessidade de se entender o funcionamento de cada tipo de central usada. Frequentemente dados que são fornecidos por um tipo de central não são fornecidos por outra, sendo necessário interpretar-se cada relatório de forma diferente.

Todos estes fatores foram determinantes na decisão de se implementar um sistema de gerência de tráfego que permitisse uma análise automatizada e precisa da rede telefônica como um todo de forma centralizada.

4 O Sistema de Gerenciamento de Tráfego - SGT

Visando a solução dos problemas citados anteriormente para a gerência de tráfego para uma planta real heterogênea, foi desenvolvido um sistema de gerenciamento próprio, integrado ao SIS, denominado Sistema de Gerenciamento de Tráfego (SGT).

Esse sistema permite a observação e análise do tráfego gerado e trocado entre os vários nós de comutação, dentro de uma rede de telecomunicações. Os dados de tráfego são coletados junto aos nós e depois podem ser consultados e visualizados. Além disso, o sistema gera alarmes automaticamente, quando limites de supervisão, previamente estabelecidos, são ultrapassados para determinados parâmetros medidos ou calculados [4].

O SGT auxilia na execução de várias atividades dentro de uma operadora de telecomunicações. As principais áreas onde o SGT pode ser utilizado são: gerência de falhas, gerência de configuração, setor de planejamento e setor de manutenção. O SGT auxilia na gerência de falhas e no setor de manutenção através da geração de alarmes e do cálculo de grau de serviço, que indicam que uma determinada entidade pode estar com problema. Para a gerência de configuração, o SGT oferece informações como qual entidade está congestionada e qual entidade está ociosa, o que possibilita fazer um remanejamento do tráfego. O SGT possui informações sobre todas as entidades que estão sendo gerenciadas pelo sistema. A análise de dados históricos de centrais ou rotas, individualmente ou como uma rede, possibilita planejar a evolução da planta.

4.1 Modelo de Informação

O modelo de informação descreve as entidades tratadas pelo sistema, o relacionamento existente entre elas, quais as principais informações coletadas e como elas são armazenadas. As entidades a serem inicialmente modeladas são descritas a seguir. A figura 1 mostra a estrutura interna de um nó e a relação existente entre as entidades supervisionadas.

Os assinantes se ligam a um nó através do estágio de assinantes. A matriz de comutação de um nó é responsável por fazer a interligação e a conexão entre as diversas fontes de tráfego oferecidas a este nó. Nós são elementos (centrais) de comutação presentes em uma rede de telecomunicações. Um nó possui um estágio de assinantes, uma matriz de comutação, órgãos internos, rotas de interligação para tráfego comutado e/ou de sinalização, rotas internas, um ou mais processadores e enlaces de sinalização. A rota interna de um nó liga o estágio de assinantes e/ou órgãos internos à matriz de comutação. A seguir é dada uma descrição destas entidades.

Dentro de um nó existem seis tipos de tráfego que devem ser considerados, conforme ilustrado na figura 2. O tráfego originado é o tráfego que entra no nó sendo gerado pelos assinantes. O tráfego interno é a parte do tráfego originado, que tem como destino um assinante do mesmo nó. Esse tráfego é retornado internamente para o assinante destino e não passa para outros nós. O tráfego entrante é o tráfego que entra no nó sendo gerado por outros nós. O tráfego trânsito é a parte do tráfego entrante, que é destinado a outros nós. O tráfego sainte é a parte do tráfego originado que vai para outros nós mais o tráfego trânsito. O tráfego terminado é a parte do tráfego entrante que é destinado a assinantes do nó mais o tráfego interno. O tráfego total é a soma dos tráfegos originado e entrante ou dos tráfegos sainte e terminado.

Rotas são conjuntos de troncos que ligam um par de nós ou duas entidades internas de um nó. Através de uma rota podem ser transmitidas informações de voz, dados comutados

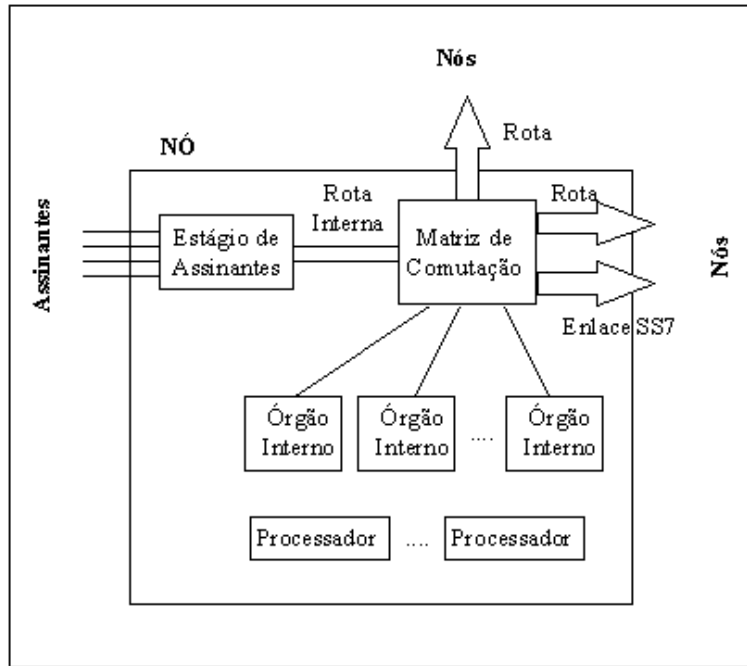


Figura 1: Estrutura interna de um nó e o relacionamento entre suas entidades

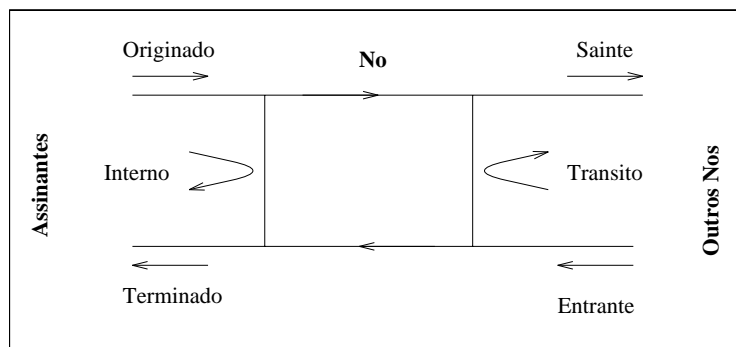


Figura 2: Tipos de tráfego presentes em um nó

e dados de sinalização. Os dados de sinalização podem ser transmitidos através de canais físicos independentes ou podem estar juntos com as rotas de transmissão de voz.

Órgãos internos são componentes de um nó compartilhados durante a execução das chamadas nas suas diversas fases.

Um nó possui um ou mais processadores. Os tipos de processadores existentes são dois, comum e de sinalização. Os processadores comuns são responsáveis pelo processamento das chamadas e os processadores de sinalização são responsáveis pelo tratamento apenas das informações de sinalização.

Enlaces de sinalização ligam um par de nós e através deles passam apenas dados de sinalização. Os enlaces que ligam o mesmo par de nós formam um conjunto de enlaces de sinalização.

No SGT foi criado um modelo de informação unificado, onde os dados de todos os tipos de centrais são mapeados em uma mesma estrutura. Esse modelo atende a maioria das necessidades de gerenciamento. Por outro lado, coloca o problema de se obter, de

centrais heterogêneas, dados que nem sempre estão apresentados de maneira simples ou óbvia.

Nem todas as centrais possuem todas as informações previstas no modelo. Quando isso acontece, alguns valores deixam de ser mapeados. Com isso, os gráficos e relatórios gerados pelo sistema podem variar de um tipo de central para outro.

4.2 Modelo para Cálculo de Tráfego

Uma central possui contadores de tráfego que armazenam, entre outras coisas, a quantidade de tráfego cursado na central e o número de juntores em serviço em um determinado instante. No SGT, a cada 15 minutos, são lidos os contadores de tráfego das centrais e essa leitura é chamada de medição. A cada medição são coletados dados para todas as entidades modeladas pelo sistema.

Para cada entidade são armazenadas, temporariamente, informações sobre as quatro últimas medições, que formam um intervalo com os últimos 60 minutos de coleta. A partir destas informações é calculado o valor de tráfego a cada hora e o valor de tráfego da hora de maior movimento - HMM, para cada entidade. A HMM não corresponde necessariamente a um valor de hora fechado, mas a quatro intervalos de 15 minutos consecutivos, nos quais ocorreu o maior valor de tráfego do dia. No SGT existe o conceito de HMM diurna e noturna, que corresponde, respectivamente, ao maior valor de tráfego do dia, nos períodos diurno e noturno.

As principais informações guardadas são de tráfego e grau de serviço. A cada final de hora é calculado o valor de tráfego da hora. A cada final de dia é calculado o valor de tráfego representativo do dia, que é a HMM do dia. A cada final de semana é calculado o valor representativo da semana (VRS), que corresponde a segunda maior HMM dos dias da semana. A cada final de mês é calculado o valor representativo do mês (VRM), igual ao segundo maior VRS do mês. Seguindo o mesmo raciocínio, no final do ano é calculado o valor representativo do ano (VRAM), correspondente ao segundo maior VRM do ano. Todos esses valores de tráfego são armazenados pelo sistema. Portanto, as informações relacionadas às entidades estão disponíveis por hora, dia, semana, mês e ano.

4.3 Definição Geral do Sistema de Gerência de Tráfego - SGT

O sistema de gerência de tráfego desenvolvido trata da coleta de dados nas centrais, da distribuição dos dados coletados, do armazenamento destes dados no banco de dados de tráfego e da geração de relatórios e gráficos de desempenho. A arquitetura geral do sistema está ilustrada na figura 3.

O sistema é responsável por armazenar informações de tráfego de todas as entidades e de gerar alarmes quando alguma situação anormal ocorrer. Um tipo de situação anormal pode ser, por exemplo, quando uma entidade estiver ociosa ou congestionada.

Os dados são lidos das centrais a cada 15 minutos, são pré-processados e armazenados em arquivo. De acordo com o modelo unificado de informação, o arquivo gerado tem um formato padrão, com uma estrutura normalizada, e os agentes de todos os tipos de centrais utilizam a mesma estrutura. Cada arquivo é então enviado ao banco de dados de tráfego, onde as informações são armazenadas definitivamente.

As informações contidas no banco de dados são utilizadas por diversas aplicações, das quais as mais importantes são as de geração de gráficos e relatórios. Os gráficos gerados

mostram o perfil de tráfego cursado na entidade. Através dos gráficos tem-se também informação de HMM e grau de serviço. Os gráficos gerados pelo sistema são melhor descritos na seção 3.5.

Sistema de Gerência de Tráfego

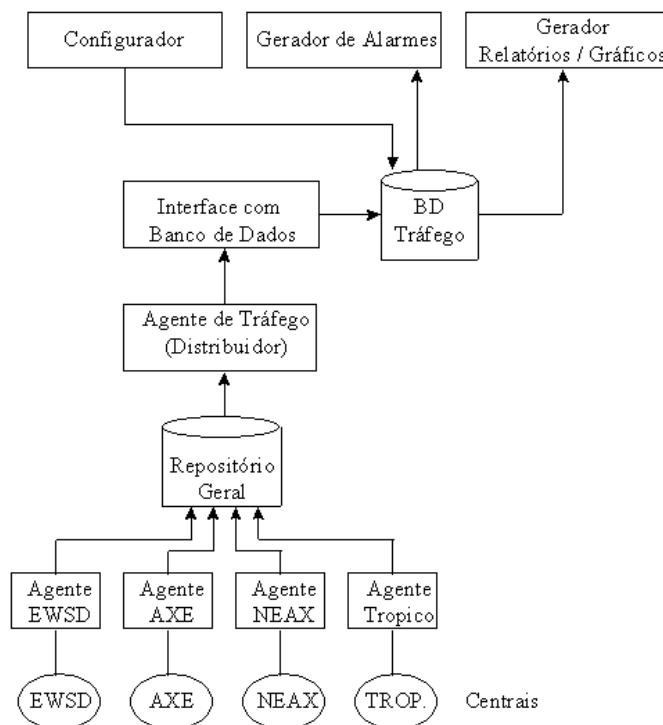


Figura 3: Arquitetura geral do SGT

Os principais módulos de aplicações do SGT são:

- **Configurador.** Responsável pela configuração do sistema, como cadastro das informações de configuração das entidades.
- **Gerador de Alarmes.** Analisa os valores de tráfego e grau de serviço, calculados a cada medição e, se necessário, gera alarmes.
- **Gerador de relatórios e gráficos.** Recupera informações do banco de dados e gera gráficos e/ou relatórios.

A figura 4 mostra o fluxo de dados no sistema, onde podem ser vistos os diversos módulos que o compõem. Os módulos principais são o agente de coleta de dados, o agente de tráfego, a interface com o banco de dados e o próprio banco de dados. Os módulos são detalhados a seguir.

Agente de Coleta de Dados

A coleta de dados é feita por agentes específicos, ligados a cada tipo de central. As centrais a serem mapeadas no sistema são sempre dos tipos digital ou trânsito.

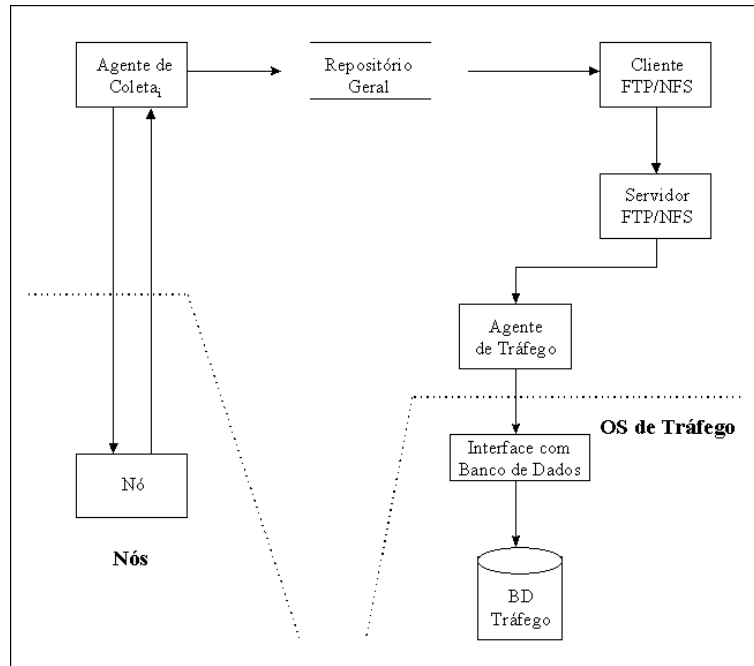


Figura 4: Fluxo de dados no SGT

O agente executa comandos na central e recebe relatórios como resposta, que em alguns casos podem vir como transferência de arquivo. Os arquivos possuem contadores com informações de tráfego. De cada arquivo são extraídas as informações necessárias para o sistema, como valor de tráfego escoado e quantidade de juntores em serviço no momento da medição.

As informações extraídas são armazenadas em arquivos locais, com estrutura normalizada, no formato XDR (*External Data Representation*), e depois são transferidos para um repositório geral.

Agente de Tráfego

O agente de tráfego é responsável por ler os arquivos que estão no repositório geral e transmiti-los para a interface com o banco de dados de tráfego. O agente envia as informações de tráfego para a interface e aguarda uma resposta. Quando necessário, a interface retorna uma lista com os alarmes que devem ser gerados pelo sistema. O agente de tráfego é responsável por gerar os alarmes para o SGT.

Interface com o Banco de Dados

A interface com o banco de dados recebe dados do agente de tráfego e os insere no banco de dados. Ela é responsável também por calcular o grau de serviço de todas entidades, de acordo com o que foi mostrado na seção 2. A cada medição são analisados os níveis de utilização de cada entidade e, se necessário, são gerados alarmes para a entidade que atingir certos limites pré-definidos. A interface com o banco de dados cria uma lista com os alarmes que devem ser gerados e passa essa lista para o agente de tráfego.

Banco de Dados

O banco de dados de tráfego é do tipo relacional. As entidades e seus atributos estão definidos em [4] e a especificação do banco de dados de tráfego encontra-se em [5].

4.4 Confiabilidade dos Dados Calculados

Em regime contínuo de produção, é sempre possível que o processo de coleta falhe por intervalos de tempo. Existem várias razões, entre elas a queda de linhas de comunicação, a suspensão temporária de envio de dados. Quando isso acontece, os dados de tráfego ficam comprometidos.

Um fato que pode ocorrer, no entanto, é a perda de uma medição. Isso pode ocorrer devido a vários motivos, como por exemplo, problemas na central ou no próprio agente de coleta. Um sistema de gerência de tráfego deve estar preparado para lidar com essa situação. Para tanto, no SGT foi desenvolvido um esquema de interpolação de medições.

Foi implementado um esquema de interpolação para o caso de perda de medições. Esse esquema garante que os dados do banco de dados estejam sempre consistentes.

A cada execução o sistema calcula qual a próxima medição esperada. Ao chegar uma medição, o sistema compara a data da medição que chegou com a data da próxima medição esperada. Se as duas datas forem iguais a medição que chegou é processada. Se a data da medição atual for menor que a data da próxima medição calculada, o sistema não a processa. Se, no entanto, a data da medição atual for maior que a data da próxima medição, significa que uma ou mais medições foram perdidas. O sistema então interpola as medições perdidas, até um máximo de três. Uma medição perdida é calculada como sendo a média das três últimas medições válidas.

Se for necessário fazer, no máximo, três interpolações, as mesmas são executadas, a medição atual é então processada e o sistema continuará normalmente. Senão, se for necessário interpolar mais de três medições, após interpolar as três primeiras, o sistema invalida todos os registros da tabela de medições e não processa a medição atual. A partir daí, a próxima medição a ser aceita deve ser uma de começo de hora, com quarto de hora igual a zero. Isso garante que medições de horas diferentes não sejam interpretadas como sendo de uma mesma hora.

Com esse esquema de interpolação, é possível que o sistema fique sem algumas medições, mas ele garante que as medições que estão cadastradas são válidas e consistentes e que, portanto, os dados do banco de dados são confiáveis.

4.5 Integração ao SIS

O Sistema Integrado de Supervisão (SIS) é uma plataforma distribuída de gerenciamento de redes de telecomunicações [6]. O SIS é baseado no conceito gerente-agente e possui agentes que fazem coleta de dados em vários tipos de centrais. No SIS já existe toda a infraestrutura de ligação e conversação entre agentes e centrais. Essa estrutura pode ser vista na figura 5. Através do SIS também é possível gerar alarmes.

A arquitetura do SIS e sua capilaridade em toda a planta, com acesso a praticamente todo tipo de central, torna-o a estrutura adequada para "hospedar" o SGT. Dessa forma, houve uma incorporação ao SIS das funções do SGT, com maior acoplamento na coleta e transmissão de dados. A supervisão de falha também ficou integrada de forma natural. A

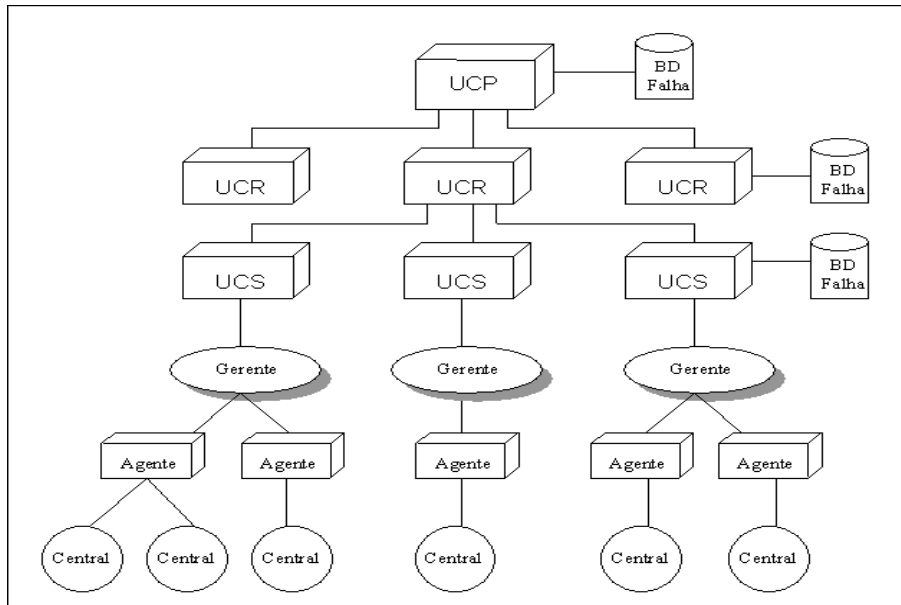


Figura 5: Estrutura do SIS

arquitetura do SGT utilizando a estrutura do SIS é mostrada na figura 6, onde os módulos UC correspondem a unidades centrais de gerenciamento do SIS, que podem ser divididas em principal, regional e secundária, respectivamente, UCP, UCR e UCS.

Os agentes de coleta e de tráfego do SGT foram implementados utilizando as facilidades e ferramentas existentes no SIS para desenvolvimento de agentes [7].

O agente de tráfego é responsável por repassar os dados do repositório geral para a interface com o banco de dados e também de gerar os alarmes do sistema de tráfego. A interface com o banco de dados cria uma lista de alarmes de acordo com os dados inseridos no banco de dados e com os valores de grau de serviço calculados a cada medição. Ao final da execução, a lista de alarmes é retornada para o agente de tráfego e este então os gera no banco de dados de falha do SIS. O banco de dados de tráfego é independente do banco de dados de falha e relaciona-se com este através de um identificador único de cada entidade.

As funções de distribuição utilizadas pelo agente de tráfego, definidas em [8] são também utilizadas por outros módulos do SIS, como o de tarifação [9].

4.6 Gráficos e Relatórios - Acesso via Web

Uma grande dificuldade em um sistema de gestão de tráfego é fazer a análise dos dados coletados. O volume de informações é muito grande e, portanto, é necessária a existência de ferramentas que auxiliem nessa análise. Para tanto, no SGT existe a aplicação de geração de gráficos e relatórios.

Os gráficos gerados pelo SGT, através das informações armazenadas no banco de dados de tráfego, podem ser acessados via Web. Os gráficos mostram o perfil de tráfego das entidades, com valores de tráfego, grau de serviço e HMM, em todos os períodos. O grau de serviço é mostrado através de uma escala de cores, que indicam se a entidade está em estado ocioso, normal ou crítico.

Os gráficos podem ser vistos por ano, mês, semana, dia e hora. O gráfico de ano

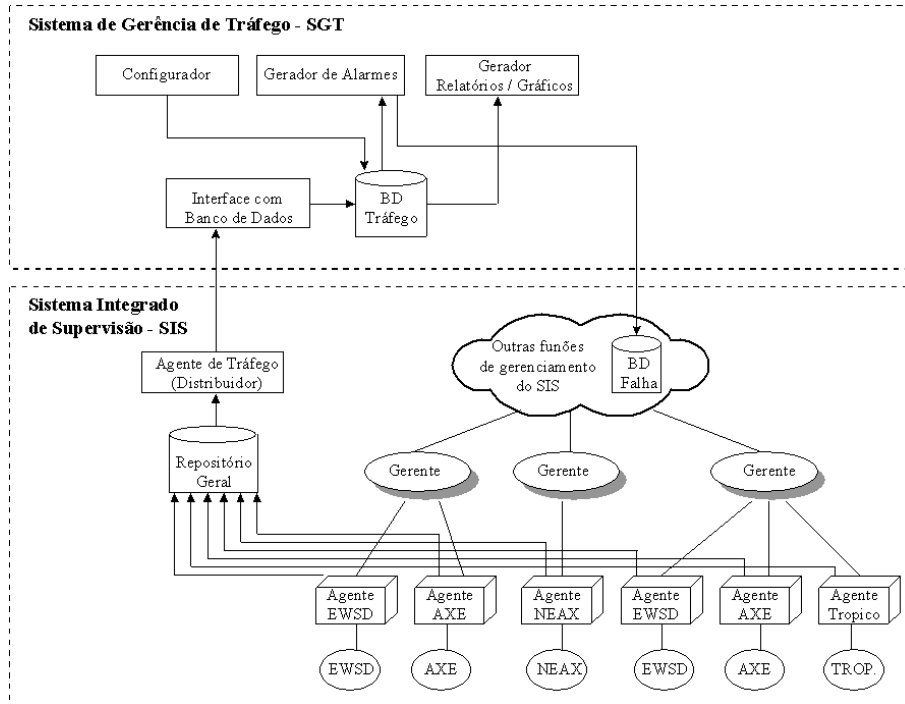


Figura 6: Integração SGT-SIS

possui os valores representativos dos doze meses do ano. Ao clicar em um mês, é apresentado o gráfico relativo àquele mês, com os valores representativos das semanas. E assim sucessivamente, até chegar ao gráfico de horas.

Está disponível também via Web uma aplicação que mostra uma lista de grau de serviço por entidade, em uma determinada hora. Os valores aparecem na lista em ordem decrescente de severidade, sendo o maior nível, o crítico. Os níveis de severidade são diferenciados por cores.

A figura 7 mostra um gráfico com o perfil de tráfego típico de uma central, onde estão ilustradas as 24 horas de um dia. As medições são de dados reais. Cada barra do gráfico mostra informações de uma hora. A altura das barras (eixo das ordenadas) está relacionada com a capacidade de tráfego da central. A barra hachurada com cinza escuro mostra o tráfego real cursado na central. O valor hachurado em cinza claro mostra o quanto da capacidade da central estava bloqueado na hora da medição. A altura da área em branco ilustra a capacidade de tráfego na hora da medição. Quando não existe a área cinza claro na barra, significa que naquela hora a central tinha disponível a sua capacidade total de tráfego. Quando, no entanto, essa barra aparece, pode-se saber que a central não estava trabalhando com sua capacidade total e sim, apenas com a capacidade relativa ao valor da barra branca. A barra abaixo do gráfico, com dois valores hachurados, indica a HMM diurna e noturna. Aqui no caso, a HMM diurna aconteceu por volta de 11:00 e a noturna por volta de 18:00.

5 Resultados

Atualmente o SGT está totalmente integrado ao SIS, já produzindo resultados para diversas centrais. Inicialmente foram integradas as centrais EWSD (Siemens), com dados

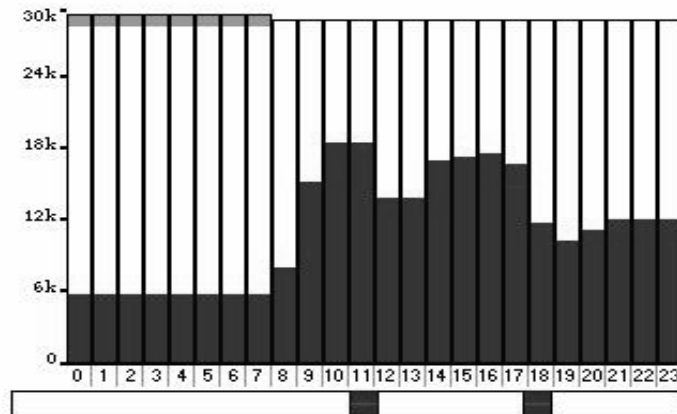


Figura 7: Perfil de tráfego típico de uma central

coletados pelos agentes via protocolo FTAM. Outros agentes foram e estão sendo desenvolvidos, como por exemplo, para centrais Tropico-RA, AXE (Ericsson) e NEAX (NEC).

Estão sendo coletados dados para todas as entidades mencionadas anteriormente e são calculados todos os valores de referência, como HMM, VRS, VRM e VRAM.

Os gráficos e tabelas de grau de serviço via Web estão operacionais. Estes dados podem também ser visualizados em forma de tabela ou de relatório através de um aplicativo de navegação do SIS, chamado SisNave.

Os gráficos obtidos auxiliam na análise do desempenho das centrais de comutação. Os valores exibidos mostram com clareza a quantidade de tráfego cursado em uma central ou uma rota, por exemplo. É também possível ter noção da capacidade de cada entidade e de quanto essa entidade está sendo exigida, através das cores diferenciadas das barras.

Outro fator importante em relação aos gráficos é a análise do grau de serviço, que permite saber o estado de cada entidade. Com isso, é possível remanejar tráfego de uma entidade congestionada para outra que esteja em estado normal ou ocioso.

A título de ilustração da aplicação do sistema, um resultado importante foi a análise do perfil de tráfego de um servidor Internet. O tráfego Internet é caracterizado por aumentar bastante no final da tarde e à noite. Uma central provedora tem um perfil onde existe um pico do valor de tráfego pela manhã, por volta de 10:00 e outro pico à noite, em torno de 20:00 e 21:00, como mostra a figura 8. O perfil de tráfego dessa central é bem diferente do perfil típico de uma central, mostrado na seção 4.6.

No sábado, quando as tarifas são mais reduzidas, pode-se observar um comportamento ainda mais curioso, onde o maior volume de tráfego ocorre à noite e a HMM do dia se dá por volta de 20:00. Esse comportamento é ilustrado na figura 9.

Com o SGT, portanto, é possível analisar comportamento das diversas centrais de uma planta de telecomunicações e identificar situações atípicas no comportamento destas centrais, como por exemplo, o comportamento de centrais servidoras de Internet.

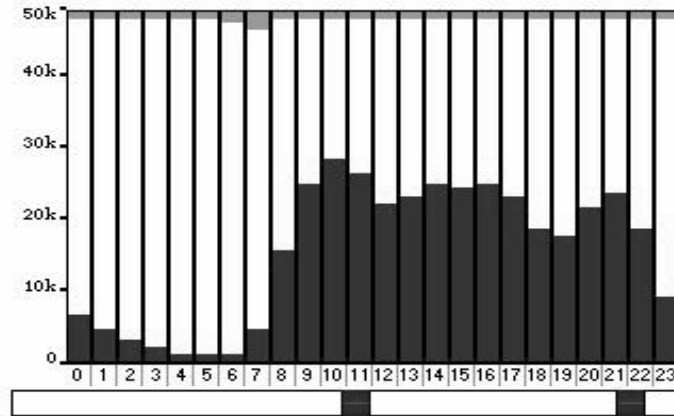


Figura 8: Tráfego em um provedor Internet - dia de semana

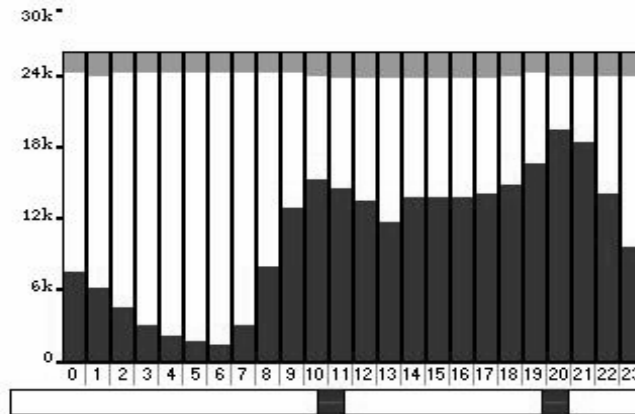


Figura 9: Tráfego em um provedor Internet - sábado

6 Conclusão

O sistema de gerenciamento de tráfego (SGT) foi desenvolvido com o intuito de aprimorar e agilizar a análise de tráfego feita por operadores de telecomunicações. Vários fatores influenciaram no desenvolvimento do SGT, como a imprecisão no cálculo dos valores de referência (HMM, VRS, VRM e VRAM), o grande volume de dados a serem coletados, manipulados e analisados e o alto custo de aquisição e manutenção de um sistema comercial.

Em relação aos valores de referência, até pouco tempo, quando a análise era feita sem o auxílio do sistema, os valores calculados eram imprecisos. A hora de maior movimento (HMM) do dia era considerada como sendo um valor fixo, referente ao horário de 9:00 as 11:00 da manhã. No entanto, a HMM não pode ser considerada como um horário fixo. Com o SGT podemos ver um caso concreto desse fato, que é o exemplo de um provedor Internet, onde a HMM de um determinado dia ocorreu à noite, por volta de 20:00.

O volume de dados envolvido em um sistema como esse é muito grande. Para analisar o tráfego de uma planta de uma empresa como a Telemig, devem ser coletados dados a cada 15 minutos de todas as centrais da planta, que, no caso, são na faixa de dezenas de

centrais de grande porte e centenas de centrais menores, o que torna inviável a análise sem uma ferramenta como o SGT. Com o SGT, os dados são coletados automaticamente nas centrais, a cada 15 minutos e são armazenados em um banco de dados. O sistema é responsável por fazer o cálculo do grau de serviço (GOS) de cada entidade, a cada medição e por gerar alarmes quando necessário. O SGT também é responsável por fazer o cálculo da HMM, bem como o de todos os valores de referência, como VRS, VRM e VRAM.

O SGT utilizou a infraestrutura de comunicação do SIS, o que tornou a implementação mais rápida e com um custo bem menor em relação aos sistemas comerciais existentes.

Foi implementado um esquema de interpolação de medições no qual uma medição perdida é calculada como sendo a média das três últimas medições válidas. Podem ser interpoladas no máximo três medições. Quando mais de três medições são perdidas, a tabela de medições, com as quatro últimas medições válidas, é invalidada e o sistema fica aguardando a chegada de uma medição válida, que seja de um início de hora, o que permite que medições de horas diferentes não sejam interpretadas como sendo de uma mesma hora. Assim, o sistema garante que os dados presentes no banco de dados estejam sempre consistentes.

O sistema é capaz de gerar alarmes quando níveis pré-estabelecidos de qualidade de serviço forem ultrapassados. A cada medição é calculado o grau de serviço de cada entidade mapeada pelo sistema. Se o GOS ultrapassar certos limites, um alarme é gerado, o que torna possível saber qual entidade está com problema e qual pode vir a ter problema, como congestionamento, por exemplo.

O Sistema Integrado de Supervisão (SIS) possui uma infraestrutura de gerenciamento de falhas implementada. Devido a todas as facilidades de comunicação com as centrais e do gerenciamento de falhas, existentes no SIS, optou-se por utilizar o SIS para fazer a interface do SGT com as centrais e para gerar os alarmes necessários para o sistema de tráfego.

Apesar do SGT estar utilizando funções do SIS é importante salientar que ele é capaz de interagir com outros sistemas de gerenciamento, fornecendo informações através de sua estrutura de dados normalizada, definida no modelo de informação.

Além da coleta de dados e do armazenamento dos mesmos em banco de dados, o SGT disponibiliza aplicações de geração e visualização de gráficos, o SGT-Web e de navegação no banco de dados, o SisNave. Os gráficos gerados mostram o perfil de tráfego das entidades mapeadas pelo sistema. A análise dos gráficos neste trabalho mostrou qual o perfil de tráfego típico de uma central e também a análise de um caso atípico, como a de um provedor Internet, que possui um comportamento diferente, onde o tráfego é caracterizado por aumentar no final da tarde e à noite.

O SGT auxilia bastante na tarefa de gerenciar uma rede de centrais. Com o SGT já está sendo possível solucionar os problemas discutidos anteriormente, na seção 2, encontrados quando se deseja fazer o gerenciamento de tráfego de uma operadora de telecomunicações. Com o SGT, tornou-se possível calcular os valores de referência com maior precisão e manipular a enorme quantidade de dados gerados pelo sistema. A partir dos gráficos e tabelas gerados, a tarefa de análise dos dados também foi extremamente facilitada.

Agradecimentos

Várias outras pessoas participaram da elaboração do SGT, desde sua concepção até a implementação final. Entre elas os autores gostariam de citar: Lina A. Silva, Amilton J. Araújo, Er M. Tassara, André Luiz P. S. Silva, Renato Augusto V. Leite, Sibeles V. Oliveira, Geórgia C. Penido e Ângelo M. Menezes.

Referências

- [1] Metrica/npr 3.0. Disponível em <http://www.metrica.com/index.products.html>, April 1999.
- [2] Network planning and traffic capacity management solution. Disponível em <http://www.telcordia.com/solutions/operations/network>, April 1999.
- [3] M. Schwartz. *Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis*. Addison Wesley, 1988.
- [4] Ana Luiza B. B. Diniz, Sérgio V. Campos, Amilton J. Araújo, André Luiz P. S. Silva, Christiano F. Machado, Er M. Tassara, Lina A. Silva, and Luiz G. P. Souza. Especificação do serviço de administração de tráfego de nós e rotas. RT SIS 5111, UFMG-DCC-ICEx, Belo Horizonte-MG, Novembro 1998. 1ª edição.
- [5] Ana Luiza B. B. Diniz, Sérgio V. Campos, Christiano F. Machado, Lina A. Silva, and Luiz G. P. Souza. Especificação do banco de dados do serviço da administração de tráfego de nós e rotas. RT SIS 5112, UFMG-DCC-ICEx, Belo Horizonte-MG, Novembro 1998. 1ª edição.
- [6] Meira Dilmar M. Nogueira, José Marcos. The sis project: A distributed platform for the integration of telecommunication management systems. In *Proceedings of IEEE/IFIP 1996 Network Operations and Management Symposium - NOMS'96*, Kyoto, Japan, 15 to 19 of April 1996.
- [7] Márcio M. Andrade. O kit de construção de agentes - libagente. RT SIS RT5110, UFMG-DCC-ICEx, Belo Horizonte-MG, Setembro 1998. 1ª edição.
- [8] Ângelo M. Menezes. Projeto da biblioteca de distribuição de dados. RT SIS 5116, Universidade Federal de Minas Gerais-Departamento de Ciência da Computação-ICEx, Belo Horizonte-MG, Setembro 1998. 1ª edição.
- [9] Ângelo M. Menezes, Sibeles V. Oliveira, Christiano F. Machado, and José Marcos Nogueira. Especificação da função de coleta, armazenamento e distribuição de dados de tarifação no sis. RT SIS 5106, Universidade Federal de Minas Gerais-Departamento de Ciência da Computação-ICEx, Belo Horizonte-MG, 1998.