

Integração de Gerência de Configuração para Redes de Telecomunicações: Uma Experiência de Implementação

Linnyer Beatrys Ruiz
linnyer@rla01.pucpr.br

Mario José Ferreira
mario@ppgia.pucpr.br

Karlo Adriano Nocera
karlo@dainf.cefetpr.br

Joelson dos Passos
joelson@rla14.pucpr.br

Manoel Camillo Penna
penna@ppgia.pucpr.br

Celso A. Alves Kaestner
Kaestener@ppgia.pucpr.br

PUC-PR – Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Grupo TMN -Laboratórios de Engenharia Elétrica e Informática
R. Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho – Curitiba – Paraná.
CEP 80215-901

Resumo

O cenário de competitividade estabelecido em telecomunicações vem obrigando as empresas a adotarem padrões que possibilitem uma gerência integrada de rede. Apesar dos esforços continuados em se adquirir produtos de gerência em conformidade com os padrões, as operadoras têm enfrentado o problema dos sistemas de gerência legados em funcionamento para as redes já instaladas. Particularmente, a configuração eficiente de circuitos de comunicação necessita de um esquema de gerência aberto e fundado em uma arquitetura sólida, de modo a permitir a integração de sistemas de gerência legados, de modo a agilizar o processo de configuração, reduzindo conseqüentemente o custo de comercialização dos mesmos, bem como prover mais informações em vários níveis de gerência para diversas áreas de gerência. Este trabalho apresenta um sistema de gerência de configuração, desenvolvido com o propósito de prover a interoperabilidade entre dois sistemas legados, que atendem as camadas de rede e serviço na área funcional de configuração.

Abstract

The competitive scenario in telecommunication has been forcing companies to adopt standards to reach an integrated management of the telecommunication network, which makes the interoperability of different providers easier. In spite of the continued efforts to acquire management products in compliance with the standards, the operators have been faced with the problem of legacy management systems already installed in the existing networks. Specifically, efficient configuration of communication circuits require an open management framework in order to accelerate the configuration process, which would drop the related costs, as well as make more management information available for other management areas at multiple management levels. This paper describes the design and implementation of a configuration management system, whose goal is to provide the interoperability between two existing management systems that operate at network and service levels in the configuration functional area.

1. Introdução

O contínuo crescimento em número e diversidade dos componentes das redes de telecomunicações tem tornado a atividade de provisionamento de circuitos de comunicação cada vez mais complexa, o que se agrava quando estão envolvidos diversos fornecedores. Devido a estes fatores, o processo de comercialização de recursos da rede (circuitos) pode se tornar ineficiente, principalmente pelas seguintes razões:

- Diversidade dos níveis de pessoal envolvido: técnicos de manutenção, operadores de rede, gerentes de comunicações, consultores de venda, técnicos de campo, entre outros.
- Diversidade de formas de controle e provisionamento da rede: embora os produtos envolvidos na rede se tornem gradativamente mais complexos e completos, cada fornecedor oferece ferramentas próprias de controle de redes para provisionamento de recursos.

A comercialização de circuitos por uma operadora de telecomunicações é realizada por consultores de venda que atendem aos clientes diretamente nos escritórios dos mesmos, ou no escritório da operadora. Normalmente, os consultores não possuem as informações referentes à disponibilidade dos recursos, e por isso muitas vezes não é possível responder ao cliente no momento de pré-venda, se existe viabilidade para o seu pedido. Isto só é informado ao cliente após um estudo de viabilidade para implantação do circuito, que envolve a verificação de disponibilidade de modems, par metálico nos distribuidores, porta de usuário nos multiplexadores e banda passante em um canal tronco que interliga duas localidades.

Este cenário demonstra a diversidade de componentes (humanos, físicos e lógicos) envolvidos nos sistemas de gerência de redes com esta finalidade. É necessário um esquema de gerência aberto bem elaborado e uma arquitetura que permita a interoperabilidade entre sistemas de gerência proprietários para reduzir os custos diretos do processo de comercialização de circuitos da rede, bem como para prover informações em vários níveis de diversas áreas de gerência.

1.1. Sistemas de Gerência de Redes Legados

Os sistemas de telecomunicações têm evoluído continuamente o que leva a um ambiente composto por redes e equipamentos heterogêneos. Esta heterogeneidade implica na complexidade em se gerenciar este ambiente. As soluções legadas, presentes nas operadoras, tornam a gerência de redes ineficiente, envolvendo problemas como por exemplo, a presença de múltiplas interfaces para diferentes sistemas, sistemas não interoperáveis, insuficiência de informações coletadas, bases de dados específicas e isoladas com informações redundantes e inconsistentes.

O ambiente de competitividade vem obrigando muitas empresas a adotarem padrões que possibilitem uma gerência integrada de rede, possibilitando a interoperabilidade de sistemas de diferentes fabricantes. A gerência integrada de rede exige que os fabricantes forneçam seus produtos dentro dos padrões estabelecidos por recomendações, com interfaces padronizadas que possibilitam a interação com sistemas de gerenciamento de outros fabricantes. Apesar dos esforços continuados de se adquirir produtos de gerência em conformidade com os padrões, as operadoras têm enfrentado o problema dos sistemas de gerência legados em funcionamento para as redes já instaladas.

O objetivo deste trabalho é descrever um sistema de gerência de configuração, concebido com uma arquitetura baseada nos princípios da TMN, e implementado segundo uma abordagem pragmática descrita no artigo. Pretende-se ilustrar como os conceitos da TMN podem ser aplicados para resolver problemas complexos e de grande aplicabilidade, utilizando-se um método ao mesmo tempo sistemático e pragmático.

1.2. Mapeamento do Sistema com Relação aos Princípios da TMN

A elaboração de uma arquitetura comum que possibilite a interoperabilidade entre sistemas de gerência é um dos principais ramos de atuação do processo de padronização de gerência de rede de telecomunicações [1]. Particularmente, o princípio de decomposição em camadas de gerência, definidos pelo ITU-T é relevante para este trabalho. Através deste princípio, as funcionalidades do sistema podem ser agrupadas em camadas de gerência, segundo o nível de atuação na rede de gerência, em nível de elemento de rede, de rede, de serviço ou de negócio.

Para o sistema descrito neste artigo são relevantes as camadas de gerência de elemento de rede, de gerência de rede e de gerência de serviços, conforme ilustrado na Figura 1. Nesta figura os sistemas de gerência legados, proprietários, estão representados nas camadas de gerência de elemento de rede, onde possibilitam o acesso aos elementos através de protocolo proprietário, e na camada de gerência de rede, onde atuam de forma a disponibilizar os circuitos de rede. O sistema proposto, define uma aplicação de gerência de configuração que atua na camada de Gerência de Serviços, utilizando as funcionalidades das camadas de Gerência de Rede e de Gerência de Elemento de Rede disponibilizadas através sistemas legados.

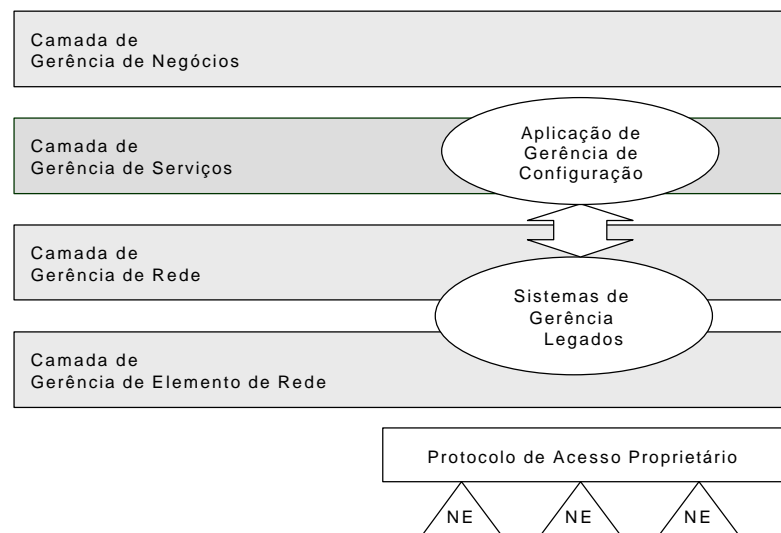


Figura 1 - Camadas de Gerência

A camada de Gerência de Rede gerencia o conjunto de elementos associados por conexões de enlace ou sub-rede. As funções implementadas nesta camada dizem respeito à visão da rede e de todos os pontos de acesso. As funcionalidades de interação da camada de Rede com a camada de Gerência de Serviço também estão relacionadas à camada de Gerência de Rede. A camada de Gerência do Elemento de Rede é responsável pelo mapeamento dos

recursos reais da rede em objetos gerenciados e permite que a gerência de rede interaja com os elementos de rede. Esta interação se dá através do acesso às bases de dados dos sistemas de legado. Como já mencionado, estas funções encontram-se disponíveis no sistema legado. O sistema descrito neste artigo complementa esta funcionalidade, atuando na camada de Gerência de Serviço, disponibilizando uma função de configuração integradora, que facilita a pré-venda dos serviços.

1.3. Gerência de Configuração

Com relação à área funcional de gerência, o sistema está implementado sob os aspectos da Gerência de Configuração, considerando os requisitos de comercialização e as necessidades dos usuários de operação e provisionamento de circuitos.

As redes de telecomunicações podem atingir diversos equipamentos e dispositivos dispersos por vários locais físicos diferentes em uma organização, muitos deles envolvidos em mudanças frequentes de configuração. Para a gerência da rede é fundamental que sejam conhecidos a localização de cada equipamento ou dispositivo, suas especificações técnicas e configurações. O sistema de gerência deve prover meios para uma coleta automática de informações de rede, de forma a manter o inventário sempre atualizado, permitindo não somente o registro, como também a modificação de configuração.

O objetivo da gerência de configuração é o de permitir a preparação, a iniciação, a execução, a operação e a suspensão dos serviços de interconexão entre os sistemas abertos, tendo então, a função de manutenção e monitoração da estrutura física e lógica de uma rede, incluindo a verificação da existência dos componentes, e a verificação da interconectividade entre os componentes.

1.4. Estrutura do Artigo

Na seção 2 são discutidas algumas abordagens possíveis para interoperabilidade de sistemas de gerência de redes legados. Na seção 3, o sistema de gerência é apresentado. Trata-se da implementação de uma solução real de interoperabilidade entre sistemas de gerência legados, incluindo os aspectos de adaptação, uma aplicação de gerência de configuração, e interfaces com o usuário. A seção 4 apresenta as conclusões deste trabalho.

2. Interoperabilidade de Sistema de Gerência de Redes Legado

Nas operadoras de telecomunicações, existe grande quantidade e diversidade de equipamentos em operação que não possuem interfaces interoperáveis. A integração da gerência de redes de telecomunicações é um problema já conhecido. A maioria das soluções ainda estão em uso e são baseadas em produtos proprietários, constituídos de hardware e/ou software especialmente orientados a combinação de produtos existentes na sua rede. Algumas abordagens possíveis para implementação de interoperabilidade entre sistemas de gerência legados são apresentadas nas próximas seções.

2.1. Abordagem utilizando soluções proprietárias

Uma abordagem possível para resolver o problema existente nas operadoras, é o confinamento da solução de gerência a um único fornecedor, adotando suas convenções e metodologias para montagem e gerenciamento de redes. Não é difícil perceber que durante o processo de licitação para compra e instalação de redes, muitas operadoras, mesmo sem a intenção, confinaram suas soluções aos fornecedores que venciam estas licitações. Pode-se dizer que esta solução, adotada sem muitas alternativas, levou o cenário das redes de telecomunicações a uma situação de dependência total dos recursos de seus fornecedores. Contudo, sabe-se que esta prática não é mais aceita e esta abordagem já faz parte do passado.

2.2. Abordagem utilizando arquitetura TMN

O nascimento das soluções de gerência de redes padronizadas ocorreu com a inclusão do “*Management Framework*” [3] no modelo de referência ISO/OSI (*International Organization for Standardization/Open Systems Interconnection*). Um dos princípios encontrados nesta recomendação diz respeito ao ambiente de gerência, que em geral é composto de dois ou mais sistemas abertos que cooperam para monitorar e controlar os recursos da rede. Em 1985, o ITU (*International Telecommunications Union*) iniciou estudos sobre a padronização da gerência das redes de telecomunicações, criando um conceito básico denominado Rede de Gerência de Telecomunicações (TMN - *Telecommunications Management Network*). A TMN foi definida como uma rede de gerência, independente da rede de telecomunicações, cujo objetivo é coletar, distribuir e processar as informações de gerência. Uma das primeiras tarefas para definição da TMN foi especificar uma arquitetura para esta rede de gerência, incluindo a identificação dos diferentes tipos de componentes e das interfaces que existiriam entre eles.

A arquitetura TMN introduz os conceitos de gerente e agente [3], que correspondem aos papéis desempenhados pelos módulos do sistema de gerência. Agentes e Gerentes trocam informações a respeito dos objetos gerenciados, através dos protocolos específicos e de uma visão comum da estrutura de informação denominada MIB (*Management Information Base*). O gerente é o processo de aplicação implantado em um sistema de processamento com a finalidade de coletar informações dos agentes espalhados pela rede e tratá-las no seu conjunto para análise e apresentação visando a solução de problemas ou tomadas de decisão. Ao gerente cabe o envio de operações a serem realizadas pelos agentes sobre os elementos gerenciados. Pode existir um ou mais sistemas que implementam processos gerentes em uma rede, operando de forma integrada, consistindo em um sistema de gerência. O agente é o processo de aplicação que é implementado em cada elemento de rede, que tem por finalidade prover uma interface com o elemento a ser gerenciado para coletar as informações relativas ao seu funcionamento no mundo real. O código do agente é constituído de pelo menos três funções: núcleo para implementação e tratamento dos protocolos de gerência, um módulo de interface com o elemento de rede para coleta de informações e um módulo para montagem e disponibilização da estrutura de informação definida para o elemento gerenciado.

A substituição da estrutura atual por uma estrutura TMN é muito cara. A implementação de interfaces padronizadas, através de adaptadores Q [1], demanda muito esforço e gastos para mapear os dados nos elementos de rede e identificar as funções a serem executadas nos adaptadores. Esta dificuldade vem restringindo a introdução da Rede de Gerência de Telecomunicações (TMN) nos ambientes de gerência das operadoras. Esta

introdução vem sendo implementada de forma gradual de acordo com o benefício econômico produzido.

2.3. Abordagem utilizando arquitetura Internet

O protocolo SNMP foi o primeiro protocolo de gerenciamento não proprietário, público, fácil de ser implementado e que possibilita o gerenciamento efetivo de ambientes heterogêneos. O modelo de gerenciamento SNMP consiste em um esquema centralizado, isto é, uma estação é configurada como gerente e os demais elementos da rede desempenham o papel de agentes ou proxy agentes, que servem como procuradores para aqueles equipamentos que não implementam o SNMP [4]. Cada agente possui uma MIB que contém as variáveis relativas aos objetos gerenciados. SNMP admite a existência de um gerenciamento distribuído, com estações configuradas para exercer o papel de gerentes e agentes e com possibilidade de comunicação entre gerentes para a troca de informações de gerência.

2.4. Abordagem utilizando CORBA

Outras opções de padronização têm atraído o interesse da comunidade de telecomunicações, com particular destaque para os padrões *CORBA (Common Object Request Broker Architecture)* da *OMG (Object Management Group)* [5]. As especificações CORBA contemplam todas as funcionalidades necessárias para construção de sistemas de gerência distribuídos e orientados a objetos, considerados requisitos fundamentais quando o padrão OSI para gerência foi desenvolvido. Uma aplicação distribuída consiste em partes separadas que executam em nós diferentes da rede e cooperam entre si para alcançar um objetivo comum.

O padrão CORBA foi desenvolvido quando as tecnologias de gerência de redes de telecomunicações encontravam-se em um estado de maturidade avançado, o que resultou em um conjunto de especificações mais adequadas para implementar objetos distribuídos. Outro motivo de interesse pelo padrão CORBA é que os produtos construídos de acordo com estas especificações visam os sistemas corporativos, tendo por conseqüência um mercado muito mais abrangente. A conseqüência deste fato é que, devido à escala de comercialização ser muito maior, o preço dos produtos baseados nesta tecnologia tende a ser muito menor do que o preço das chamadas plataformas de gerência.

A *OMG* possui uma força tarefa para a área de telecomunicações que visa criar um *framework* CORBA para sistemas de gerenciamento de redes de telecomunicações. Atualmente, os esforços de padronização da *OMG* nesta área estão concentrados em três frentes:

- a) Padronização do serviço de Topologia: este serviço permite que os sistemas de gerenciamento vejam a rede como um conjunto de objetos ligados através de vários tipos de relacionamentos (por exemplo, associação, está contido, e contém.) [6].
- b) Padronização do serviço de Notificação: este serviço atende às necessidades de notificação (eventos espontâneos emitidos pelos componentes da rede para notificar a mudança de um estado) das redes de telecomunicações [7].
- c) Padronização da interoperabilidade entre CORBA e TMN: visa definir o conjunto de serviços para a integração de sistemas *gateways* e *não-gateways* entre CORBA e sistemas de gerência TMN (baseados em OSI ou SNMP) [8].

O escopo das soluções de interoperabilidade entre sistemas baseados em CORBA e sistemas baseados em TMN, ou proprietários, foi dividido em duas partes [9]:

- **Tradução de especificação:** é a tradução do modelo de objetos descritos em ASN.1/GDMO ou SNMP MIB para definições escritas em IDL CORBA ou vice-versa. Mais genericamente, poderíamos dizer que a tradução de especificação é a criação de regras de conversão de um modelo origem (às vezes proprietário) para um modelo destino aberto.
- **Tradução de transação:** é a tradução, em tempo de execução, das interações básicas entre sistemas, tanto em nível de protocolo de comunicação, quanto em nível do formato das mensagens.

2.5. Abordagem Pragmática

A implantação de um sistema de gerência integrador em um ambiente onde existem sistemas legados, em geral não pretende substituir os sistemas existentes, mas apenas permitir seu interfuncionamento, a integração com outros sistemas já existentes ou a serem implantados, e possivelmente algum acréscimo de funcionalidade. Esta é uma tarefa complexa, cuja dificuldade é agravada pela dificuldade de se “abrir” os sistemas existentes, e estendê-los para interoperar com interfaces, protocolos e mecanismos já implantados.

Denominamos abordagem pragmática quando o objetivo principal na integração de sistemas legados não é a aderência a padrões, mas sim o aproveitamento das ferramentas existentes, e a simplificação do processo de integração. Entretanto, alguns princípios podem ser seguidos, de modo a se obter como resultado, um sistema aberto, em contraposição aos sistemas proprietários anteriores à integração, com interfaces as mais próximas possíveis das interfaces padronizadas. Os seguintes princípios foram seguidos na concepção deste sistema integrador:

- Procurar resolver de maneira abrangente os problemas específicos.
- Utilizar internamente, dentro do possível, protocolos e mecanismos abertos e ou padronizados.
- Produzir um modelo de informação documentado e aberto, o mais próximo da arquitetura TMN.
- Definir interfaces documentadas, abertas e se possível, padronizadas.
- Utilizar ferramentas de mercado adequadas ao propósito do sistema.

2.6. Modelos de Informação

Independentemente da abordagem escolhida, será necessário a definição de um modelo de informação para o sistema integrador. Esta é uma tarefa complexa, e o esforço realizado pelo ITU-T na produção de modelos de informação para TMN não deve ser descartado. Embora nem sempre seja possível, na medida do possível, o modelo deve conter as informações sugeridas pelo ITU-T, na estrutura proposta, e descrito através da mesma sintaxe.

Entretanto, a reutilização de um modelo padronizado, em qualquer um dos graus citados anteriormente, não é uma tarefa trivial. A dificuldade reside em se mapear as funcionalidades dos equipamentos existentes nos objetos propostos por organismos internacionais. Este mapeamento é essencial e caracteriza o reuso dos objetos já definidos. As classes de objetos de um modelo de informação padronizado são organizadas em uma hierarquia de herança, hierarquia de registro e hierarquia de nomeação.

A estruturação das informações de gerência para representação da MIB no Modelo de Referência OSI implementa de forma intensiva os conceitos de orientação a objetos. Cada tipo de elemento de rede a ser gerenciado é representado de forma abstrata como uma classe de objetos, e cada recurso de um determinado tipo existente num dado momento na rede, é uma instância da respectiva classe. Todos os dados e operações de gerência aplicáveis ao recurso são encapsulados no objeto correspondente. O acesso ao recurso para efeito de gerenciamento é efetuado através do objeto, utilizando mensagens do protocolo CMIP.

3. Integração de Gerência de Configuração

O sistema descrito neste artigo é uma aplicação de gerência de configuração, que atua no nível de serviço, e que fornece suporte ao planejamento operacional para a atividade de provisionamento. Atua na camada de serviço de modo a disponibilizar um componente de consulta de facilidades em uma rede transporte determinista, relacionando-se aos aspectos de comercialização dos serviços com os clientes. As funções básicas são:

- Interface com os clientes para as contratações de novos serviços
- Interação com os provedores de serviços
- Interação com a camada de gerência de rede para obter as informações de configuração
- Algoritmo de *Pathsetup* para encontrar as rotas envolvendo equipamentos gerenciados por sistemas distintos no gerencia original.

O sistema foi construído sob os princípios da abordagem pragmática expostos anteriormente. Tendo sido projetado como um sistema modular, que pode ser modificado com relação à sua funcionalidade através de parâmetros configuráveis, de modo a satisfazer suas necessidades. Possui capacidade multi-fornecedor, ou seja, foi desenvolvido tendo por base uma arquitetura aberta, de modo a poder acolher sistemas e aplicações de qualquer fornecedor, para os quais seja possível desenvolver um módulo *wrapper*, conforme descrito na seção 3.2.1. A interface de usuário projetada é amigável e facilmente acessada através da arquitetura *Web*.

A arquitetura do sistema disponibiliza uma interface aberta para interação com sistemas de gerência proprietários, através de *socket* TCP/IP e um protocolo aberto em nível de aplicação. O objetivo da arquitetura é permitir a implementação de funcionalidades de gerência, que não existam no sistema de gerência proprietário, na camada de serviços. Desta forma, esta arquitetura permite a extensão dos sistemas de gerência proprietários (fechados) de maneira que os requisitos de serviços da operadora sejam atendidos.

A arquitetura está dividida em três camadas básicas:

- Camada de adaptação;
- Camada de aplicação de gerência;
- Camada de interface com o usuário.

A comunicação entre camadas é feita através de protocolos abertos. Entre a camada de interface com usuário e a camada de aplicação de gerência é utilizado o protocolo HTTP – *HyperText Transfer Protocol*. Este é o protocolo utilizado na Internet para disponibilização de páginas Web. A utilização deste protocolo permite a implementação de aplicações distribuídas de uma maneira muito simples, através de páginas HTML – *HyperText Markup Language*.

A comunicação entre a camada de aplicação de gerência e a camada de adaptação é feita através de *socket* TCP/IP. *Socket* TCP/IP é um esquema de comunicação que utiliza os

protocolos TCP, para comunicação com garantia de entrega, ou UDP, para comunicação sem garantia de entrega. O principal fator que definiu a escolha de *socket* foi a abrangência dos sistemas que suportam este protocolo, um requisito essencial para a implementação de agentes em sistemas heterogêneos.

Um protocolo baseado em mensagens ASCII é o protocolo em nível de aplicação utilizado entre a camada de adaptação e a camada de aplicação de gerência.

3.1. Arquitetura de Implementação

Neste item é descrita a arquitetura de implementação usada no sistema de integração. Esta arquitetura é ilustrada na figura 2, onde observa-se os seguintes elementos: Interface com o usuário; Gerente; Agente de adaptação; e Sistema de Gerência Legado. Estes elementos podem ser mapeados na arquitetura física TMN como:

- WS –Estação de Trabalho: representada pela interface com o usuário. Atua como um terminal ligados via rede de comunicação de dados (DCN – *Data Communications Network*) a um sistema de operações (*OS - Operations System*). Este terminal deve ter a capacidade de processamento e suporte à visualização dos dados num formato apresentável ao usuário, permitindo que este possa manipular os dados necessários ao provisionamento.
- OS – Sistema de Operações: deverá implementar a Função de Aplicação de Gerência (MAF – *Management Application Function*) representada pelo Gerente do sistema proposto. Este bloco deve possibilitar a distribuição das funções de tratamento de dados. Estas funções incluem programas de aplicação de suporte, funções de bancos de dados, suporte aos terminais de usuários, programas de análise (no caso, algoritmos de path setup), formatação de dados e relatório.
- MD – Dispositivo de Mediação: deverá implementar a Função de Adaptação que permite a comunicação com os sistemas legados, e a Função de Aplicação de Gerência (MAF) representada pelos Agente do sistema proposto. Pode envolver um ou mais processos das seguintes categorias: processo de conversão da informação entre os diferentes modelos de informação, processo envolvendo o interfuncionamento de protocolos de alto nível, processo de tratamento (concentração, coleção, formatação e tradução) dos dados, processo de tomada de decisão e processo de armazenamento dos dados.

Este mapeamento com a arquitetura TMN deve apenas considerar que as funções do sistema proposto, assim como as da Rede de Gerência de Telecomunicações, possam ser implementadas em várias configurações físicas de modo a prover um alto grau de flexibilidade na escolha da topologia das redes gerenciadas e na adequação às estruturas organizacionais das diversas administrações. Não se está considerando os aspectos de implementação relacionados às especificações de interfaces padronizadas.

Em termos de tecnologia, o sistema interage com os sistemas legados através de consulta às suas bases de dados. Conforme a aplicação de gerência a ser atendida, as informações necessárias podem também ser obtidas através da comunicação direta com o elemento de rede.

As vantagens da utilização da arquitetura neste caso foram:

- A arquitetura permitiu a integração de dois sistemas de gerência legados, cada qual atende a parte da rede determinista total;

- A arquitetura permitiu a extensão dos sistemas de gerência legados através da implementação de novas facilidades, não atendidas pelos sistemas legados.

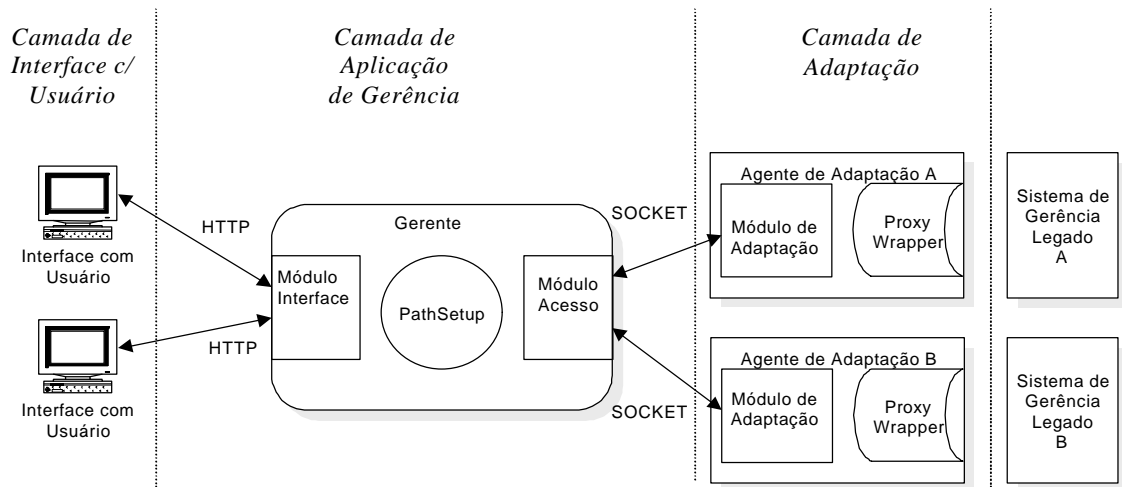


Figura 2 - Arquitetura de Interoperabilidade de Sistemas de Gerência Legados

Os módulos de software estão organizados logicamente em três camadas, indicadas na Figura 2: camada de adaptação, camada de aplicação de gerência e camada de interface com o usuário, detalhadas nas próximas seções.

3.2. Camada de Adaptação

A camada de adaptação tem o objetivo de interagir com um sistema proprietário, e disponibilizar à camada de aplicação de gerência uma interface aberta bem conhecida. A implementação da camada de adaptação é feita através de um agente de adaptação no ambiente do sistema legado.

O agente de adaptação é composto por dois módulos: o módulo *proxy wrapper* e o módulo de adaptação.

3.2.1. Módulo Proxy Wrapper

O papel do *proxy wrapper* é obter as informações necessárias para o módulo de adaptação, utilizando ferramentas do ambiente do sistema legado.

No caso específico da experiência realizada, o sistema legado possui como ambiente as seguintes características:

- Gerenciador de Banco de Dados DEC DBMS;
- Sistema Operacional DEC VMS.

A linguagem de consulta ao bando de dados do DEC DBMS (DML – *Database Management Language*) foi utilizada para obter-se os dados relevantes ao mapeamento dos modelos de informação.

As tarefas envolvidas com o desenvolvimento deste módulo relacionam-se ao estudo e entendimento do modelo de dados definido para cada um dos sistemas de gerência legados. A avaliação da semântica destes modelos traz como resultado a construção de um filtro, onde apenas os dados necessários à aplicação de gerência são extraídos das bases de dados legadas [10].

3.2.2. Módulo de Adaptação

O módulo de adaptação implementa o mapeamento dos modelos de informação de legado e da aplicação de gerência. A consulta aos dados do modelo de informação legado é feita através da chamada de funções do módulo *proxy wrapper*. Os dados, traduzidos para o modelo de informação aberto, são disponibilizados à camada de aplicação de gerência através do protocolo em nível de aplicação.

O modelo de informação de gerência proposto neste trabalho é uma tradução da especificação utilizada pelo modelo de dados com visão de rede utilizados pelas base de dados dos sistemas de gerência legados. O modelo define um diagrama entidade relacionamento implementado em um banco de dados Oracle. Os componentes utilizados na especificação de uma tabela trazem apenas parte da informação contida na base de dados legada.

O mapeamento do modelo de dados visa relacionar o modelo de dados dos sistemas gerenciadores de base de dados DEC DBMS para um modelo de dados Oracle que atende ao módulo de *pathsetup*.

A seguir são apresentados as entidades do modelo Entidade/Relacionamento ilustrado na figura 3. Maiores detalhes sobre a modelagem podem ser encontrados em [11][12]:

- Equipamento: representa os equipamentos da rede determinista, multiplexadores e roteadores.
- Portas de usuário: contendo informações sobre as portas de usuários livres por equipamento.
- Enlace: contendo informações sobre os enlaces de 2Mbits/s.
- *Time-slot*: contendo informações sobre os *time-slots* do enlace.
- Envelope: contendo informações sobre os envelopes dentro de um time slot.

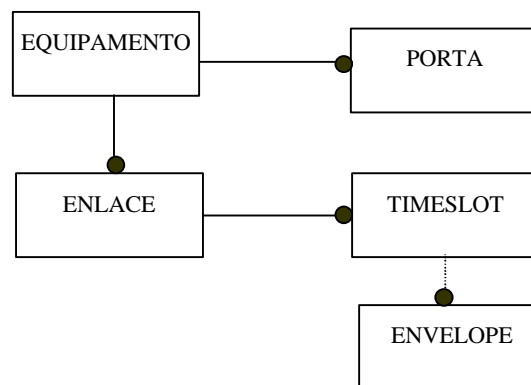


Figura 3 - Modelo E/R para o Sistema Proposto

3.2.3. Protocolo da Aplicação

O protocolo de aplicação foi definido com base no mapeamento do modelo de informação da aplicação de gerência e do modelo de dados dos sistemas legados. Quatro mensagens estão envolvidas na comunicação entre o agente de adaptação, hospedado no ambiente do sistema de gerência legado, e a aplicação de gerência.

O formato padrão do protocolo possui dois campos para definir a operação e o objetos e mais cinco campos que contêm parâmetros específicos da operação, conforme figura 4.

OPERAÇÃO	OBJETO	PARAM1	PARAM2	PARAM3	PARAM4	PARAM5
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Figura 4 - Formato Padrão do Protocolo de Aplicação

As operações definidas para utilização na experiência de rede determinista, são:

Código	Operação	Descrição
0	GET	Operação para requisição de valores do agente.
1	GET-RESPONSE	Operação de resposta no sentido agente para a aplicação de gerência.

Os objetos definidos para utilização na experiência de rede determinista, são:

Código	Objeto	Descrição
0	Porta de usuário	Ponto de acesso no multiplexador.
1	Enlace	Enlace entre dois elementos de rede.
2	Time-slot	Vetor de <i>time-slots</i> dentro de um enlace.
3	Envelope	Vetor de envelopes dentro de um <i>time-slot</i> .

Os parâmetros específicos para cada operação em um objeto são apresentados abaixo:

Requisição porta de usuário de um multiplexador específico:

01	ID-MUX
----	--------

Resposta à requisição:

11	ID-PORTA1	ID-PORTA2	ID-PORTA3	ID-PORTA4	ID-PORTA5
----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Requisição de enlace, o campo ID-NE especifica o elemento de rede origem do enlace:

02	ID-NE
----	-------

Resposta à requisição, o campo ID-NE especifica o elemento de rede destino do enlace definido em ID-ENLACE:

12	ID-NE ID-ENLACE - 1	ID-NE ID-ENLACE - 2	ID-NE ID-ENLACE - 3
----	---------------------	---------------------	---------------------

Requisição do vetor de *time-slots* de um enlace específico:

03	ID-NE	ID-ENLACE
----	-------	-----------

Resposta à requisição, o vetor de *time-slot* possui 32 entradas indicando se o *time-slot* específico está utilizado ou livre:

13	VETOR DE TIME-SLOT
----	--------------------

Requisição de envelopes de um *time-slot* específico:

04	ID-NE	ID-ENLACE	ID-TIMESLOT
----	-------	-----------	-------------

Resposta à requisição, o vetor de envelopes possui 20 entradas indicando se o envelope específico está utilizado ou livre:

14	VETOR DE ENVELOPES
----	--------------------

Este protocolo é utilizado entre o módulo de acesso da camada de aplicação de gerência e o agente de adaptação (ver figura 2).

3.3. Camada de Aplicação de Gerência

Na camada de aplicação de gerência são implementadas as facilidades de gerência necessárias, normalmente não atendidas pelos sistemas de gerência legados. A interface com o usuário é feita utilizando a arquitetura *Web*, através do padrão CGI – *Common Gateway Interface*. A interface com o agente de adaptação é feita através do protocolo de aplicação, descrito na seção 3.2.3.

Na experiência realizada, foram utilizados três módulos que serão descritos abaixo.

3.3.1. Módulo de Acesso aos Dados

Este módulo é responsável pela interface com o agente de adaptação. Utiliza o protocolo de aplicação para obter os dados necessários do agente de adaptação, fornecendo à aplicação de gerência uma maneira transparente de acesso à sistemas de gerência legados.

3.3.2. Módulo de Definição de Rota Inter-redes - *Pathsetup*

Este módulo implementa um algoritmo de *pathsetup* que, dada duas estações (estação origem e estação destino, conforme figura 5) e uma velocidade de transmissão, deve encontrar um caminho que tenha espaço suficiente para transmitir os dados à velocidade de transmissão solicitada. O problema está dividido em duas partes:

- geração de caminhos possíveis entre os pontos de acesso;
- verificação da existência de espaço para transmissão considerando a velocidade de transmissão solicitada.

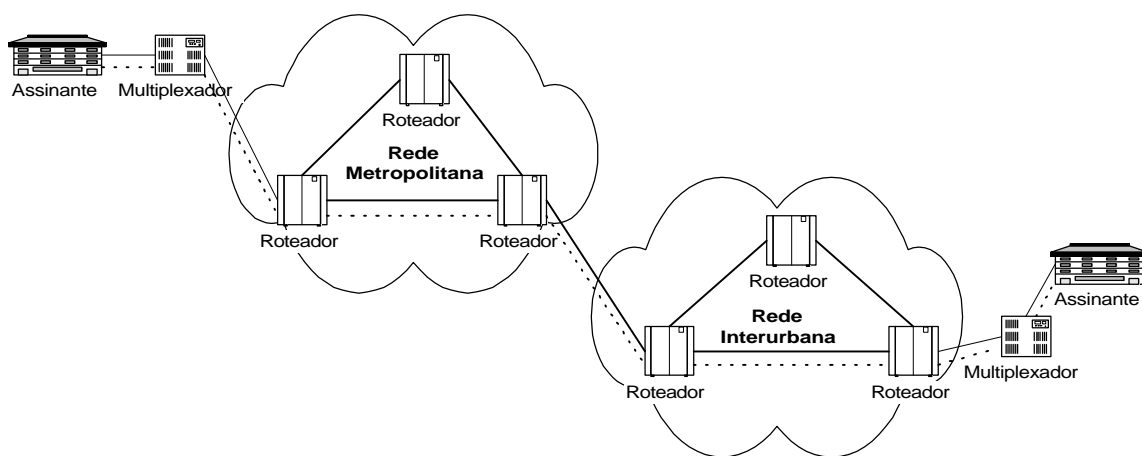


Figura 5 - Exemplo de uma Rota entre Redes

Geração de Caminhos Possíveis

Para a geração de caminhos, foi utilizado um algoritmo baseado na busca em amplitude [11][13]. Esse algoritmo é uma estratégia de controle sistemática onde existem movimento global (ao longo do curso de várias etapas) e movimento local (ao longo do curso de uma única etapa). Essa estratégia foi escolhida para evitar a exploração do mesmo nó várias vezes, a utilização de muito mais etapas que o necessário e a exploração de uma seqüência inútil de operadores muitas vezes antes de chegar a uma solução.

O algoritmo de busca em amplitude, a partir de um estado inicial na raiz, gera todas as ramificações da raiz, aplicando ao estado inicial cada uma das regras pertinentes. Em seguida o procedimento é repetido recursivamente para todos os sucessores obtidos. A diferença básica entre o algoritmo utilizado e a busca em amplitude é que este último não pára sua execução quando encontra uma solução, mas sim várias delas. O programa permite limitar o número de soluções a serem encontradas antes do seu término.

Deve-se lembrar que uma rede pode conter mais de um elemento de rede (multiplexador ou roteador) e, considerando o cenário de tal rede determinista, onde cada nó do grafo representa uma estação na rede. O algoritmo utilizado como solução do problema de roteamento é uma variação do algoritmo de busca em amplitude. O vetor de Próximos é um vetor que armazena os elementos a serem explorados. Quando este vetor está vazio, o algoritmo termina. O vetor de Soluções é um vetor que armazena, em cada posição, um ponteiro para as soluções encontradas no algoritmo. Junto com este vetor está um contador que quando atinge um valor estabelecido (NUM_MAX_SOLUÇÕES) faz com que o algoritmo termine sua execução. A *verificação de loops* existe para que o algoritmo não explore a mesma estação mais de uma vez, fazendo com que o processo de busca seja encerrado. Como já visto, o algoritmo gera um caminho a partir de equipamentos. Sendo assim, antes da execução do algoritmo, o programa procura o primeiro equipamento que tenha uma porta livre de acordo com a velocidade de transmissão solicitada.

Verificação da existência de espaço

A verificação da existência de espaço é a segunda parte do algoritmo e tem como entrada os caminhos gerados pela etapa anterior, assim tendo todos os caminhos existentes entre as estações listadas, basta ver em qual deles há espaço suficiente para transmissão de dados (considerando a velocidade de transmissão solicitada pelo usuário). Os caminhos são gerados na ordem crescente, relativo ao número de equipamentos visitados. Então, esta parte do *pathsetup* pega os caminhos na ordem em que foram gerados no passo anterior.

3.3.3. Módulo de Interface

Este módulo é responsável por receber requisições de consulta de usuários, através do protocolo HTTP, e invocar o módulo de *pathsetup* para atender à requisição. O módulo de *pathsetup* utiliza as funções deste módulo para enviar a resposta ao usuário.

O funcionamento deste módulo é definido no padrão de comunicação do esquema CGI – *Common Gateway Interface* utilizado na arquitetura *Web*.

3.4. Camada de Interface com Usuário

O usuário pode observar informações dos elementos de rede mantidos pelos dois sistemas de gerência legados através de uma interface unificada e uniforme. Quando novos elementos de rede são adicionados à rede, o sistema identifica de forma transparente esta alteração. A base de dados é atualizada e o *pathsetup* pode consultar os novos dados sem nenhuma problema.

A interface com usuário foi implementada utilizando a linguagem HTML – *HyperText Markup Language*. Isto permite a utilização do sistema, implementado utilizando a arquitetura, a partir de qualquer plataforma que suporte um *browser* HTML. A janela inicial da aplicação é apresentada na Figura 6, onde são solicitadas as seguintes informações ao usuário: nome do usuário, senha de acesso, estação origem, estação destino e velocidade de transmissão.

As estações de origem e destino correspondem ao início e fim do circuito que se deseja provisionar. A velocidade de transmissão diz respeito a taxa do mesmo. Estas informações estão cadastradas no sistema, e podem ser escolhidas através de um menu de *pull down*.

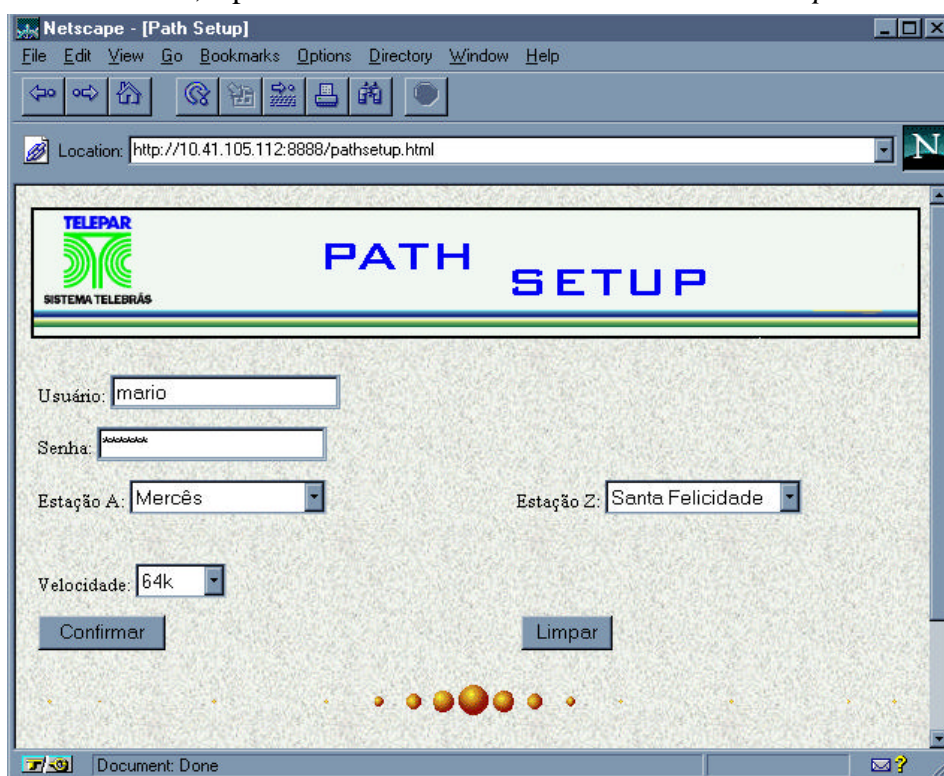


Figura 6 –Interface com usuário implementada utilizando HTML

4. Conclusões

No desenvolvimento da arquitetura proposta, as tecnologias utilizadas tornam o ambiente flexível para satisfazer as necessidades de comercialização. O sistema inclui utilidades que possibilitam a carga de dados de outros sistemas. Podendo prover a gerência integrada das redes de telecomunicações a partir de sistemas de gerência legados. Economicamente a solução é interessante para a operadora, tendo em vista seu potencial de investimento a curto prazo. Do ponto de vista operacional, os usuários do sistema, operadores, podem contar com uma única interface gráfica para manipular dados de sistemas diferentes. A linguagem desta

interface é mais acessível ao operador tornando transparente as peculiaridades de cada um dos sistemas de gerência legados.

O algoritmo de path setup implementado, exercita os mesmos procedimentos dos algoritmos legados, o que corresponde à produção das mesmas rotas. Esta particularidade garante às operadoras o cumprimento das regras de negócio definidas em seus procedimentos de comercialização.

Uma próxima fase deve ser testada considerando algumas alterações na implementação da arquitetura. Esta segunda fase inclui o desenvolvimento de módulos utilizando IDL/CORBA, como visto a seguir:

Gerente ----- IDL/CORBA ----- Agente Wrapper (NMS Legado)

A experiência relatada neste trabalho, trata de uma solução alternativa para redes heterogêneas isoladas dentro da rede de telecomunicações. Foram necessárias análises das alternativas de construção da arquitetura para que se pudesse efetuar o desenvolvimento de uma solução que não interferisse no processo de gerência legado, tendo em vista os contratos de manutenção dos fornecedores. Todos os detalhes de construção das redes legadas foi objeto de estudo, incluindo funcionalidades dos sistemas de gerência, aspectos e características dos equipamentos e da rede e principalmente os aspectos de comercialização de uma operadora.

5. Referências Bibliográficas

- [1] **ITU-T International Telecommunication Union**, *Recommendation M.3010 - Principles for a Telecommunications Management Network*, 1996.
- [2] **ITU-T International Telecommunication Union**, *Recommendation M.3400 – TMN Management Functions*, 1997.
- [3] **ITU-T International Telecommunication Union**, *Recommendation X.701 – Open Systems Interconnection*, 1992.
- [4] **SLOMAN, Morris**. *Network and Distributed Systems Management*. Addison-Wesley, 1994.
- [5] **MOWBRAY, Thomas J., ZHAHAVI, Ron**. *The Essential Corba, OMG Object Management Group*. John Wiley & Sons, Inc, 1995.
- [6] **OMG Object Management Group**. Document: telecom/97-01-02. *Topology Service - Request For Proposal*, 1997.
- [7] **OMG Object Management Group**. Document: telecom/97-01-03. *Notification Service - Request For Proposal*, 1997.
- [8] **OMG Object Management Group**. Document: telecom/97-09-04. *Interworking between CORBA and TMN Systems - Request For Proposal*, 1997.
- [9] **THE OPEN GROUP**. *Inter-domain Management: Specification Translation*, 1997.
- [10] **RUIZ, Linnyer Beatrys; NOCERA, Karlo; FERREIRA, Mario**. *Grupo TMN - Relatório Técnico 9/98 – Mapeamento do modelo de dados*. PUC-PR, setembro de 1998.
- [10] **RICH Elaine, KNIGHT, Kevin**. *Inteligência Artificial*. MAKRON Books do Brasil Editora Ltda., 2ª edição, 1993.
- [11] **RUIZ, Linnyer Beatrys**. *Modelo de Informação para TMN*. NUCE/CEFET-PR, 1998.
- [12] **RUSSEL Stuart, NORVIG, Peter**. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice-Hall, 1995.