

A REDE INTERNA DA PUC-RIO

Michael Anthony Stanton
Departamento de Informática
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
22453 Rio de Janeiro, RJ
michael@inf.puc-rio.br

Sumário

São descritos os esforços feitos para montar uma rede interna de computadores na PUC-Rio. A primeira rede (a provisória) nasceu da colaboração informal entre o centro de processamento de dados e o Departamento de Informática. Posteriormente, foi elaborado um projeto institucional para toda a Universidade, que deveria estar instalado durante o primeiro semestre de 1992. Ambas as redes previam a integração de equipamentos de diversas origens, e foi adotado o uso principalmente de protocolos de comunicação da família TCP/IP.

Abstract

The article describes the efforts expended to install a campus-wide computer network at the Catholic University of Rio de Janeiro. The first (and provisional) network was the result of informal collaboration between the data processing centre and the the computer science department. More recently, the University has developed a campus-wide network project, which should be installed during the first semestre of 1992. Both these networks sought to integrate computers of different origins, and the network technology adopted was the TCP/IP family of protocols.

1 Introdução

A evolução das tecnologias de fabricação de computadores e de telecomunicações hoje possibilita a distribuição eficaz de recursos computacionais. O custo decrescente de computadores pessoais e estações de trabalho há vários anos vem permitindo que estes possam estar colocados nas mesas de quem os use. O grande problema inicialmente identificado de isolamento entre os usuários de computação pessoal pode hoje ser reolvido através da ligação em rede destes equipamentos, possibilitando o compartilhamento de equipamentos, informação e serviços, a custos inferiores e com desempenho e conveniência melhores que os possíveis com grandes sistemas de partilha de tempo.

As transformações do ambiente de trabalho ocasionadas por estes avanços tecnológicos estão começando a ser sentidas nas universidades e centros de pesquisa no país, que precisam reorganizar apropriadamente seus serviços de infra-estrutura computacional e de comunicação de dados. Este processo já se iniciou em diversas instituições nacionais, mas precisa ser acelerado e ampliado em seus efeitos, se se quiser tirar o maior proveito possível das oportunidades apresentadas. Em particular, iniciativas de integração entre instituições diferentes, através de redes geograficamente distribuídas, como a Rede Nacional de Pesquisas (RNP) do CNPq,

somente atingirão seu desenvolvimento pleno quando complementadas pela criação de infraestrutura de rede interna em cada instituição.

Este trabalho descreve a experiência da PUC-Rio na montagem de uma rede interna, a partir de algumas (poucas) redes locais em diferentes departamentos, até a elaboração de um projeto que integraria praticamente todos os recursos computacionais da Universidade no primeiro semestre de 1992. Espera-se que a divulgação desta experiência dê subsídios a outras instituições procurando respostas para desafios semelhantes.

2 Interredes TCP/IP vêm (quase) de graça

Os equipamentos mais modernos de computação que estão sendo adquiridos por pesquisadores no país são as estações de trabalho, geralmente das marcas Digital, Hewlett-Packard, IBM ou Sun. Todas estas estações vêm com interfaces Ethernet/IEEE 802.3, e geralmente são usadas em rede local, empregando os protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol: os dois protocolos principais da tecnologia de rede desenvolvida e usada na comunidade Internet [4]).

Freqüentemente a mesma rede local interliga estações de trabalho e computadores pessoais. Poderão também participar destas redes "mainframes", especialmente da Digital e da Unisys, e, mais recentemente, da IBM. Uma única instituição poderá ter instaladas várias redes deste tipo, interligadas através de linhas seriais ligando equipamentos em redes diferentes, ou por meio de pontes ou roteadores, formando assim uma interrede interna. A montagem desta interrede é tecnicamente banal, quando todas as redes componentes já utilizam os protocolos TCP/IP. Restritos ao contexto desta interrede interna, estarão disponíveis os serviços "login" remoto, transferência de arquivos e correio eletrônico.

Deve-se destacar ainda os possíveis papéis numa interrede TCP/IP para computadores pessoais (PCs) usando o sistema operacional MS-DOS. Um PC pode participar diretamente numa rede local, por exemplo, Ethernet ou Token Ring, se possuir interface (placa) de rede. Também ele pode estar ligado a outro equipamento como "terminal", através de uma linha serial. Um PC ainda pode servir de "gateway" entre duas redes locais, ou entre uma rede local e uma linha serial, bastando possuir as duas interfaces necessárias. Já estão publicamente disponíveis no meio acadêmico diversas implementações de software para PCs com MS-DOS, que implementam os protocolos TCP/IP, "serial line IP" (SLIP), "gateways", e protocolos de aplicação, tais como TELNET, FTP e NFS [4]. Também existem alguns produtos comerciais com a mesma finalidade. Software deste tipo torna imediatamente aproveitável como entidade ativa numa interrede TCP/IP o equipamento mais comum que existe hoje no país, aumentando enormemente o acesso às facilidades que se tornariam disponíveis remotamente [5].

3 A rede interna provisória da PUC-Rio: uma aprendizagem

3.1 O ponto de partida

Em agosto de 1989, era muito limitado o uso de comunicação de dados na PUC. Uns poucos departamentos possuíam redes locais de PCs, das quais a maioria usava protocolos proprietários, o que dificultava seu crescimento e interoperação. Na época, tanto o DI (Departamento de Informática) como o RDC (Rio Datacenter, o centro de processamento de dados da Universidade), localizados no mesmo prédio no campus da PUC, possuíam redes locais baseadas na tecnologia Ethernet (IEEE 802.3), mas usavam protocolos distintos: no DI, a

rede ligava estações da marca Sun, e utilizava protocolos da família TCP/IP (ou Internet), enquanto no RDC os protocolos usados eram da família OSI e o NETBIOS [7].

Desde setembro de 1988, existia no Rio acesso à rede internacional BITNET (veja, por exemplo, [1] ou [3]) através do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Como a PUC resolveu não integrar a BITNET, a responsabilidade para obter acesso à BITNET se tornou individual, através da obtenção de uma conta para utilizar o computador IBM 4381 do LNCC. Faltava então providenciar o acesso (do indivíduo) ao computador do LNCC, o que poderia ser feito através de linha telefônica discada, ou através da RENPAC, serviço nacional de comunicação de dados da Embratel.

Ja nesta época, o RDC contava com acesso (linha privada) ao serviço 3025 da RENPAC, o que permite múltiplos acessos simultâneos, por exemplo, múltiplas sessões de terminal, usando o protocolo X.25 da CCITT [7]. Era intenção do RDC tornar amplamente utilizável para os usuários da PUC esta conexão. Porém, o equipamento ligado na RENPAC era um PC, e como, apesar da integração deste numa rede local, não existia software para tornar o acesso à RENPAC disponível para outros PCs desta rede, na prática o acesso X.25 acabou sendo usado por um único usuário a cada vez.

3.2 Ampliação do acesso remoto ao LNCC via RENPAC

Em 1989, o DI já havia adquirido quatro estações de trabalho Sun-3, que permitiam uso simultâneo por vários usuários, e ainda possuíam software para X.25, inclusive duas implementações da função PAD (Packet Assembler-Disassembler), que possibilitavam o uso de uma conexão X.25 para múltiplas sessões simultâneas de terminal, tanto da PUC para fora, como de fora da PUC para dentro. Foi feito então um acordo entre o DI e o RDC, que objetivava um aumento da utilização da conexão RENPAC, com a utilização de uma estação Sun-3 do DI como "gateway" da RENPAC.

Em troca, o DI cedeu o uso de duas portas seriais em outra estação Sun-3 para permitir a ligação como terminais de dois computadores pessoais do RDC. (Cada estação Sun-3 tinha, geralmente, duas portas seriais, que podiam ser usadas para terminais, linhas de comunicação ou impressoras.) Destes dois computadores pessoais, um foi instalado na sala de terminais do RDC, onde era usado desde então como terminal público para acesso ao LNCC. Por causa da pequena distância, estas ligações foram feitas sem uso de modems.

O resultado desta colaboração foi tornar disponível o acesso ao LNCC via a RENPAC aos usuários dos dois computadores pessoais do RDC, e das quatro estações Sun e dois dos computadores pessoais no DI, assim aumentando enormemente a população de usuários beneficiados. Além disto, proveu uma plataforma mais poderosa para o desenvolvimento de futuros serviços, uma vez que uma estação Sun com sistema operacional Unix possui muito mais recursos de hardware e software que um computador pessoal com MS-DOS.

3.3 A evolução da rede conexa

A primeira grande expansão da rede inicial veio através da interconexão direta das redes Ethernet do DI (equipamento Sun) e do RDC (placas de rede Eden em computadores pessoais). Não houve nenhuma dificuldade em simplesmente emendar as duas redes já existentes. Nota-se que a rede do RDC já usava protocolos OSI e NETBIOS. Nesta altura, estes protocolos e o Internet Protocol (IP) coexistiam na mesma rede física, sem haver interferência entre eles.

A interoperação dos equipamentos do DI e do RDC veio com o uso nestes últimos do software NCSA-Telnet, uma implementação dos protocolos TELNET (terminal virtual) e FTP (transferência de arquivos) da família TCP/IP, que foi desenvolvido no NCSA - National Center for Supercomputer Applications, Champaign-Urbana, Illinois, EUA. Este software,

disponível livremente na Internet, foi adaptado para seu equipamento pela Eden, e passado para a PUC. Através do denominador comum dos protocolos da família TCP/IP, agora era possível usar qualquer um dos PCs na rede do RDC como terminal de uma das estações Sun do DI, e assim ter acesso ao serviço RENPAC. Ainda era possível fazer transferência de arquivos entre os computadores pessoais do RDC e as Suns do DI (que possuíam muito maior espaço em disco).

3.4 Transferência de arquivos entre PUC e LNCC

A conexão através de rede local de maior número de computadores pessoais aumentou o número de postos de trabalho a partir do qual era possível ter acesso à conexão RENPAC, e daí ao LNCC. Porém, paradoxalmente, ela não melhorou um aspecto muito importante do uso do LNCC, que era a transferência de arquivos entre ele e a PUC, usada, por exemplo, para trazer para a PUC cópias de correspondência recebida no LNCC, para enviar para a BITNET documentos preparados na PUC, e assim em diante.

O principal protocolo usado no IBM 4381 do LNCC para transferência de arquivos era Kermit [12, 13], implementado em muitos equipamentos, inclusive computadores pessoais e Suns. Porém, a implementação usual de Kermit supunha que o equipamento terminal (do usuário) era ligado através de uma porta serial dedicada. A conexão PUC-LNCC usava o protocolo X.25, que permitia a multiplexação de diversos canais virtuais na mesma linha física. Na verdade, Kermit podia ser usado nos computadores pessoais ligados como terminais a portas seriais de uma estação Sun, mas não podia ser usado num computador pessoal ligado através de rede local, nem da própria estação Sun.

A solução foi adaptar a implementação de Kermit para as Suns, para permitir seu uso através de um canal virtual X.25, e isto foi feito por Marcello Frutig do RDC. Com isto, tornou-se possível transferir arquivos entre o 4381 do LNCC e uma das Suns, usando o protocolo Kermit, e daí para outra Sun ou computador pessoal, usando o protocolo FTP.

3.5 Crescimento e ramificação da rede original

Em 1990, a rede DI-RDC foi-se aumentando com a aquisição de novos equipamentos: o DI adquirira mais três estações Sun, e mais algumas placas Eden. O RDC adquirira uma estação Sun (emprestada). O cabo da rede Ethernet já estava se aproximando do seu comprimento máximo de 180 m. Decidiu-se, portanto, efetuar uma nova separação física das duas redes, mantendo-se, evidentemente, uma conexão entre elas através de um roteador, isto é, um computador ligado às duas redes, que controlaria o tráfego entre elas. O roteador adotado era um computador pessoal, com duas placas de rede Eden, e usando outro software de domínio público, chamado KA9Q, disponível na Internet.

Antes de efetuar a separação, decidiu-se adotar endereços definitivos para os computadores das duas redes, e para tanto, foi solicitado e obtido um endereço IP para a PUC através do Network Information Center (NIC) da rede DDN (Defense Data Network) nos EUA, apesar do fato que ainda não havia previsão para a integração destas redes na Internet. O endereço obtido, 139.82, da classe B, permitiria a subalocação de endereços de subredes, o que seria administrado pela própria PUC [4].

Esta administração envolvia a alocação sistemática de endereços individuais a todos os computadores que estivessem ligados a alguma rede (TCP/IP) da PUC. Já foram alocados endereços aos equipamentos ligados às redes do RDC e do DI, e outros vinham sendo alocados na medida da necessidade. O uso desde então destes endereços definitivos era necessário por causa de outras novidades a serem vistas na próxima seção.

A separação das redes do DI e do RDC levou o RDC a instalar um servidor de nomes de domínios, para os domínios "puc-rio.br", "rdc.puc-rio.br" e "inf.puc-rio.br", que seriam os nomes simbólicos que identificariam os computadores e as caixas de correio eletrônico instalados na PUC, no RDC e no DI, respetivamente. Desta maneira, seria possível identificar a estação Sun do RDC com o nome "vialactea.rdc.puc-rio.br", ou enviar correspondência para "albino@rdc.puc-rio.br" [4].

3.6 Conexão à Internet

Em fevereiro de 1991, a rede da FAPESP foi ligada à Internet, que é a união conexa das redes (TCP/IP) da comunidade de educação, pesquisa e desenvolvimento nos EUA, incluindo também redes de vários outros países. A FAPERJ já havia aprovado em outubro de 1990 projeto de instalação da segunda fase da Rede Regional de Computadores de Pesquisa do RJ (RedeRio), que previa a interconexão entre si das redes internas de algumas das principais instituições de pesquisa do estado do RJ, incluindo a PUC, e a conexão desta rede à Internet [9]. Infelizmente, houve atrasos na liberação e na execução dos recursos, e a implantação da RedeRio ocorreria somente no primeiro trimestre de 1992. O projeto da RedeRio incluía também uma conexão à FAPESP.

Para antecipar a conexão de algumas instituições do Rio à Internet, pelo menos em caráter provisório, decidiu-se pelo remanejamento de recursos já instalados para aproveitar a conexão já realizada pela FAPESP. Estes eram principalmente duas linhas privadas de comunicação de dados, uma entre FAPESP e LNCC, disponível desde dezembro de 1990, e outra entre LNCC e PUC, disponível desde março de 1991. Na semana de 22 de abril de 1991, um esforço concentrado envolvendo técnicos das três instituições envolvidas colocou em funcionamento as duas conexões, utilizando protocolos da família TCP/IP. Com isto, tornou-se possível a interoperação dos equipamentos ligados às redes destas três instituições, e também da USP, já ligada à FAPESP, e, logo em seguida, com o resto da Internet no exterior. Isto significava a possibilidade imediata do uso dos serviços da Internet, e em particular, correio eletrônico, transferência de arquivos e "login" remoto.

3.7 Ampliação da rede provisória

Até fevereiro de 1992, a rede provisória já abrangia outras redes departamentais, além do RDC e do DI. Vários grupos de pesquisadores haviam adquirido estações de trabalho, na sua maioria ligadas em rede local, especialmente através do Banco de Equipamentos do CNPq. Já estavam integradas redes de estações de trabalho Sun nos departamentos de Química, de Física e das Engenharias Civil, Elétrica e Industrial, além dos laboratórios dos projetos ICAD e TecGraf. A maioria destas ligações vinham sendo feitas usando linhas telefônicas dedicadas entre pares de estações Sun, geralmente com uso de modems banda base de 9.600 bps, por causa da distância. Inicialmente, as redes estavam ligadas em cascata, cada uma à suas duas vizinhas mais próximas, mas a distribuição pelo CNPq de estações Sun munidas de placas de 8 portas assíncronas permitiu uma solução mais eficiente em estrela.

Nesta data, a maioria das conexões entre as redes departamentais, como também entre a PUC e o LNCC, estava sendo feita a baixa velocidade (9.600 bps). Esta configuração possibilitava um excelente serviço de correio eletrônico, inclusive para o exterior, e serviços aceitáveis de transferência de arquivos e "login" remoto dentro do país. Porém, era evidente que os serviços interativos de transferência de arquivos e "login" remoto ao nível internacional, não sempre possíveis e geralmente muito lentos, eram muito prejudicados pela pequena capacidade e alto retardo do canal de comunicação internacional usado (entre FAPESP e Fermilab).

Para viabilizar na prática estes serviços interativos ao nível internacional, e também ao nível nacional, esperava-se para o primeiro semestre de 1992 uma série de melhorias na capacidade das redes geograficamente distribuídas, que incluiriam [10]:

- o estabelecimento de conexões TCP/IP entre Rio de Janeiro e São Paulo e os Estados Unidos com capacidade de 64 Kbps;
- a instalação da RedeRio, interligando a 64 Kbps várias instituições do Rio de Janeiro, inclusive a PUC, o LNCC e a UFRJ;
- a instalação do "backbone" (espinha dorsal) da RNP, com enlaces de 9.600 bps e 64 Kbps.

Por outro lado, a provisão de serviços internos à Universidade com maior demanda de capacidade, tais como a transmissão de imagens, ou o uso de servidores de arquivos localizados em redes de outros departamentos, requereria uma interconexão entre redes departamentais a velocidades comparáveis às usadas nas próprias redes locais. A solução para isto seria a interconexão das redes departamentais usando tecnologia de rede local. Isto faria parte de um projeto definitivo de rede interna para a Universidade, que será discutido a seguir.

4 Um modelo para a rede interna de uma instituição de pesquisa

É objetivo aqui dar destaque àquelas características consideradas apropriadas para o parque computacional que estará instalado numa instituição de pesquisa para atender às necessidades dos próximos anos. Será necessário adequar a arquitetura da solução aos contornos interno e externo, fazendo a melhor utilização dos recursos eventualmente disponíveis.

A tônica da proposta é a importância da comunicação de dados num mundo onde os recursos computacionais estão distribuídos, e não existe um único equipamento central. As necessidades de cada usuário serão atendidas pela provisão de serviços por servidores distribuídos em diferentes partes da organização, alguns localizados no mesmo departamento, outros no mesmo prédio, e ainda outros no centro de processamento de dados.

1. A instituição poderá dispor de um ou mais "mainframes", utilizados através de terminais remotos (físicos ou virtuais). Com a distribuição de capacidade computacional, que permite o uso do computador pessoal ou estação de trabalho para a grande maioria das tarefas, a tendência é para o uso do "mainframe" se tornar mais especializado. Via-se, então, este equipamento como um repositório de informação e, possivelmente, um servidor de cálculo a ser acionado apropriadamente.
2. Mesmo quando os computadores pessoais tenham acesso a servidores de impressão e de arquivos, através de uma rede local, estes freqüentemente não oferecem a qualidade de serviço desejado. Serviços, tais como de impressão de muito boa qualidade (a laser), e de arquivos de grande capacidade, com manutenção profissional para serviços de "backup" e recuperação, poderão ser providos por uma administração centralizada, desde que estejam disponíveis as vias de acesso. Pode ser encarado de maneira semelhante o acesso a periféricos razoavelmente caros, tais como unidades de fita magnética.
3. Acesso a redes externas, para todos os serviços que estas passarem a oferecer.

Todos estes requisitos apontam a necessidade de uma rede interna com conectividade total entre os computadores localizados nos departamentos e laboratórios e o centro de processamento de dados.

Optando por uma rede interligando todos os computadores, é ainda necessário determinar sua topologia. Parece descartada a priori uma topologia em estrela, pela ausência de um equipamento "central", que obrigatoriamente participa em toda a comunicação. Também parece improvável o uso de uma única rede local para ligar todos os equipamentos, porque o uso de uma única rede sobrecarregaria essa desnecessariamente. A solução normalmente encontrada é uma interrede com estrutura hierárquica, na qual as redes departamentais estão individualmente ligadas a uma rede "espinha dorsal" [2]. Comunicação restrita a um par de equipamentos na mesma rede local (departamental) transita somente por esta. Só no caso de precisar ter acesso a equipamentos em outras redes departamentais, ou àqueles na própria espinha dorsal, far-se-á acesso a esta última.

No que diz respeito aos protocolos de comunicação, a solução é a adoção de uma tecnologia que possibilite a construção de uma interrede interligando sistemas abertos. A curto e médio prazos a melhor (talvez a única) opção é a família de protocolos TCP/IP. Esta opção é ainda mais recomendável se a rede externa também empregar esta mesma tecnologia, como no caso da RedeRio. Neste evento, a conexão feita entre a rede externa e a rede interna de uma instituição incorporará esta última na própria Internet, possibilitando a cada computador na rede interna da instituição todo o leque de serviços nela disponíveis.

5 O projeto lógico da rede interna da PUC-Rio

Para ilustrar melhor o modelo, será descrito a seguir o projeto adotado pela PUC-Rio. A PUC é uma instituição que ocupa um único campus de aproximadamente 500 metros em diâmetro. Seus departamentos e laboratórios estão instalados em diversos prédios espalhados neste campus, e a maioria destes vem seguindo uma política própria de investimento em equipamentos de computação ao longo dos últimos anos. Em novembro de 1991 possuía mais de 500 computadores pessoais, sendo vários destes ligados em alguma rede local departamental, além de um número crescente de estações de trabalho, quase sempre ligadas em rede local Ethernet. (São previstas quase 150 para o primeiro semestre de 1992.) O centro de processamento de dados (o RDC) da universidade administrava dois "mainframes", e acesso a estes era feito através de duas redes (disjuntas) de terminais.

Já foi descrita acima a maneira que foi encontrada para fazer uma integração provisória de uma parte dos equipamentos da Universidade, e entre estes e a Internet. Numa segunda fase, seria instalada uma nova infra-estrutura de conexão, baseada em grande parte em equipamentos cedidos à Universidade através de convênio celebrado com a IBM Brasil [11]. Do ponto de vista do projeto da rede, a contribuição mais importante seria:

- "mainframe" 9121-320-VF, com interface de rede local (IBM 3172 Interconnect Controller);
- 10 "servidores" RS-6000 modelo 520, cada um equipado com 50 portas seriais;
- algumas dezenas de "X-stations" (terminais da rede implementando o protocolo X [6]);
- algumas estações de trabalho RS-6000 e sistemas pessoais PS/2;
- diversas pontes 8209 TR-TR e TR-Ethernet (TR significa Token Ring - IEEE 802.5);

- conexões para rede TR (mais de 500 portas distribuídas entre mais de 20 unidades de acesso);
- uma centena de placas TR para computadores pessoais PC-XT;
- cabos e conectores para ligar equipamentos terminais.

Todos os computadores e "X-stations" cedidos teriam suas próprias interfaces com rede local Token Ring, e haveria software para os protocolos TCP/IP, inclusive o NFS (Network File Service).

O projeto da nova rede tratava de aproveitar até o máximo o investimento já feito em computadores pessoais, estações de trabalho e redes locais, permitindo também a futura integração de novos equipamentos de outras fontes, tais como o CNPq, a FINEP e a FAPERJ. Seu princípio básico era estender conectividade TCP/IP para todos os equipamentos que pudessem utilizá-la. Uma segunda premissa era a hierarquização de serviços.

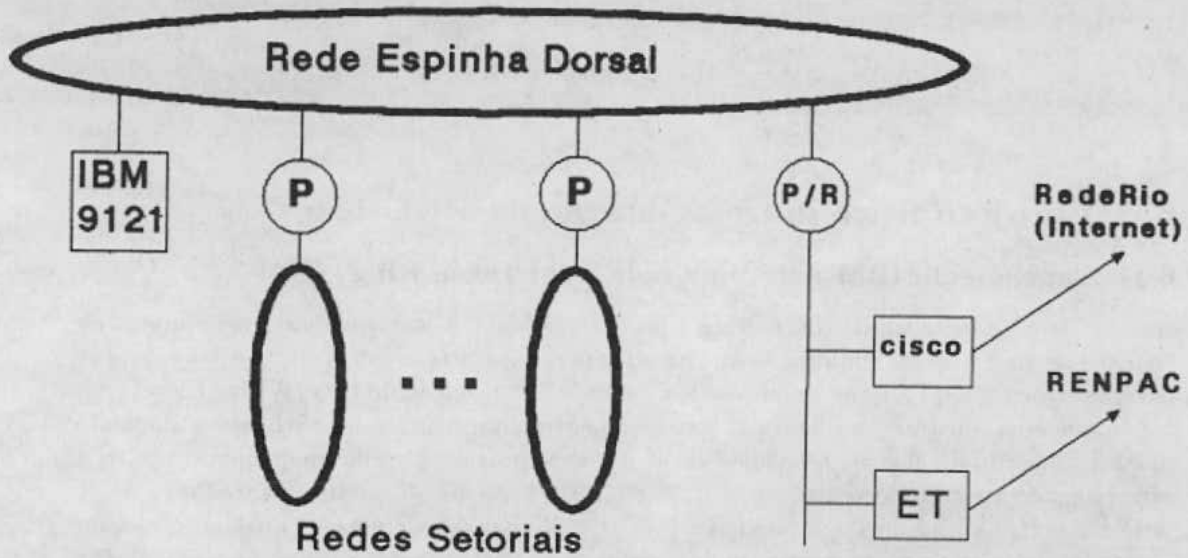
Este ponto merece esclarecimento. Via-se o "mainframe" como um recurso muito especializado, com dois serviços característicos: computação de alto desempenho, e acesso a grandes bases de dados. Portanto, procurava-se retirar deste equipamento qualquer outro serviço, por exemplo, ensino básico de computação. Existiam, porém, uma série de serviços que não eram convenientemente oferecidos em computadores pessoais, especialmente quando estes não possuíam discos rígidos, tais como os serviços de arquivos, de correio eletrônico, e de computação que extrapolasse os limites de uma máquina pequena. Para estes usuários tornava-se essencial encontrar um meio termo entre o computador pessoal e o "mainframe".

Uma solução que preenchia esta lacuna, e também resolvia adequadamente o problema de conexão da maioria dos computadores pessoais (PCs), era o uso de diversos computadores RS-6000 modelo 520 na configuração multiusuária, munidos de um número elevado (cerca de 50 cada) de portas seriais. Para atender a 500 PCs ligados por linha serial precisava-se de 10 equipamentos deste porte, que estariam distribuídos estrategicamente pelo campus, de modo a ficarem próximos dos PCs existentes (existe um limite máximo de distância entre o PC e o RS-6000 para comunicação sem modem). Cada um destes RS-6000 então serviria a uma população relativamente localizada de usuários de departamentos vizinhos. Além dos PCs ligados através dos RS-6000, outros poderiam ser ligados diretamente numa rede local Token Ring, usando as placas de rede a serem fornecidas. Neste caso deveria ser dada prioridade aos PCs mais potentes (80286/386/486), inclusive com disco rígido, e, possivelmente, daqueles que ficassem além da distância máxima para ligação por linha serial.

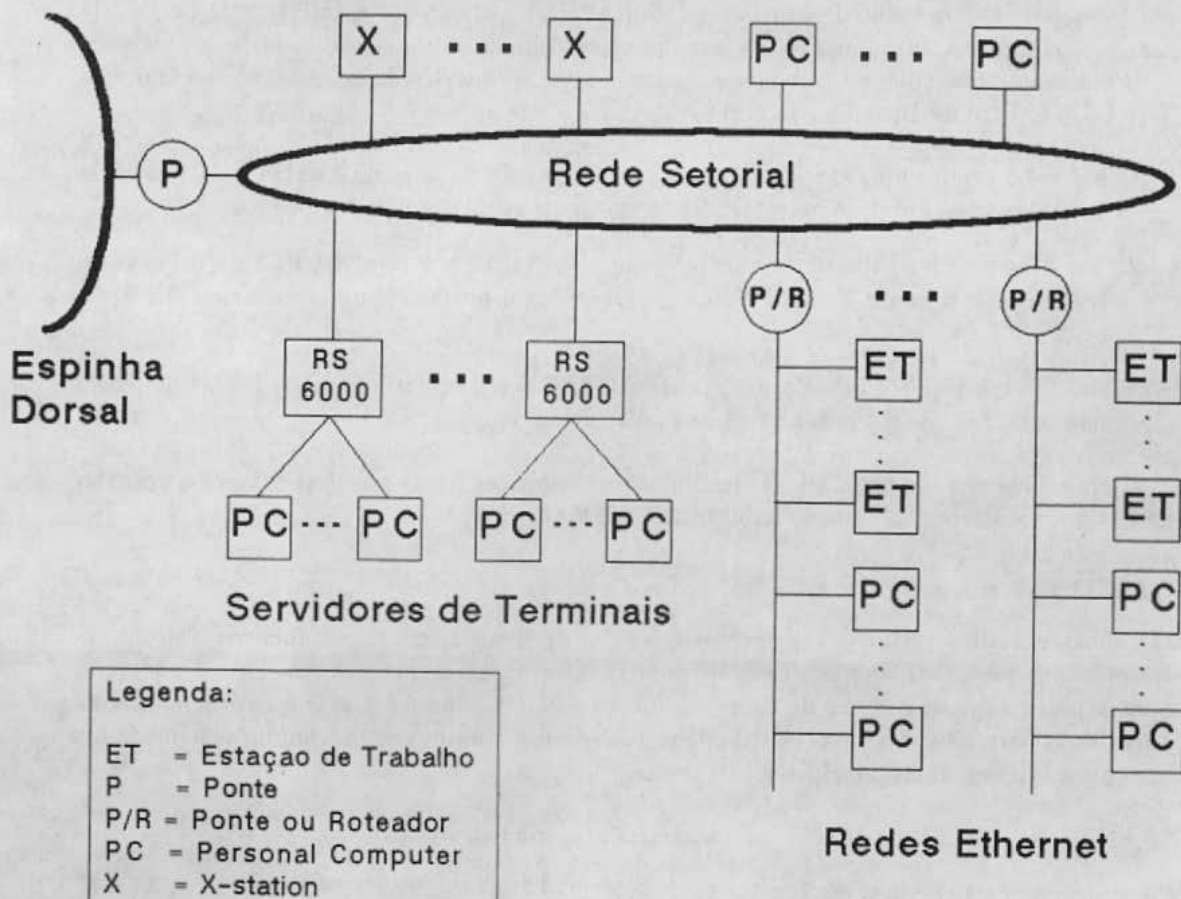
Os RS-6000 mencionados no parágrafo anterior estariam ligados através da rede interna ao "mainframe". Na verdade, estariam previstas pelo menos oito redes locais Token Ring, que se estenderiam por todos os prédios do campus, além de dez redes departamentais Ethernet. Todas estas redes individuais estariam interligadas através de pontes ou roteadores, para criar a rede interna de estrutura hierárquica.

A ligação da rede interna da PUC com a RedeRio, e através desta à RNP e à Internet, seria feita através de um roteador da marca Cisco e canais de 64 Kbps, a serem instalados pela FAPERJ. Outras ligações externas deveriam incluir a RENPAC, o que, além de prover acesso dos usuários da PUC a recursos computacionais de instituições que não integrassem às redes acadêmicas, também possibilitaria o acesso aos recursos da PUC por usuários da RENPAC. Entre estes deveriam ser destacados os próprios professores e alunos da PUC trabalhando em suas residências.

A figura 1 apresenta em forma gráfica o projeto lógico da rede interna descrito nesta seção.



(a) Vista geral da rede interna



(b) Vista de uma rede setorial

Figura 1: Projeto lógico da rede interna da PUC-Rio

6 O projeto físico da rede interna da PUC-Rio

6.1 Cabeamento IBM para uma rede local Token Ring

Apesar de uma rede local Token Ring (TR) ser lógica e fisicamente um anel simples de conexões entre estações vizinhas na rede, para facilitar a instalação e manutenção das conexões entre estações, a IBM adotou a solução de Centro de Distribuição de Fios (Wiring Closet) [8]. Neste esquema, ilustrado na figura 2, a conexão entre dois vizinhos no anel necessariamente passaria por um Centro de Distribuição de Fios, e, portanto, cada equipamento em rede estaria ligado a este Centro através de cabo blindado contendo dois pares trançados (um par para cada vizinho no anel). Equipamento (Token Ring Access Unit, ou TRAU) localizado neste Centro fecharia a conexão entre dois vizinhos no anel, e poderia isolar da rede estações desligadas ou com problema na sua conexão.

Com este esquema de cabeamento, a rede, que logicamente teria forma de anel, tornaria-se fisicamente uma estrela. A distância máxima recomendada entre uma estação da rede e seu Centro de Distribuição de Fios seria 145 m. Para montar redes maiores, seria necessário usar vários Centros, interligados, por exemplo, por fibra ótica.

Para maior flexibilidade, a conexão entre a estação, localizada na sala do usuário, e a TRAU no Centro de Distribuição de Fios seria feita em três seções (figura 3):

1. um cabo (embutido) entre uma tomada fixa na sala do usuário e outra num Painel de Interconexão (Patch Panel), localizado no Centro de Distribuição de Fios;
2. um "Token Ring Adapter Cable", ligando a estação à 1 tomada, na sala do usuário (os conectores são ICS (IBM Cabling System, de 4 polos), de um extremo, e DB-9, do outro);
3. um "Patch Cable", ligando uma porta da TRAU à 2 tomada fixa (no Painel de Interconexão) (os conectores são ICS nos dois extremos).

Este esquema permitiria alterar facilmente as conexões feitas nos dois extremos do cabo embutido, para trocar a estação ou a porta da TRAU usadas.

6.2 O uso do cabeamento IBM para outras ligações

O cabeamento descrito acima empregaria o cabo do Tipo 1, contendo dois pares de fio de cobre trançados e blindados [8]. Uma alternativa interessante seria o cabo do Tipo 2, contendo quatro pares adicionais de fio de cobre trançados e não blindados. A intenção original destes pares seria para telefonia, mas eles também poderiam ser usados para comunicação de dados em certas circunstâncias, inclusive:

- ligação por porta serial de computadores sem modem (3 fios);
- ligação de Ethernet, padrão 10baseT, com "hub" no Centro de Distribuição de Fios (4 fios);
- ligação Appletalk, fechando as conexões no Centro de Distribuição de Fios (4 fios).

Evidentemente, poderia haver diversas combinações alternativas através do cabeamento IBM com cabo do Tipo 2.

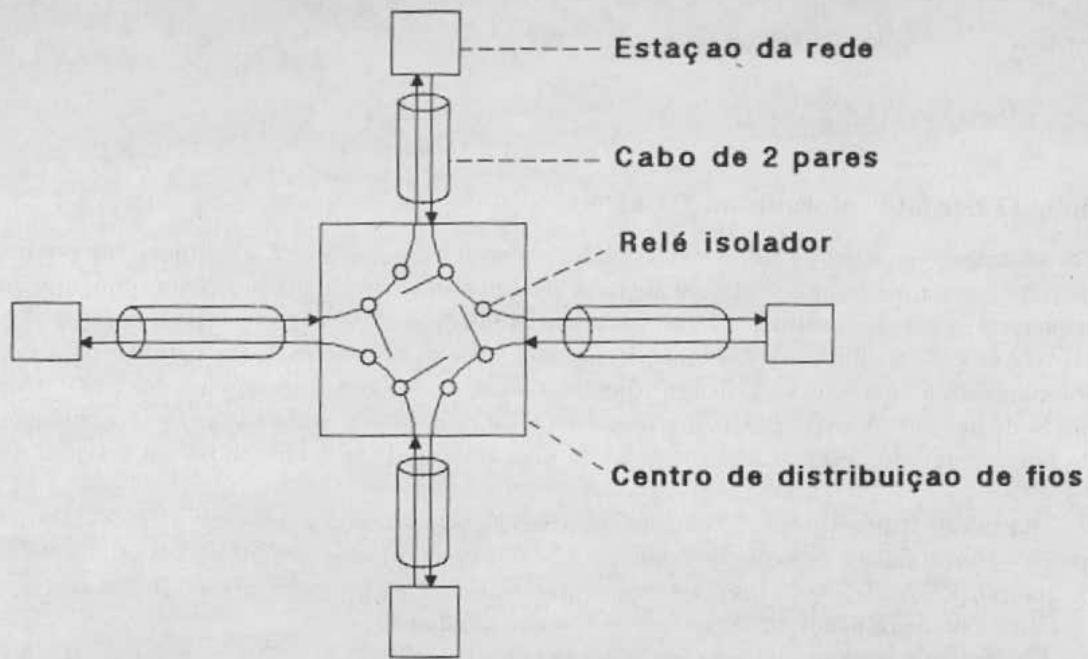
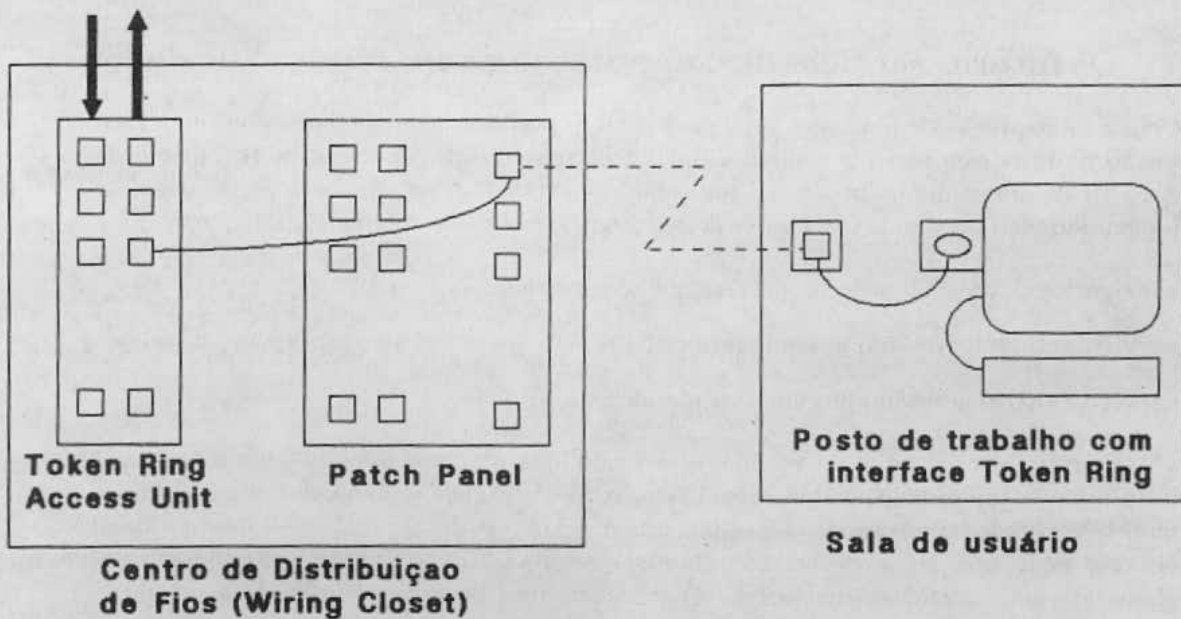


Figura 2: Rede em anel com uso de centro de distribuição de fios



- | | | | |
|--|---------------------|--|----------------------|
| | Conector/tomada ICS | | Cabo Token Ring |
| | Conector DB-9 | | Cabo fixo (embutido) |
| | | | Cabo de fibra ótica |

Figura 3: Cabeamento IBM para Token Ring

6.3 O projeto adotado na PUC

Foi adotado o esquema de cabeamento IBM, usando o cabo do Tipo 2, e o número de pontos servidos seria aproximadamente 500, distribuídos em uma dúzia de prédios. Esta configuração requereria o uso de múltiplos Centros de Distribuição de Fios, que estariam interligados através de cabo de fibra ótica. Como visto acima, cada ponto serviria para permitir ligar um equipamento a uma rede local Token Ring, e potencialmente outros equipamentos por outros meios de ligação. A curto prazo, a alternativa mais interessante seria a conexão sem modem de um computador pessoal à porta serial de uma estação de trabalho ou de um servidor de terminais.

O projeto lógico previa a conexão de até 500 computadores pessoais à Rede Interna através do uso de dez estações de trabalho RS-6000 configuradas com 50 portas seriais cada, do padrão RS-232D. Antecipava-se poder usar esta ligação à velocidade de 19.200 bps e a distâncias de pelo menos 60 m. usando 3 fios não blindados.

Fisicamente, seriam usados os fios não blindados do cabo do Tipo 2 da sala do usuário até o Centro de Distribuição de Fios, onde estaria localizada a porta serial de interesse. No caso do uso de estações RS-6000, existiam duas alternativas: a própria estação RS-6000 poderia estar localizada no próprio Centro de Distribuição de Fios. Alternativamente, poder-se-ia usar concentradores remotos de conexões assíncronas localizados no Centro de Distribuição de Fios, e ligados a uma RS-6000 situada a uma distância de até 700 m.

7 Os futuros serviços de computação e comunicação de dados

Com a implantação de uma rede interna de acordo com a orientação dada aqui, uma instituição contaria com serviços computacionais e de comunicação de dados de boa qualidade. A partir de um computador pessoal (ou estação de trabalho) na sua mesa de trabalho, um pesquisador teria acesso a três classes de serviços de qualidades diferentes, a saber:

serviço local prestado pelo próprio computador pessoal;

serviço setorial prestado por um servidor localizado dentro ou perto do seu departamento;

serviço central prestado por um "mainframe".

O serviço setorial seria o nível mais alto usado para a grande maioria dos usuários, pois incluiria uma capacidade computacional razoavelmente grande, e daria acesso a serviços remotos de grande importância, tais como correio eletrônico (local, nacional e internacional). No caso de instituição de ensino, até este nível deveria ser satisfeita também a quase totalidade de suas necessidades de ensino. O serviço central deveria ser utilizado somente por aqueles usuários, cujas necessidades não pudessem ser atendidas de outro modo.

Adicionalmente, o usuário teria acesso, a partir do seu computador pessoal, a serviços colocados a sua disposição por outros departamentos da sua instituição, ou até por entidades externas. Em particular, a informação guardada em bases de dados e documentos remotos, e acessíveis através da rede, poderia ser utilizada e até incorporada por ele em novas bases de dados ou documentos.

Finalmente, o usuário com acesso à Internet poderia aproveitar plenamente de todos os recursos e serviços postos à sua disposição através dela, em particular, acesso remoto a computadores especializados ou muito velozes, bancos de dados, repositórios de software e catálogos de bibliotecas no país e no exterior.

8 O papel do centro de processamento de dados (CPD)

O CPD tradicionalmente tinha por objetivo principal oferecer um serviço de computação centralizado, baseado em um ou mais "mainframes". Com a descentralização de recursos computacionais, ele geralmente não mais detém um monopólio sobre a aquisição nem a administração de equipamentos e software na instituição. Quando a instalação e uso de um computador pessoal se tornou suficientemente simples para serem feitos por pessoas não especializadas, não deveria causar surpresa a queda de destaque do CPD como centro de conhecimento técnico sobre computação. Às vezes, o próprio CPD simplesmente não possuía os equipamentos pequenos que passaram a ser usados por seus ex-clientes. Isto também poderia dificultar o relacionamento entre o CPD e seus clientes naturais, e levar às vezes ao desprestígio do CPD dentro da instituição.

O modelo de rede interna aqui apresentado é substancialmente mais complexo que aquele envolvendo somente computadores isolados. Precisam ser tomadas decisões técnicas, que nortearão, e possivelmente limitarão desnecessariamente, o futuro desenvolvimento da capacidade computacional de toda uma instituição. Nesta hora é necessário poder contar com o conhecimento e capacidade técnica do pessoal do CPD, tanto para colaborar na preparação do projeto institucional da rede interna, como para posteriormente instalar e administrá-la. A rede interna vem a ser um recurso central da infra-estrutura de computação e comunicação da instituição, e deverá ser administrada até com mais cuidado que os próprios computadores centrais, porque a rede serve a todos.

9 Conclusão

Ao nível da instituição, é essencial a integração em rede interna dos computadores instalados, de modo a poder compartilhar adequadamente os recursos computacionais e de informação da instituição. O uso da tecnologia da TCP/IP Internet também é indicada, ainda mais se a rede externa utilizar esta tecnologia, pois então a integração funcional entre os dois ambientes sairá quase de graça.

Agradecimentos

O semente do projeto aqui descrito foi plantado numa conversa com Paulo Aguiar da UFRJ no segundo semestre de 1989. O autor gostaria de agradecer todos os colegas e alunos com quem discutiu a organização da rede interna da PUC, e, em particular, a Albino Tavares, Marcello Frutig e aos colegas da Comissão de Desenvolvimento Técnico do Rio Datacentro. Este trabalho foi apoiado pela Finep, pela SCT/PR, pelo CNPq e pela FAPERJ.

Referências

- [1] J. Quarterman e J. Hoskins. "Notable Computer Networks". *Commun. ACM* 29:932-971, Outubro 1986.
- [2] C. Arms (ed.). *Campus Networking Strategies*. Digital Press, 1988.
- [3] L. H. Landweber et al. "Research Computer Networks and their interconnection". *IEEE Commun. Magazine* 24:5-17, Junho 1986.
- [4] D. E. Comer. *Internetworking with TCP/IP Vol.I: Principles, Protocols and Architecture*, 2a. ed. Prentice Hall, 1991.

- [5] J. R. Saltzer et al. "The desktop computer as a network participant". *IEEE J. Selected Areas in Communications*, SAC-3(3):468-478, Maio 1985.
- [6] R. W. Scheifler e J. Gettys. "The X window system". *ACM Trans. on Graphics* 5(3):76-109, 1986.
- [7] A. S. Tanenbaum. *Computer Networks*, 2a. ed. Prentice-Hall, 1988.
- [8] *IBM Cabling System Planning and Installation Guide*. IBM Corporation, Form GA27-3361-7, Outubro 1987.
- [9] A. L. Grojsgold, M. A. Stanton e P. H. A. Rodrigues. *A Segunda Fase da Rede Regional para o Rio de Janeiro*. Projeto preparado para a FAPERJ, 13 pp., Agosto 1990.
- [10] M. A. Stanton. *A implementação de uma rede nacional de pesquisa*. Relatório técnico, DI/PUC-Rio, 14 pp., Novembro 1991.
- [11] M. A. Stanton, *A reconfiguração física do convênio PUC-IBM*, relatório técnico, DI/PUC-Rio, 15 pp., jan/1991.
- [12] F. da Cruz. *KERMIT - a file transfer protocol*. Digital Press, 1987. (ISBN 0-932376-88-6)
- [13] C. M. Gianone. *Using MS-DOS KERMIT - connecting your PC to the electronic world*. Digital Press, 1990. (ISBN 1-55558-048-3)