

CBPF-NT-001/91

REDE DE COMPUTADORES DO LAFEX: USO DE SOLUÇÕES GERAIS E  
SOLUÇÕES ESPECÍFICAS

por

M. MIRANDA e R. SCHULZE

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF/CNPq  
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150  
22290 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

**Resumo:** Este artigo descreve uma rede de computadores que permite a convivência de diferentes protocolos e a interligação de equipamentos heterogêneos. Uma rede nestes moldes encontra-se hoje em funcionamento no Laboratório de Física Experimental de Altas Energias - LAFEX/CBPF. No conjunto, são apresentados conceitos básicos de rede, de protocolos e de estruturação em camadas. Quanto aos padrões existentes, são apresentados apenas aqueles utilizados no LAFEX.

**Palavras-chave:** Rede de computadores; Rede local heterogênea.

## 1. INTRODUÇÃO

Temos observado nos últimos anos profundas transformações na área de processamento de dados. O fator preponderante nestas transformações foi a evolução tecnológica que proveu os computadores pessoais e os computadores de pequeno e médio porte de capacidades muitas vezes superior aos tradicionais "mainframes" e a custos muito menores. Além disso, o surgimento de máquinas de baixo custo mas extremamente eficientes para determinadas aplicações permitiu a disseminação do uso de computadores em aplicações as mais variadas.

Todas essas transformações obviamente têm reflexos na forma pela qual a informática vem sendo implantada e utilizada em diversas instituições e empresas. Basicamente o que temos observado é um gradual crescimento da utilização de um sistema distribuído pelos diversos setores de determinada organização em substituição a "mainframes" cada vez maiores. Convém ressaltar que estes sistemas, embora distribuídos, podem e devem ser totalmente integrados por redes de computadores. Mesmo nas organizações que ainda utilizam os "mainframes", podemos observar que, em geral, eles estão interconectados através de redes locais a outros computadores de diferentes portes.

Outra tendência observada é a interconexão das redes locais com outras redes, permitindo o acesso a recursos e informações disponíveis em outras localidades. Isso é particularmente verdade em instituições de pesquisa, onde há intensa interação entre pesquisadores ou ainda em grandes

empresas, como por exemplo nos bancos, que possuem diversas filiais geograficamente distribuídas.

Nesse contexto, o Laboratório de Física Experimental de Altas Energias - LAFEX/CBPF adotou o modelo computacional baseado em rede de computadores. Como não há um único tipo de computador que seja o mais adequado para todas as atividades, adotamos um sistema heterogêneo, onde para cada tarefa específica, é empregado um diferente modelo de computador. Para que a integração dessas máquinas de características diversas seja possível e eficaz, é necessária a utilização de um protocolo universal, comum a todos os elementos da rede. Sabe-se, no entanto, que para a interconexão de um conjunto homogêneo de máquinas, existem soluções específicas que se mostram mais eficientes e completas. Na implementação da rede LAFEX procuramos aproveitar o melhor dos dois mundos, usando as soluções específicas para interligar máquinas do mesmo tipo e uma solução geral para interligar as máquinas diferentes. Vale a pena ressaltar que este uso de diversos protocolos foge um pouco da prática que era usual até pouco tempo atrás de se buscar um único protocolo para toda a rede.

Nesse trabalho, pretendemos apresentar como a rede LAFEX foi implementada, usando diferentes protocolos na busca de soluções gerais e específicas, ou seja, um protocolo universal para interligar máquinas heterogêneas e protocolos específicos para interligar máquinas homogêneas. Para isso abordaremos primeiramente, de maneira sucinta, alguns conceitos que achamos importantes para a compreensão de como é possível essa convivência de protocolos diversos numa rede

heterogênea. Em seguida, faremos a apresentação da rede LAFEX propriamente dita.

## 2. CONCEITOS DE REDE

### 2.1 Redes de Computadores

Rede de computadores [1] é um conjunto de computadores autônomos interligados entre si. A ligação pode ser através de fios, ondas de rádio, luz, canais de satélites ou qualquer outra forma imaginável.

Costuma-se fazer uma distinção entre dois tipos de redes: a rede local, chamada de LAN ("Local Area Network") e a rede geograficamente distribuída ou de longa distância, conhecida por WAN ("Wide Area Network") [2].

Como o nome já diz, a LAN está limitada a uma certa distância ao contrário das WAN que não apresentam restrição quando à distância coberta pela rede. As LAN no entanto apresentam uma taxa maior de comunicação. Frequentemente uma LAN está interconectada com uma WAN.

Redes locais e de longa distância apresentam muitas características comuns e alguns aspectos diferentes em relação a certas questões como topologia, protocolos, etc. É interessante observar que a estruturação dos serviços de redes em camadas, assunto ao qual voltaremos mais adiante, tem tornado as diferentes características das redes mais transparentes e as aplicações mais independentes das tecnologias empregadas.

## 2.2 Protocolos e Estruturação em Camadas

Para que haja comunicação entre sistemas quaisquer é necessário que exista um conjunto de regras e procedimentos para que a comunicação possa ser feita de maneira adequada, assim como numa conversa telefônica quem atende fala "alô" e estabelece o sincronismo inicial, onde um fala e ouve enquanto o outro ouve e fala, nessa ordem. Nesse exemplo, existe um conjunto implícito de regras regendo a comunicação. No universo de redes de computadores, essas regras são em geral mais rígidas e recebem o nome de protocolos [3].

Diversos são os problemas que devem ser considerados ao se projetar uma rede de computadores, como por exemplo: características do meio físico a ser utilizado; codificação dos sinais elétricos transmitidos; roteamento das mensagens; controle de fluxo; estabelecimento de comunicações; tratamento de erros; retransmissões e ordenação das mensagens.

Cada uma dessas questões apresenta por si só uma complexidade própria. Ao se juntarem todas essas questões no projeto de uma rede, a complexidade pode se tornar tão grande que a resolução do problema passa a ser praticamente inviável.

O método adotado para abordar a questão da complexidade do projeto de uma rede foi o de estruturar a sua arquitetura em camadas hierárquicas [1,4]. Com isso, tornou-se possível a divisão de um problema complexo em vários problemas menores que, enfocados separadamente, são bem mais fáceis de se resolver. Essa idéia pode ser ilustrada pela figura 1 [1].

Essa figura mostra a estruturação de um protocolo genérico, constituído de sete camadas ou níveis. A quantidade destas camadas, seus nomes e suas funções variam de protocolo para protocolo. Todavia, em todas as redes, o propósito de cada camada é oferecer determinados serviços às camadas superiores, ocultando-lhes detalhes sobre a implementação destes serviços oferecidos.

A transferência de dados e de controle ocorre de uma camada para outra imediatamente inferior, assim sucessivamente até a última. É nesta camada que ocorre a comunicação física entre máquinas, simbolizada por um traço contínuo na figura 1. Nas demais, há comunicação virtual, simbolizada pelas linhas tracejadas na referida figura.

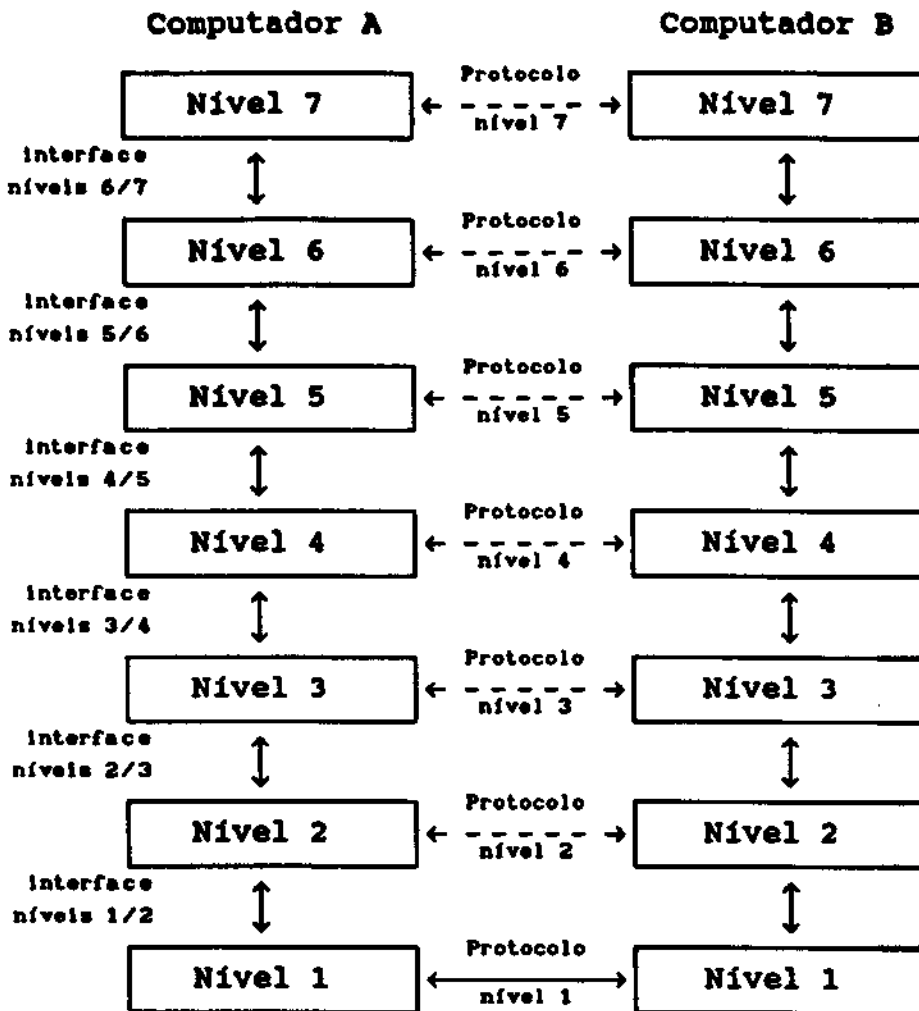


Figura 1 - Níveis, protocolos e interfaces

Entre cada par de camadas, há uma interface que define quais operações primitivas e serviços a camada inferior oferece à superior.

Para melhor compreensão do funcionamento da estruturação em camadas, lançaremos mão do seguinte exemplo apresentado por TANENBAUM em [1]:

Imagine uma comunicação entre dois filósofos, um no Quênia e outro na Indonésia (camada 3). Como eles não têm uma língua em comum, cada um deles resolve contratar um tradutor (camada 2). Cada tradutor, por sua vez, contacta um



engenheiro (camada 1). O filósofo 1 quer demonstrar a sua afeição por *ORYCTOLAGUS CUNICULUS* para seu colega. Ele expressa seu pensamento para o tradutor usando a língua local através da interface 2/3. Este pensamento será traduzido para a língua comum escolhida pelos tradutores de acordo com o protocolo da camada 2. Em seguida o tradutor passa a mensagem para o engenheiro que a transmitirá por telegrama, telefone, rede ou de qualquer outra forma de acordo com o que foi combinado previamente entre os engenheiros (protocolo da camada 1). Quando a mensagem chega, ela é traduzida para a língua local da Indonésia e passada através da interface 2/3 para o filósofo 2.

Observe que cada protocolo é completamente independente dos outros, desde que as interfaces entre as camadas não mudem. Os tradutores podem trocar a língua comum de comunicação entre eles, desde que ambos concordem e que não mudem a interface com as camadas 1 ou 3.

A modularidade inerente à estruturação em camadas apresenta ainda uma outra vantagem. Ela permite que os serviços de um nível sejam compartilhados por mais de um protocolo situado imediatamente acima. Essa característica é fundamental para que seja implementada uma rede que utilize vários protocolos. No exemplo acima, além dos filósofos, outras pessoas, como por exemplo físicos, poderiam se beneficiar dos serviços oferecidos pelos tradutores e engenheiros.

### 2.3 Padrões

Para que haja comunicação entre dois ou mais sistemas, é

necessário que os protocolos usados nos diferentes níveis da arquitetura de rede sejam os mesmos. Existe uma infinidade de conjuntos de protocolos, que constituem padrões adotados por diferentes sistemas. Convém salientar que esses padrões incluem os protocolos e também a interconexão física dos equipamentos (nível físico ou nível 1 da arquitetura).

Os protocolos podem ser classificados como protocolos abertos ou genéricos e proprietários ou específicos. Protocolos abertos são aqueles cuja definição são de domínio público e se propõem a funcionar em qualquer computador e sistema operacional. Como exemplo, podemos citar o TCP/IP e o ISO/OSI. Protocolos proprietários são aqueles que são definidos por um determinado fabricante e, em geral, são soluções particulares para um dado equipamento ou sistema operacional. Como exemplo, podemos citar DECnet da DEC e Netware da Novell.

A convivência dessas duas soluções é possível porque há padrões nos níveis inferiores que são universalmente aceitos por todos os protocolos. Um exemplo é o padrão Ethernet que especifica a conexão física e o formato dos pacotes da rede. Na figura 2 podemos ver esse formato [2].

Preâmbulo	End. dest.	End. orig.	Tipo de Pacote	Dados	CRC
64 bits	48 bits	48 bits	16 bits	368-12000 bits	32 bits

Figura 2 - Formato do Pacote Ethernet

Cada pacote contém, além do endereço de origem e de destino, um preâmbulo usado para o sincronismo, a

identificação do tipo de pacote, os dados propriamente ditos e um campo de CRC ("Cyclic Redundancy Check") usado para detecção de erros.

O campo tipo de pacote tem grande importância no uso de diversos protocolos num mesmo computador e numa mesma rede, pois ele identifica qual o protocolo a que se destina cada pacote. É esse campo que permite que diversos protocolos compartilhem os serviços oferecidos pelos níveis inferiores da rede, como já foi explicado anteriormente. Essa idéia pode ser ilustrada na figura 3.

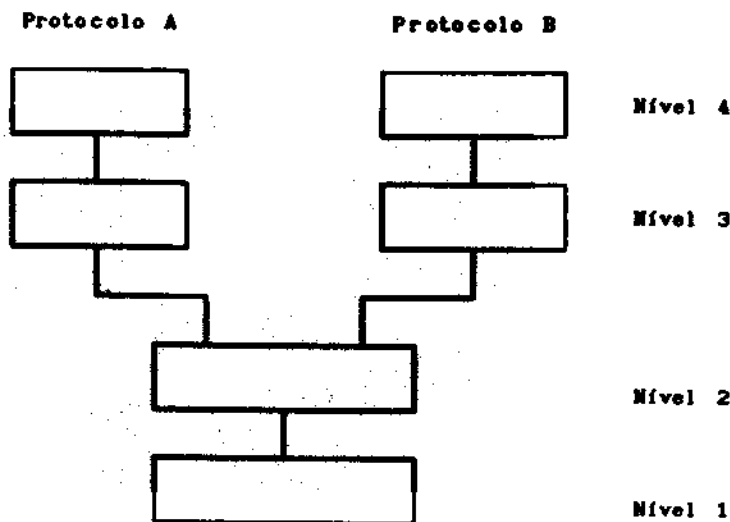


Figura 3 - Múltiplos Protocolos

Nesta figura vemos que o nível 2 presta serviços a dois protocolos. Quando um pacote chega ao nível 2, este examina o conteúdo do campo tipo e passa este pacote para o módulo correspondente a esse protocolo no nível 3.

Entendido como múltiplos protocolos podem coexistir numa mesma rede, vamos a seguir, descrever sucintamente os padrões usados na rede LAFEX.

**-TCP/IP:[1,5]**

É o resultado de uma pesquisa financiada pelo Departamento de Defesa dos EUA, através da DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). É um conjunto de protocolos que especificam como é feita a comunicação entre computadores diferentes e também a interconexão de redes. Foi projetado para interligar qualquer tipo de sistema ou rede, tornando transparente os detalhes da interconexão física.

**-DECNET:[1]**

É o sistema desenvolvido pela DEC (Digital Equipment Corporation) para interligar os equipamentos da linha VAX, sob o sistema operacional VMS. Permite que sejam usados diferentes meios de interconexão: Ethernet, X.25, linhas privadas , etc.

**-NETWARE:[6]**

É um sistema desenvolvido pela Novell, baseado na existência de servidores de arquivos e é considerado o melhor software de rede para microcomputadores da linha IBM-PC, rodando DOS. Ele também está implementado em várias outras máquinas como: VAX, MacIntosh e outros, podendo formar um ambiente único com todas elas.

**3. A REDE LAFEX**

No LAFEX, diferentes tipos de computadores executam diferentes tarefas. Para cálculos que exigem grande capacidade computacional, são utilizados os computadores paralelos de alto desempenho ACP I e ACP II. Para trabalhos que requerem uma interface gráfica mais sofisticada são usadas as estações de trabalho da DEC, e futuramente outras

como a da SUN. Para edição de textos, planilhas e outras atividades administrativas são usados microcomputadores da linha IBM-PC. Os microcomputadores são usados também como terminais dos outros sistemas.

Estes equipamentos, usados por físicos, engenheiros, analistas de sistemas e pessoal administrativo, distribuem-se no laboratório, nos estúdios e sala de usuários, e são interconectados por uma rede Ethernet de cabo fino.

Para maior estabilidade e operacionalidade da rede, esta foi dividida em segmentos através de um repetidor que liga até oito segmentos de 183m. O "lay-out" dessa rede pode ser visto na figura 4.

A divisão da rede em segmentos permite que um determinado segmento seja retirado de operação sem que a rede, como um todo, deixe de funcionar.

Tendo visto a questão dos equipamentos existentes no LAFEX, passaremos aos protocolos utilizados nestes.

Os computadores da linha VAX estão rodando VMS e utilizamos o DECnet para interligá-los. Escolhemos o DECnet pela sua total integração com o VMS.

Os microcomputadores estão utilizando o sistema Netware da Novell. Atualmente um PC-AT funciona como servidor de arquivos e de impressão para os microcomputadores.

Para interconectar todos esses equipamentos usamos o TCP/IP. Fizemos essa escolha principalmente pela sua disponibilidade cada vez maior para a grande maioria dos sistemas existentes, fato este que não ocorre com o padrão ISO/OSI[1,2].

Além das aplicações convencionais que utilizam o TCP/IP,

# Computacao no LAFEX

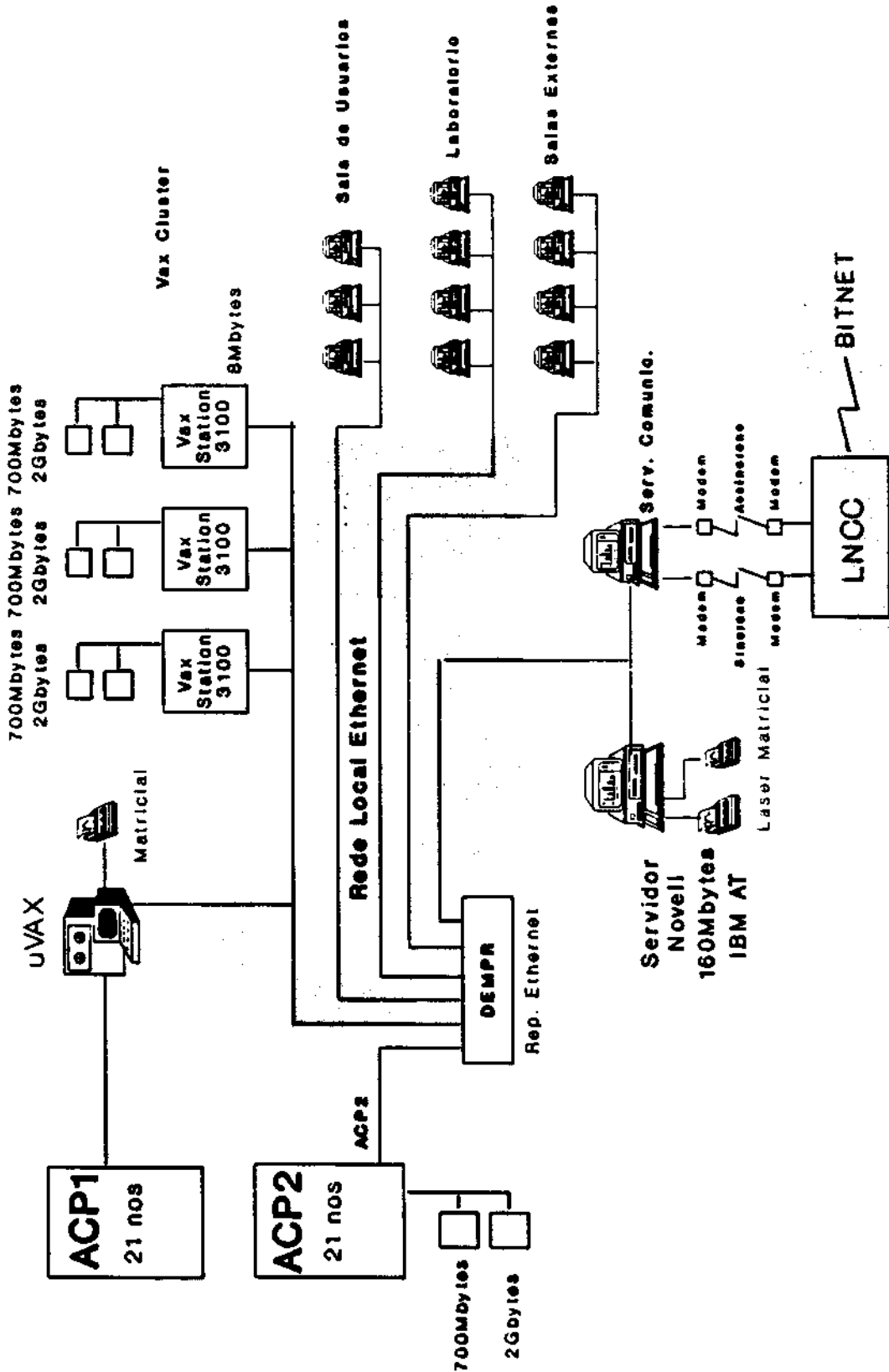


figura 4

rodamos um outro software baseado nesse protocolo de comunicação. Este software é chamado CPS ("Cooperative Processes Software")[7] e consiste num conjunto de ferramentas desenvolvido numa colaboração entre o Fermilab e o LAFEX que permite o uso em paralelo de vários processadores na resolução de um problema específico. Ele foi desenvolvido inicialmente para rodar no ACP II mas, devido à sua portabilidade, atualmente pode ser executado em outras máquinas como: VAX, Sun, Apollo, Silicon Graphics e outros. No LAFEX, o CPS está sendo usado no ACP II e nas máquinas da linha VAX.

#### 4. INTERCONEXÃO DO LAFEX COM OUTRAS INSTITUIÇÕES

Uma questão fundamental para a atividade científica é a possibilidade de se comunicar com outras instituições e pesquisadores.

No LAFEX, essa comunicação atualmente se dá através da rede BITNET. O LAFEX utiliza a rede BITNET através do computador do Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC.

A rede LAFEX possui duas ligações com o LNCC gerenciadas por um micro que denominamos servidor de comunicação. Uma das ligações funciona através de uma linha de terminal, interligando, via modem assíncrono, o servidor de comunicação ao IBM do LNCC usando o Kermit. A segunda ligação usa uma linha de controladora conectada a uma placa de comunicação & software CLEO. Essa placa emula uma controladora remota de terminais e pode controlar até 32 terminais. Ela se liga ao IBM via um modem síncrono, usando o protocolo BSC3. Esses 32

terminais são, na realidade microcomputadores que estão ligados através da rede ao micro servidor de comunicação e podem solicitar uma seção de terminal.

Está prevista uma outra ligação utilizando TCP/IP da rede do LAFEX com a Rede Regional RJ que interligará instituições de pesquisa do Rio de Janeiro. Esta rede, por sua vez, estará conectada a outras redes do país e à rede internacional da National Science Foundation dos EE.UU., a NFSnet. Paralelamente, está sendo avaliada uma outra ligação por DECnet com a rede HEPNET (High Energy Physics Network) que interliga mundialmente as instituições de Física de Altas Energias através do nó FAPESP.

## 5. CONCLUSÃO

A rede do LAFEX pode ser vista como uma prova de que é possível integrar equipamentos os mais diversos respeitando as características de cada máquina e aproveitando as vantagens que cada uma pode oferecer, inclusive as soluções particulares de determinados sistemas.

Hoje existem vários protocolos que podem conviver numa mesma rede sem maiores dificuldades, o que não era verdade há alguns anos atrás.

Existe ainda uma forte tendência a se chegar a um único protocolo que será um padrão adotado por todos para a interconexão e a interoperabilidade entre sistemas heterogêneos. Acreditamos, no entanto, que continuarão existindo soluções particulares, adequadas a determinados sistemas específicos. No entanto, mesmo essas soluções particulares, cada vez mais estarão preocupadas com a sua



inserção num contexto mais amplo onde outros protocolos coexistam.

## 6. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Elza de Mattos Paiva, Bruno Schulze, Alberto Santoro e Francisco Caruso Neto pelo incentivo e pelas sugestões, tanto quanto ao conteúdo técnico quanto à forma deste artigo.

É importante ressaltar que a implementação desta rede contou com a participação não somente da equipe do LAFEX, como também de membros de outros departamentos e cordenações do CBPF. Contamos também com o apoio da CONISISNET.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] TANENBAUM, A. S., Computer Networks, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- [2] TAROUCO, L. M. R., Redes de Computadores Locais e de Longa Distância, McGraw-Hill, São Paulo, 1986.
- [3] MENASCÉ, D. A., SCHWABE, D., Redes de Computadores - Aspectos Técnicos e Operacionais, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1986.
- [4] MOURA, J. A. B. et alli, Redes Locais de Computadores - Tecnologia e Aplicações, McGraw-Hill, São Paulo, 1986.
- [5] COMER, D., Internetworking with TCP/IP, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
- [6] Netware User Reference, Part I - Netware Basics, Novell Incorporated, Utah, January 1986.
- [7] ACP Cooperative Processes User's Manual, Fermilab, March 1989.

**Abstract:** This article describes a network that uses different protocols and allows the interconnection of heterogeneous equipments. A network like that is already implemented at the "Laboratório de Física Experimental de Altas Energias" - LAFEX/CBPF. Basic concepts on networks, protocols, and layered structure are presented. About the types of protocols, it is presented only the ones used by the network at LAFEX.