

VII CONGRESSO DA SBC XIV SEMINARIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE
SALVADOR, BAHIA, 11 A 19 DE JULHO DE 1987

UM SISTEMA DE COMPUTAÇÃO INTERREDES PARA APLICAÇÃO EM UM AMBIENTE EDUCACIONAL

A.M.S. OLIVEIRA * , L.F.G. SOARES **

SUMARIO

Este trabalho apresenta um sistema de computação constituído, basicamente, por redes locais de baixo custo e estações especiais, interligadas por uma rede local de alto desempenho, justificando o seu uso em um ambiente educacional, tipicamente numa escola técnica industrial.

ABSTRACT

This paper presents a computer system, low cost local area networks and special stations interconnected by a high performance LAN, justifying its application in industrial technical school.

* Engenheiro Eletricista (IPEC, 1982), mestrando em sistemas de computação (DEE-PUC/RJ);
Áreas de interesse : redes de computadores, informática em educação.

Escola Técnica Federal do Ceará.

Av.13 de maio 1081, Benfica, CEP.60000, Fortaleza-CE.

Telefone : (065) 223.10.38.

** Doutor em Informática (PUC/RJ, 1983), Engenheiro Eletricista (PUC/RJ, 1976);

Áreas de interesse : redes de computadores, modelos para especificação e validação de protocolos, modelos analíticos de desempenho, sistemas para transmissão de voz.

Fontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Departamento de Engenharia Elétrica.

Rua Marquês de S. Vicente 225, Gávea, CEP.22453 - RJ.

Telefone : (021) 274.99.22 ramal: 337.

1. INTRODUÇÃO

O uso de recursos computacionais como tecnologia educacional, tomou maior impulso após a concepção e consequente proliferação dos microcomputadores na década de 70.

Não é de se estranhar a dicotomia, ainda vigente, entre profissionais em educação - professores, psicólogos da educação, supervisores etc. - ao pesarem os benefícios e malefícios da intromissão da informática na área educacional, principalmente em faixas etárias de menor idade. A panacéia e o ceticismo com que vemos o assunto ser algumas vezes tratado facilita-nos imaginar o choque que terá sido o livro sobre o único mecanismo formal da época : A relação interpessoal mestre/discipulos.

É adequado aqui lembrar os dois enfoques mais frequentes do computador na educação:

- a. Como um recurso didático (CAL - Computer Assisted Learning) utilizado eficientemente (?) no auxílio do ensino e da aprendizagem de disciplinas convencionais.

Interessados : Aqueles que necessitam uma "interface" de alto nível para a construção de "pacotes" educacionais e, naturalmente, os usuários desses "pacotes".

- b. Como uma disciplina propriamente dita, motivada tanto pelo mercado profissional atraente como pela necessidade de adequar-se à sociedade informatizada que já ensaia seus primeiros passos.

Interessados : Aqueles que desejam aprender fundamentos sobre linguagens de programação e arquiteturas de computadores.

Enquanto são discutidos aspectos propedêuticos e psicológicos da informática na educação - o que é uma boa prática - preocupa-nos, de sobremaneira, aspectos políticos bem identificados com a questão da não democratização da informática tanto entre países ditos desenvolvidos e os do terceiro mundo como também, e principalmente, entre as extremamente diferentes classes sócio-econômicas de países como o Brasil.

É razoável pensar que a democratização da informática seja facilitada por mecanismos tecnológicos que permitam o compartilhamento de recursos informáticos caros. Assim, mais maturamente poderão ser analisados impactos sociais que estarão por vir, a reboque de uma nova ideologia preconizada na civilização da "terceira onda" (1).

2. OBJETIVO

Uma rede (local) de computadores é um sistema de computação onde a noção de estado global -típica nas arquiteturas "Von Neumann"- é substituída pela noção de estado local, como em todo sistema distribuído.

Uma das maiores motivações para o emprego de uma rede local de computadores [3] é o compartilhamento de recursos caros, tanto de HARDWARE (discos de grande capacidade, impressoras rápidas e de qualidade etc.) quanto de SOFTWARE (banco de dados, programas, facilidades de comunicação etc.). Ampliar ainda mais tal potencialidade de compartilhamento, através do agrupamento de sistemas de computação de diversas redes locais, via a interligação das mesmas, é a função das denominadas interredes.

O trabalho aqui abordado trata da descrição da arquitetura de um sistema de computação distribuído, proposta para um ambiente educacional informatizado, que faz uso da interligação de redes locais de computadores.

Conforme observado em [2], o incremento da demanda no uso de informática na educação, nos aspectos já explicitados no item 1, raramente tem sido acompanhado pelo apropriado incremento no suporte financeiro nas instituições de ensino. Propostas, como a feita neste trabalho, amenizam a questão afeta ao econômico e propiciam, além do serviço pedagógico específico, um ambiente integrado de comunicação podendo transformar-se, assim, numa ferramenta a mais na busca de uma ação pedagógica mais efetiva.

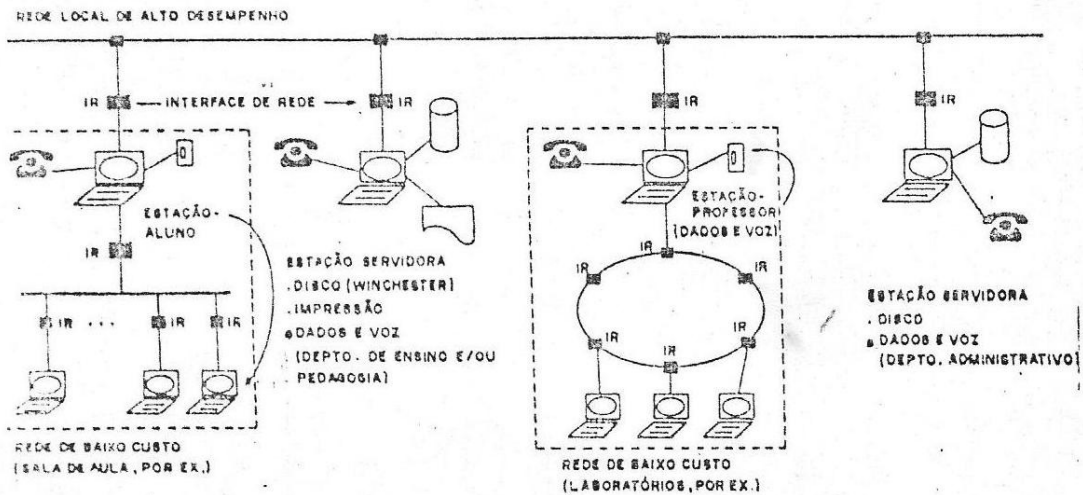


FIGURA 1 - SISTEMA DE COMPUTAÇÃO PROPOSTO

A figura 1 mostra, em linhas gerais, a arquitetura interredes em proposição.

O item seguinte tenta enquadrar as premissas da tecnologia de redes locais de computadores a um ambiente educacional e, por conseguinte, justificar a arquitetura proposta. O item 4 fornece a especificação funcional do sistema, de maneira informal, dando ênfase no tocante a interligação entre as redes de alto e baixo desempenhos. Em seguida, no item 5, é feita a descrição sumária dos componentes básicos do ambiente onde está sendo implementada a versão experimental. Finalmente, considerações são feitas quanto a relevância que a arquitetura proposta poderá desempenhar enquanto sistema de desenvolvimento.

3. ARQUITETURA PROPOSTA : JUSTIFICATIVA

Várias experiências com uso de redes locais em educação tem sido feitas em universidades. Não sendo intenção uma análise detalhada destas, mas apenas "tomar fôlego" na argumentação a seguir, vejamos sumariamente algumas delas, cujos parâmetros possam servir de paradigma.

3.1 AFRECIÇÃO DE REDES LOCAIS JA UTILIZADAS EM EDUCAÇÃO.

3.1.1 O sistema CORVUS Constellation [4]:

O sistema Constellation, introduzido em 1979, era, basicamente, uma rede em estrela que funcionava como um multiplexador. Microcomputadores eram conectados ao nó central via um "flat cable". Uma sequência de "polling" (round-robin) permitia o acesso dos microcomputadores ao sistema de disco (winchester).

A rede local OMNINET [5], também da CORVUS System Corporation, provavelmente a mais popular no início dos anos 80, teve seu desenvolvimento evoluído do sistema Constellation, resultando num tipo de transmissão e acesso ao meio totalmente diferentes.

O sistema Constellation permitia a cada computador conectado...

- a. O compartilhamento de periféricos, tais como disco, impressora etc.
- b. Comunicação com outro computador conectado a rede.
- c. Transferência de arquivos entre computadores, mesmo possuindo estes computadores sistemas operacionais diferentes (via "pipes").

A CORVUS SYSTEMS, INC. oferecia seu sistema, na época, com alguns atrativos pedagógicos (além do tradicional atrativo econômico devido ao compartilhamento). Os principais eram:

- a. O professor podia acessar qualquer arquivo do aluno a qualquer momento, além de poder, a partir de sua estação, monitorar o trabalho em progresso na estação do aluno.
- b. O aluno podia acessar somente seu arquivo -segurança de dados- onde obtinha mensagens ou lições lá colocadas pelo professor.

3.1.2. O sistema ARIADNE [6]

Desenvolvido na McMASTER UNIVERSITY, praticamente na mesma época que o sistema da CURVUS, ARIADNE é um sistema operacional distribuído, para uma rede de microcomputadores [7], destinada a formação de alunos nas seguintes disciplinas:

- a. Introdução ao projeto de computadores.
- b. Arquitetura de sistemas de computação.
- c. Organização de computadores e programação "assembly".

Trata-se, também, de um sistema com a topologia em estrela que utiliza uma linha serial assíncrona e uma política de "polling". Esse sistema satisfaz as atividades de laboratório, onde o estudante pode, por exemplo:

- a. Carregar o "assembler" em sua estação (microcomputador).
- b. Ler uma cópia de seu programa, elaborado e salvo anteriormente.
- c. Montar e executar seu programa.
- d. Modificar, se necessário, o programa fonte com um editor.
- e. Repetir os passos a,b,c,d até ficar satisfeito.
- f. Ao final obter uma listagem submetendo seu programa a impressora controlada pelo nó central.

Uma interessante observação sobre o desempenho desse sistema, e que será posteriormente referenciada, foi feita em uma turma de 40 alunos. Verificou-se, em uma atividade como a descrita acima, que o número de solicitações pendentes raramente excedia a 3 e que o retardo entre uma solicitação de uma tarefa ao servidor (nó central) e a sua completa execução não ultrapassava, em geral, 45 a 60 segundos.

3.1.3. O sistema NANORESEAU [8].

A NANORESEAU, projetada na Universidade de Lille, permitiu a implementação do principal programa educacional francês em 1985: o plano "INFORMATIQUE POR TOUS" [8], através do qual cerca de 160.000 microcomputadores foram alocados às instituições de ensino. Este sistema consiste do compartilhamento de arquivo e impressão de um microcomputador PC-compatível (estação-professor) por microcomputadores de menor porte (estação-aluno). O acesso ao meio, uma barra comum, é CSMA/CD e atividades típicas no sistemas são:

- a. Gravação e recuperação de programas, textos etc., a partir da estação-aluno.
- b. Carregamento de aplicativos (programas-aula) e linguagem de programação nas estações-aluno a partir da estação-professor.
- c. Comunicação entre estações.

3.2 O SISTEMA PROPOSTO NESTE TRABALHO

O sistema distribuído aqui proposto pode melhor ser entendido desmembrando-o em duas abordagens principais:

3.2.1. O uso de redes locais de baixo custo (em salas de aula, laboratórios, biblioteca etc.).

O ambiente pensado destina-se, primariamente, a uma Escola Técnica Industrial onde atividades como as citadas anteriormente nos sistemas da CORVUS, ARIADNE e NANORESEAU são pertinentes, dado a existência, naquela instituição, de um elevado número de disciplinas de informática e considerando-se a intenção de se usar a informática como um recurso didático. Esse plano encontra-se delhado no projeto INFO 2000 (9).

A constatação, no desempenho do sistema ARIADNE, citada anteriormente, corresponde as nossas expectativas, principalmente na utilização do sistema em atividades como EDIÇÃO/COMPILAÇÃO. Mesmo no uso de aplicativos educacionais (matemática, física, etc.) nenhum indicador nos leva a acreditar num tráfego elevado, ocasionando retardos que não sejam suportáveis pelo usuário, no caso, o aluno. Os resultados do sistema NANORESEAU -operativo a mais de 2 anos- avalizam, de certa forma, o acima comentado.

Isso posto, vemos que o desempenho requerido do sistema de comunicação para tais aplicações é baixo. Decidiu-se, portanto, pela utilização de uma rede de baixo custo (baixo desempenho), não só pelos motivos delineados acima, mas também por razões político econômicas não discutidas aqui mas facilmente imagináveis na atual conjuntura educacional brasileira.

3.2.2 A decisão de se utilizar um sistema interredes (fazendo uso de uma rede local de alto desempenho interligando redes locais de baixo desempenho, estações servidoras e outras estações interessantes ao ambiente educacional).

As ações relacionadas no item anterior assumem, agora, uma maior dimensão com a interligação das diversas redes locais. O professor, por exemplo, não necessita transportar mais, fisicamente, seu disquete-aula, uma vez que o arquivo-aula poderá ser "carregado" da estação servidora onde, inclusive, é válido pensar que se, de interesse do departamento de pedagogia da instituição escolar a manutenção e controle desta estação (servidora).

Dentre outros procedimentos que podem ser idealizados para otimizar o uso da arquitetura em pauta, destacam-se :

- a. O acesso (autorizado) de professores a bancos de questões para elaboração de provas, a partir de suas salas de trabalho .
- b. Comunicação interativa, a partir de lugares diversos (portaria, sala de professores, corredores, etc.), permitindo o acesso a informações de interesse geral ou a base de senhas.
- c. Serviços de correio eletrônico.

Estudos de análise de desempenho de redes locais interligadas, realizados em [10], demonstraram que para uma rede local isolada, que utiliza passagem de permissão como protocolo de acesso ao meio, o tempo de retardo de um "pacote" aumenta não linearmente com o número de estações. Além disso, nas aplicações típicas de redes, existem agrupamentos naturais onde é maior a probabilidade de um tráfego sazonal e localizado. A conclusão é que, em certos casos, um conjunto de redes interligadas pode apresentar um desempenho maior que o de uma única rede ligando todas as estações. Estas conclusões acima, apesar de serem para redes "passagem de permissão", nos permitem projetá-las ao sistema proposto aqui, visto que os usuários das redes de baixo desempenho, localizadas nas salas de aula, laboratórios etc., numa primeira instância, farão uso eventual da comunicação interrede, salvo a estação-professor que necessitará desta atividade com maior frequência. Este fato reforça nossa decisão no sentido de uma arquitetura interredes.

Um exemplo de sistema distribuído interredes, que também tem aplicações em educação, é o existente na "School of Information Science, Portsmouth Polytecnic", mostrado na figura 2. Ele utiliza a "Cambridge Ring" como rede local de alto desempenho, na qual se encontram conectadas minicomputadores, servidor de comunicação e redes de baixo custo. Esta filosofia de sistema parece-nos a solução mais adequada para o ambiente em questão.

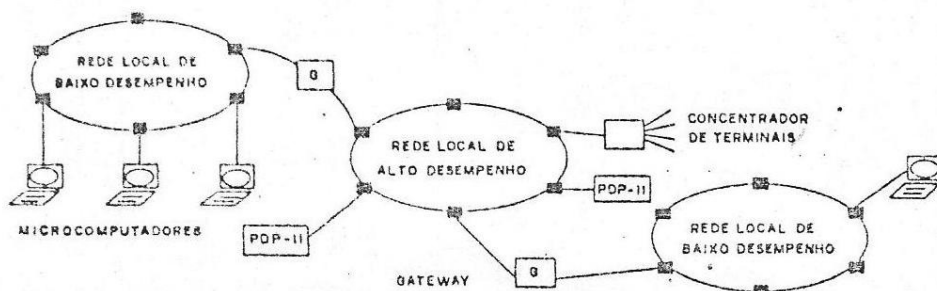


FIGURA 2

Pode-se imaginar, também, em nosso sistema, a integração de dados e voz em todos os pontos de acesso da rede de alto desempenho que espera-se espalhada no ambiente educacional, seja ele uma Escola, um Campus, etc.

Em se tratando da rede de baixo desempenho no sistema em questão, a tecnologia das mesmas não permite a integração de serviços de voz e dados - "voz" exige tratamento em tempo real-. Isso não se constituirá um problema em nosso sistema, pois, dada a proximidade física das estações nessas redes (sala de aula, laboratório etc.) o serviço pode ser deixado apenas na estação do professor. Como descrito no item 4, essa estação está conectada diretamente na rede de alto desempenho.

É interessante observar a riqueza funcional conseguida pelas aplicações de voz e dados integrados em um ambiente em que a comunicação entre as pessoas é intensa e fundamental, como o é numa instituição de ensino.

4. ARQUITETURA PROPOSTA : ESPECIFICAÇÃO FUNCIONAL

Um exemplo de arquitetura proposta pode ser vista na figura 1. Nela a estação-professor tem como funções :

- a. A interligação interredes (passarela).
- b. O papel de servidor de arquivo local para a rede de baixo custo (desempenho).
- c. Estação usuária de voz e dados na rede de alto desempenho e fonte de dados na rede de baixo custo.

Para tanto deverá, a estação-professor, ser multitarefa com algum hardware especializado para a ligação interrede e tratamento de voz, se desejado.

A estação-aluno além de poder realizar as tarefas já citadas nos sistemas da CORVUS, ADIADNE e NANORESEAU, poderá fazer uso da interrede, embora com certas limitações. Prioritariamente a estação-aluno fará uso de servidores localizados na estação-professor, o que contribuirá para a minoração do tráfego interrede. No entanto, através de primitivas "carregadas" a partir da estação-professor, a estação-aluno poderá acessar a estação servidora remota, enviar/receber mensagens a/des outras estações localizadas em outras redes (o que pode ser usado em alguma atividade inter-classe) etc..

Em consequência, é necessário que as estações-aluno tenham residentes, primitivas de acesso à estação-professor, já que as mesmas não dispõem, na versão inicial do projeto, de discos locais.

5. VERSÃO EXPERIMENTAL

A figura 3 apresenta o ambiente onde vem sendo implementada a versão experimental. É importante mencionar que este é apenas um exemplo de implementação da arquitetura proposta. Outras implementações deverão ser viabilizadas a partir deste estudo experimental. Destas implementações ganham principal interesse aquelas utilizando redes locais comerciais.

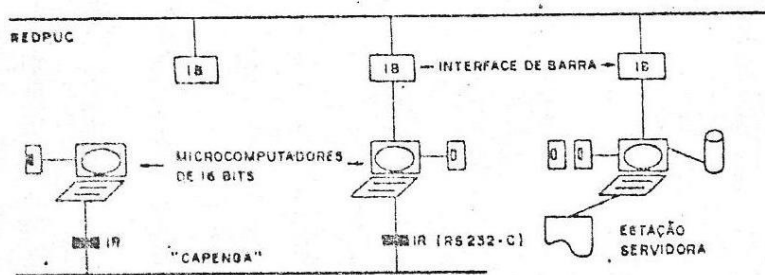


FIGURA 3

5.1 REDPUC [3]

Apesar de ter sido uma das primeiras redes brasileiras, a REDPUC é, ainda, a rede local nacional que oferece maior desempenho.

A REDPUC possui uma topologia em barra comum utilizando um protocolo de acesso ao meio por passagem de permissão, a uma taxa de transmissão de 10 Mhps num cabo coaxial. Além de endereçamento módulo a módulo, ela permite o endereçamento de grupo (indispensável ao tipo de protocolo interredes descrito a seguir), global e modo "espiao" [12]. Os servidores atualmente disponíveis na REDPUC são: Arquivo, impressão, passarela X-25.

A REDPUC torna-se, também, especialmente interessante por ser, no momento, a única rede local brasileira a oferecer serviços de voz e dados integrados [11] [13].

Todo o "software" aplicativo desenvolvido para as estações servidoras "roda" em cima de um núcleo de multiprogramação [14], desenvolvido pelo grupo de redes de computadores da PUC/RJ, para um microcomputador de 16 bits.

O Serviço de Compartilhamento de Recursos (SCR) [15], instalado na estação servidora, é o responsável pelo gerenciamento dos servidores. Este parte do princípio de que cada estação de trabalho conterá seu próprio sistema operacional e que os recursos da estação servidora serão gerenciados localmente entre as várias estações de trabalho de forma concorrente.

5.2 Rede "Capenga" [16]

A rede "Capenga" é uma rede local de baixo desempenho que utiliza o CSMA/CD como protocolo de acesso ao meio, permitindo uma transmissão a 1200 bps num cabo coaxial.

Esta rede foi implementada como trabalho final do curso de REDES LOCAIS da PUC/RJ, para a ligação de microcomputadores de 16 bits.

5.3 Protocolo Interredes [17]

Para a comunicação interredes, cada estação é responsável pela realização do protocolo interredes.

Este protocolo fornece aos níveis superiores um serviço de datagrama não confiável num esquema de endereçamento hierárquico, com possibilidade de difusão a nível de interredes. O roteamento é possível pelas estações e passarelas ou só pela passarela.

No caso particular de nossa implementação as estações-aluno não realizam o roteamento, de forma a permitir estações de menor custo (menor capacidade de processamento). A comunicação intra-rede é permitida sem o uso desse protocolo.

6. COMENTARIOS FINAIS

A implementação da arquitetura aqui proposta já se encontra na fase final de sua primeira etapa experimental, a qual consiste da utilização do servidor de discos [15] (localizado em uma estação conectada a REDPUC), a partir de outra estação (localizada na REDE CAPENGA), utilizando primitivas disponíveis pelo protocolo interredes.

E oportuno dizer da importância do projeto como um todo, visto que a arquitetura descrita pretende servir como um sistema de desenvolvimento nos cursos de Informática Industrial da Escola Técnica Federal do Ceará (ETFCE) e de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará (UFC), além de ter motivado a criação de um grupo de estudos de Redes de Computadores com profissionais das duas instituições citadas.

Atualmente o referido grupo já dispõe de 3 interfaces da REDPUC, cuja tecnologia foi cedida pela PUC/RJ e EMBRATEL, tendo sido financiada pela Fundação Núcleo de Tecnologia do Estado do Ceará (NITEC).

Espera-se que propostas como a feita neste trabalho possam colaborar com projetos governamentais de Informática em Educação, como o EDUCON cujas experiências em larga escala começam a dar bons resultados [18].

REFERENCIAS

- [1] TOFLIER, A. A terceira onda. Record, Rio de Janeiro, 1985.
- [2] PRATT, S.J. Distributed Computer : Considerations for its use within education environments. Comput. Educ. Vpl. 9, No. 4, pp. 197-204, 1985.
- [3] SOARES, L.F.G. Redes Locais. Campus, Rio de Janeiro, 1987.
- [4] CONNELL, C.C. Network system for schools.
- [5] EISENHARD, B. Omninét : A low cost csma network for microcomputers. IEEE, 1982. Education microcomputer network. ACM, 1980.
- [6] SOLNTSEFF, N. Artemis - An operation system for OSI microcomputers. ACM, 1981.
- [7] SOLNTSEFF, N. A distributed operation system for an education microcomputers network. ACM, 1980.
- [8] MISSION AUX TECHNOLOGIES NOUVELLES. Informatique pour Tous. Ministeré de L'Education Nationale, 1985.
- [9] OLIVEIRA, A.M.B.; GURGEL, M. Projeto Info 2000. Anais do 11 Seminário de Informática da Amazônia, 1986.
- [10] LEITE, L.L.P.; MENASCE, D.A. Avaliando o desempenho de redes interligadas. IV Congresso, SBC, Vol. 1, pp. 21-27, 1984.
- [11] MASSARANI, L.C.; SOARES, L.F.G. Interface de voz para integração de serviços em uma rede local. Anais do XVIII Congresso Nacional de Informática, vol. 2, São Paulo, Set. 1985.
- [12] IERUSALIMSKY, R. Interface de barra microprogramada para a rede local REDPUC. Tese de mestrado, Departamento de Informática, PUC/RJ, Dezembro de 1985.
- [13] VIEIRA, M.F. Concentrador de telefones para uma rede local com serviços integrados. Tese de mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica, PUC/RJ, Setembro de 1986.
- [14] De SPIRITO, F.A.Z. Um ambiente para implementação de serviços em uma rede local de computadores. Tese de mestrado, Departamento de Informática, PUC/RJ, Julho de 1984.
- [15] OLIVEIRA, F.J.; SCHNABE, D.; VIEIRA, E.A.P. Como estender o seu ambiente de computação atual usando uma rede local. Anais do XVII Congresso Nacional de Informática - SUCESSO Rio de Janeiro, 1984.
- [16] SILVA, R.F.; ROCHA, C.A.; ALVES JR., O.C.; RIBEIRO, H.R. DOCUMENTAÇÃO DA Rede "capenga" - Trabalho de curso, Departamento de eng. Elétrica, PUC/RJ, 1987.
- [17] MENASCE, D.A. Especificação de um protocolo para interligação de redes locais. Anais do XI Seminário Integrado de Software e Hardware, vicosá - M.G. Julho de 1984.
- [18] BRITO, M.R. Na pista de novos caminhos. Revista INFO, num. 50, março/86, pag. 23.