

## A Implementação do Modelo OSI na UFRGS

Maria Janilce Almeida Wilkens

Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Porto Alegre - RS

O trabalho descreve as atividades de pesquisa que vem sendo desenvolvidas na UFRGS-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo grupo de pesquisa Comunicação de Dados, bem como os resultados alcançados até o momento.

O trabalho está voltado à implementação dos serviços e protocolos definidos no modelo de referência OSI da ISO, com ênfase inicial nos níveis de transporte, sessão e aplicação, sendo este último mais especificamente orientado aos padrões para Sistemas de Mensagens, Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos (FTAM) e de Jobs (JTH) e Gerenciamento de Redes de Computadores.

### 1. Introdução

Com o objetivo de estudar, implementar e validar as proposições contidas do modelo OSI da ISO para interconexão de sistemas heterogêneos, foi iniciado na UFRGS, um projeto denominado REDURGS - Rede da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este projeto foi viabilizado graças ao apoio da FINEP e recebeu também algum suporte de outras fontes (CNPq, CETUS, SID TELECON, DIGITEL, ITAUTEC, ABC Dados, SAGA e FAPERGS).

Neste projeto foram estudados e implementados alguns protocolos e serviços padronizados pelo modelo OSI. Pretendeu-se com este trabalho atingir algumas metas que são: estudar as proposições constantes no modelo OSI visando utilizá-la como base para a arquitetura de rede da Universidade; selecionar dentre o conjunto de serviços e características opcionais inerentes ao modelo OSI, as mais adequadas ao contexto brasileiro e em especial ao da Universidade; projetar e implementar nos equipamentos disponíveis na Universidade, as funcionalidades necessárias para sua interconexão, segundo a arquitetura OSI ); definir e implementar um mecanismo de gerência, capaz de operar no contexto da Universidade; definir, especificar e implementar os serviços a serem oferecidos aos usuários.

O projeto foi desenvolvido visando inicialmente interconectar os microcomputadores da Universidade (PC entre si (mediante o uso de redes locais) e ao sistema de grande porte existente (A10 da Unisys). Posteriormente, outros equipamentos serão também integrados (C1400 e Mx-850). A interconexão dos equipamentos da Universidade entre si e com outras instituições poderá ser feita através de linhas locais ou de longa distância, via RENPAC - Rede Nacional de Comutação de Pacotes e também através das Redes Locais. O software foi desenvolvido usando as linguagens C (nos microcomputadores) e DC-Algol para o sistema de grande porte, A10. Para análise e descrição dos protocolos foram estudadas várias técnicas de descrição formal como diagramas de transição de estado, ESTELLE, LOTUS, SDL e ASN.1. Estão sendo usadas atualmente, diagramas de transição de estado, SDL e ASN.1.

A utilização das técnicas de Descrição Formal tem auxiliado de forma decisiva à solução do problema da especificação dos protocolos, facilitando também a implementação, o teste e principalmente a verificação de conformidade da implementação com a especificação.

A ASN.1 - Abstract Syntax Notation One, propicia mecanismos eficientes para a descrição das estruturas de dados utilizadas pelos protocolos e serviços. O Grupo de Comunicação de Dados da Universidade vem adotando a ASN.1 na definição e estruturação dos protocolos, diminuindo as dificuldades com a forma de descrição, a ambiguidade de interpretações, a visualização das estruturas de dados e a correção e implementação destes protocolos. O entendimento das normas da ISO. A ASN.1 permite especificar tipos de dados simples e complexos, bem como os valores que tais tipos podem assumir. Esta notação tem sido amplamente usada na implementação e documentação dos serviços e protocolos desenvolvidos no projeto.

## 2. Resultados alcançados

Alguns dos desenvolvimentos do projeto REDURGS atingiram o estágio de protótipo estando sendo usados em laboratório com vistas a determinar as otimizações e expansões que possivelmente requerem. Outros estão sendo transferidos para indústrias que pretendam queimar etapas na implantação de serviços e protocolos OSI, começando do ponto em que se encontram os protótipos e dando continuidade ao seu desenvolvimento de forma mais específica e orientada a sua linha de produtos. Outros resultados começam a ser usados na UFRGS no corrente ano e uma parcela ainda está em fase de especificação. A seguir serão descritos alguns aspectos deste trabalho. Maior grau de detalhamento poderá ser encontrado na bibliografia relacionada ao final.

### 2.1 O Sistema de Mensagens X.400

Os primeiros resultados do projeto REDURGS vieram com a implementação de um Sistema de Mensagens desenvolvido e implementado baseado nas recomendações X.400 do CCITT (8). A escolha des-

ta aplicação para ser implementada sob a Rede da Universidade foi influenciada pelo desejo de se conhecer, estudar e implantar as reconexões da série X.400 e pelo grau de utilização desta aplicação em nosso ambiente. O atual ambiente da Universidade é caracterizado por uma grande diversidade de equipamentos. Estes equipamentos foram interligados inicialmente por uma rede local CETUS e, neste contexto foi implementado um Sistema de Mensagens para proporcionar a interligação de professores, alunos e funcionários.

A implementação abrange de forma totalmente padronizada os níveis 6 e 7 da ISO (4). A implementação possibilita o intercâmbio de mensagens entre os usuários de uma Rede Local através da interação dos Agentes de Usuário - AU e o Agente de Transferência de Mensagens - ATM. Este último é responsável pelo direcionamento das mensagens do ponto de origem a um ou mais pontos de destino, envolvendo todas as funções de armazenamento, endereçamento, roteamento e gerenciamento das operações de submissão e entrega.

O Sistema de Diretório integrado a este Sistema de Mensagens segue o modelo de diretórios CCITT/ISO, onde o usuário utiliza o Agente de Usuário que por sua vez é cliente do Agente de Diretório do Usuário, que interagindo com o Agente de Sistema de Diretório residente no Agente de Transferência de Mensagens, efetua a identificação e endereçamento dos usuários (10). O Sistema possibilita a utilização de dois tipos de entidades, como destinatário de uma mensagem: destinatário(s) único(s) e a(s) Lista(s) de Distribuição (endereçamento múltiplo).

Nesta implementação foram incluídos os serviços definidos como básicos pela X.400 além de alguns opcionais. Os serviços que podem ser selecionados pelos usuários são: identificação da mensagem; notificação de não entrega; tipo de codificação permitida; tipo original de codificação; indicação de conversão; data de submissão; data da entrega; controle de acesso; indicação do tipo de conteúdo; indicação de mensagem interpessoal; tipo do corpo da mensagem; revelação dos destinatários; classe de entrega; entrega a vários destinatários; mensagem encaminhada; proibição de notificação de não entrega e indicação de impossibilidade de recebimento.

No projeto foram implementados os protocolos do nível de Aplicação, P2 e P3. Os níveis de Transporte e Sessão proporcionam conexões confiáveis para a troca de mensagens e os níveis de Rede, Enlace e Físico foram providos pelas rotinas do fornecedor da Rede Local (rede CETUS) na qual foi desenvolvido o sistema, como ilustra a figura 1.

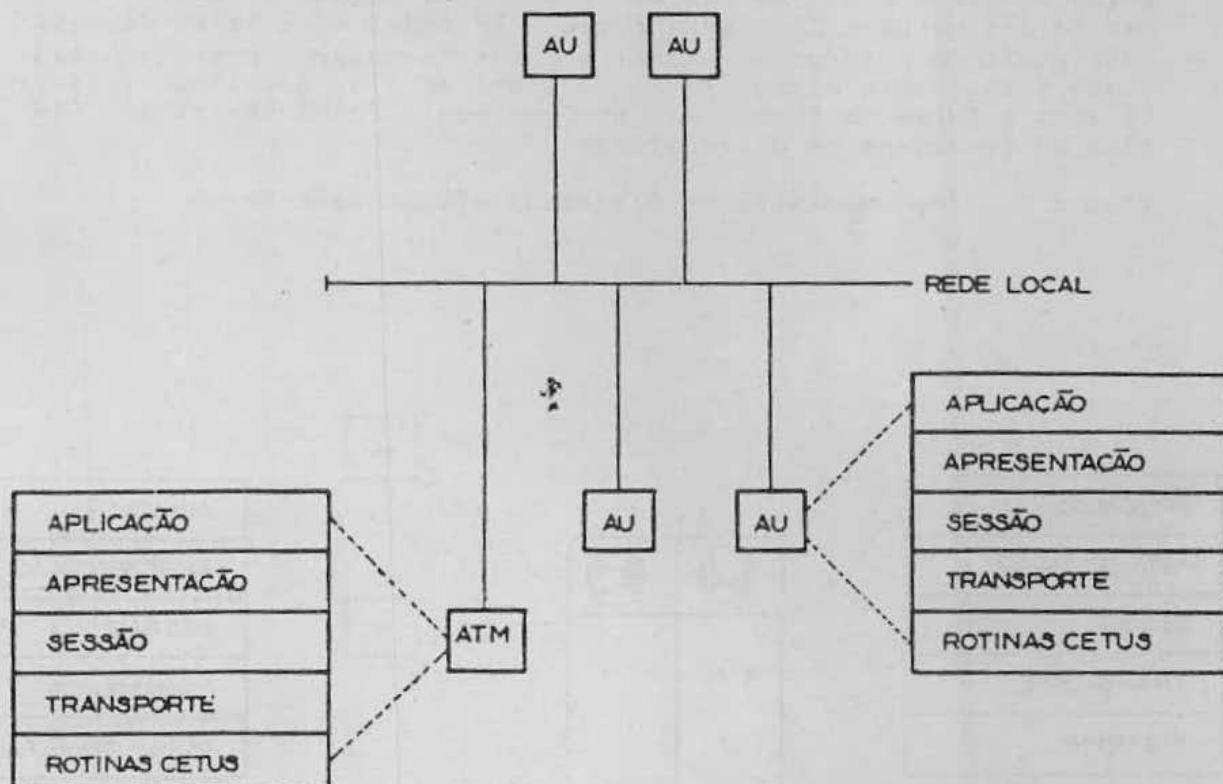


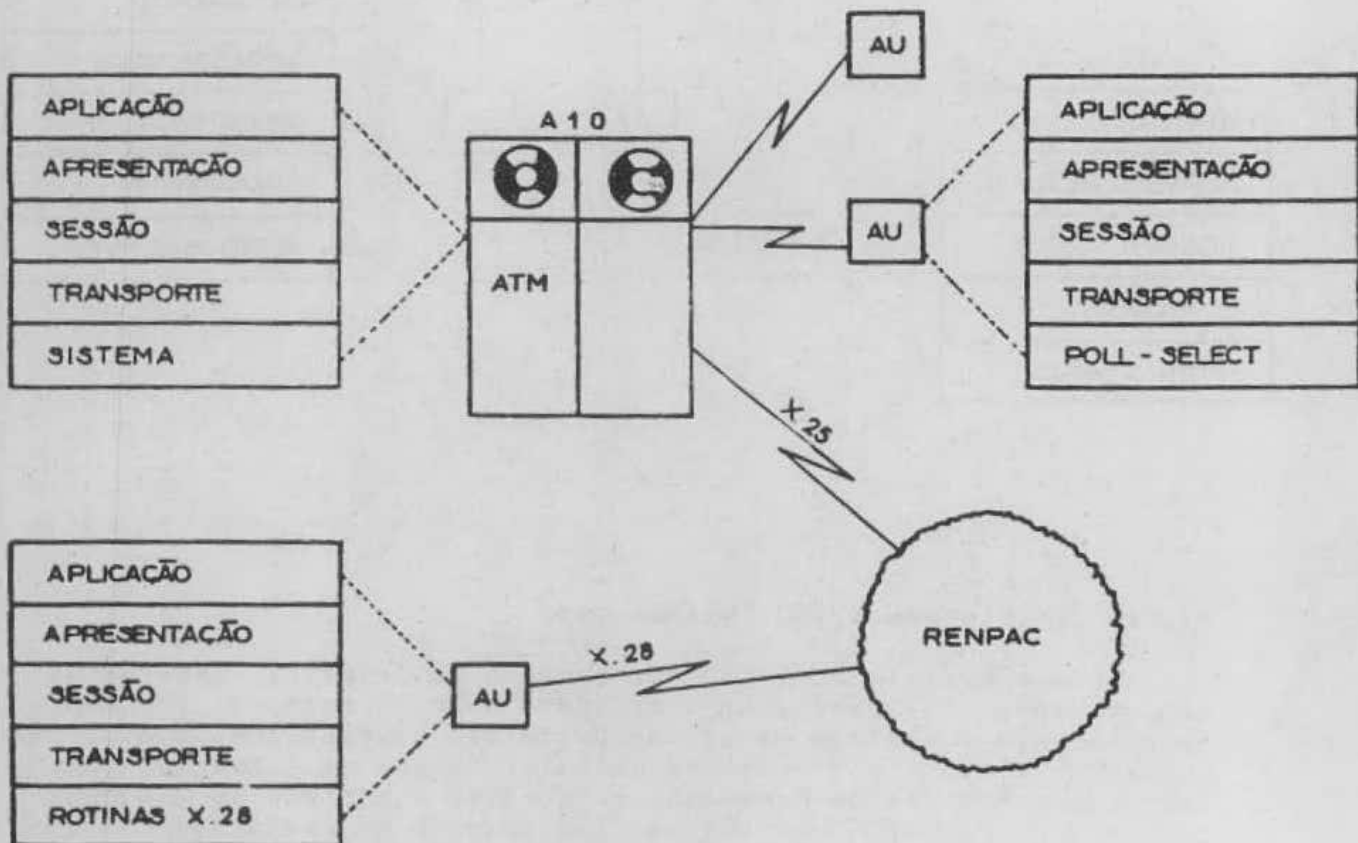
Figura 1 - Sistema X.400 Implementado

Após o teste e operação com sucesso da primeira implementação (versão 0), passou-se à expansão do seu escopo, transportando-o para o sistema de grande porte da Universidade, o A10 da Unisys. Isto visou: atender um maior número de usuários pelo serviço de Sistema de Mensagens e integrar o Sistema de Comunicação interno da UFRGS com outras instituições de Pesquisas Nacionais e Internacionais através de uma ligação X.25, que tornou-se operacional neste equipamento.

A linguagem de desenvolvimento no A10 é o DC-Algol. Na interconexão dos microcomputadores com o A10 foram implementados, além do nível de Aplicação, também os níveis de Sessão e Transporte. Os níveis inferiores são providos pelo software de comunicação do próprio A10. Os AUs permanecem nos PCs nos quais foram implementados níveis de Sessão e Transporte compatíveis com os do A-10. Nos níveis inferiores foi usado o protocolo Poll-Select da Unisys para a comunicação com o A10.

A interconexão de AUs fisicamente remotos a universidade é permitida, como ilustra a figura 2, através da RENPAC, onde o microcomputador, utilizando uma ligação X.28 de qualquer ponto do país, acessa o A10, via RENPAC. O A10 está ligado à RENPAC através de uma porta X.25. Desta forma o AU rodando em um PC de qualquer ponto do país pode receber e enviar mensagens como se estivesse fisicamente ligado de forma local ao ATM. Ampliando e facilitando a forma de acesso dos professores e funcionários ao Sistema de Mensagens da Universidade.

Figura 2 - Implementação do Sistema X.400 no Main-Frame



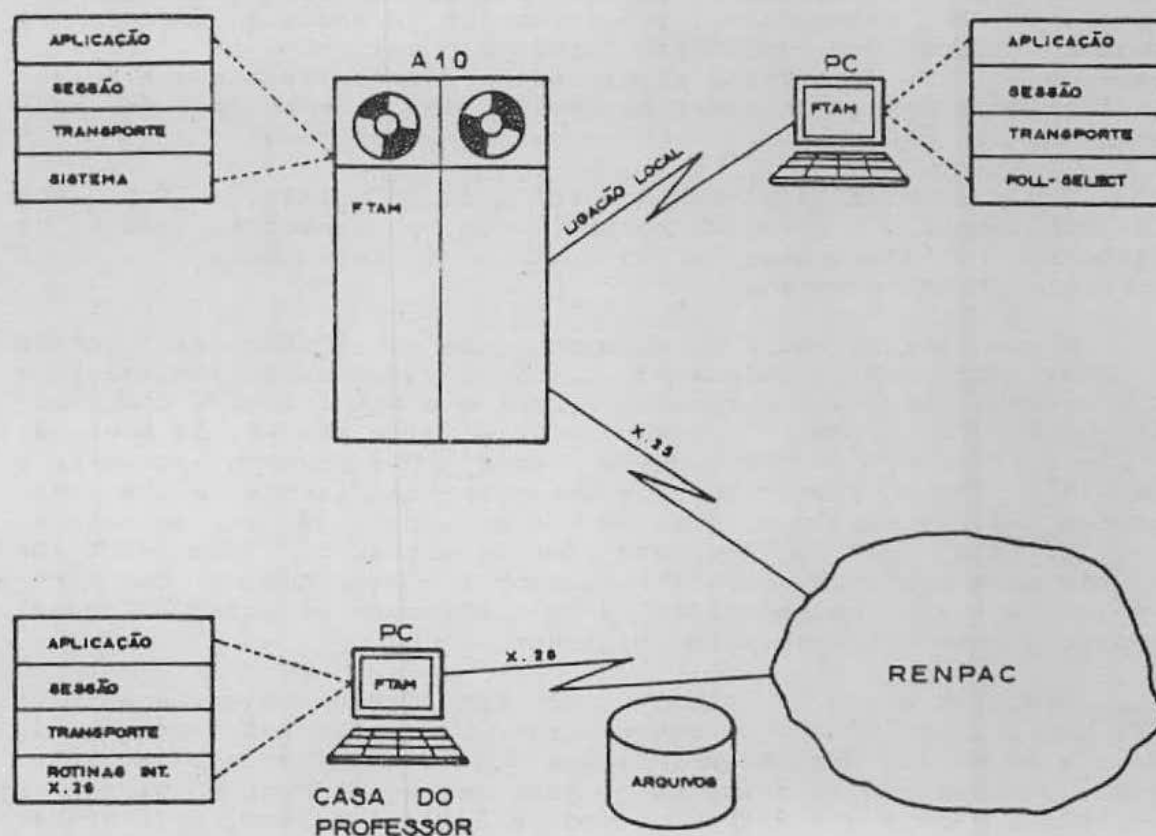


## 2.2 Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos

Outro desenvolvimento do projeto REDURGS visou estudar, e implementar o método de Transferência de Arquivos FTAM-File Transfer, Access and Management. Este serviço está totalmente implementado, sendo utilizado por diversos usuários. O padrão adotado foi proposto pela ISO e descrito nas normas 8571, 8572, 8573 e 8574.

O serviço FTAM foi implementado na UFRGS com o objetivo de permitir transferência e acesso à arquivos entre o mainframe e microcomputadores da linha PC. Hoje os usuários do serviço, que podem estar espalhados pela Universidade, com um PC, podem transferir arquivos via linha privativa, quando estão dentro da Universidade ou via X.28, acessando o A10 através da RENPAC, quando estão fora da universidade ou seja, em qualquer ponto do país. A figura 3 ilustra a implementação.

Figura 3 - A Implementação do FTAM



A implementação foi desenvolvida segundo a filosofia OSI, isto é, em níveis. A seguir são descritos alguns detalhes da implementação realizada.

Foram implementados três níveis do modelo OSI. Transporte, Sessão e Aplicação (FTAM). O nível de transporte foi implementado de forma restrita para assegurar a transferência confiável de TSDUs - Transport Service Data Units. Na implementação, para uso interno, não estão sendo usados os serviços do nível 3, sendo as conexões ponto a ponto ou multiponto com o A10, através do protocolo Poll-Select. Para uso externo foram utilizados o software e a placa de comunicação da UNISYS que provê a ligação X.25 pelo lado do A10 e pelo PC foram desenvolvidas interfaces para o acesso X.28 serviço 2000. A função básica do nível de Transporte implementado é assegurar que erros não sinalizados sejam detectados. Os TPDU's são numerados e confirmados um a um (trabalha-se com janela de tamanho 1).

Outro nível implementado foi o de Sessão. O nível de Sessão tem como objetivo fornecer os meios necessários para organizar a sinalização e o dialogo entre os sistemas. Atende pedidos de estabelecimento de conexão, transferência de dados e término de conexão, recebidos do nível superior, enviando os SSPDUs - Session Service Data Units apropriados. Foi implementada a unidade funcional Kernel do nível de Sessão, com a capacidade de segmentação dos SSDUs.

O último nível implementado foi o de Aplicação, o FTAM. Não foi implementado o nível de Apresentação, pois nenhuma seleção de contexto ou transformação de sintaxe é necessária no atual ambiente da Universidade.

A comunicação entre as duas máquinas via FTAM dá-se através de duas entidades: o iniciador, que na implementação realizada é o microcomputador e o respondedor, que é o mainframe. A comunicação entre o Iniciador e o Respondedor é feita através do envio de FPDUs - FTAM Protocol Data Units. Estas FPDUs possuem parâmetros que identificam os serviços que devem ser realizados ou que respondem a esses serviços. Através dos serviços podem ser selecionados, criados, abertos, fechados, desselecionados, lidos, escritos e enviados arquivos entre o iniciador e o respondedor ou vice-versa. Em nossa implementação, a iniciativa de conectar e desconectar é sempre tomada pelo iniciador, o PC.

O software que implementa o serviço FTAM no microcomputador foi escrito em "C". No microcomputador o sistema foi desenvolvido em quatro níveis distintos ( figura 3- ). O nível mais baixo interage com rotinas de comunicação para acesso X.28 no PC quando a ligação é remota via RENPAC, quando a ligação é local a interação é feita segundo o protocolo Poll-Select. Os demais níveis são Transporte, Sessão e FTAM, já comentados.

### 2.3 MAP-Manufaturing Automation Protocol

Outro trabalho desenvolvido dentro do projeto REDURGS, foi o estudo, a especificação, desenvolvimento e implementação de uma versão simplificada de Rede MAP - Manufacturing Automation Protocol, a rede Mini-MAP, que está sendo incorporada as novas versões do protocolo MAP (3). A Rede Mini-MAP satisfaz os requisitos da comunicação de dados para pequenas redes, no ambiente industrial, tanto em termos de confiabilidade como de performance nas aplicações de controle em tempo-real, típicas das células de produção. O trabalho envolveu as seguintes atividades:

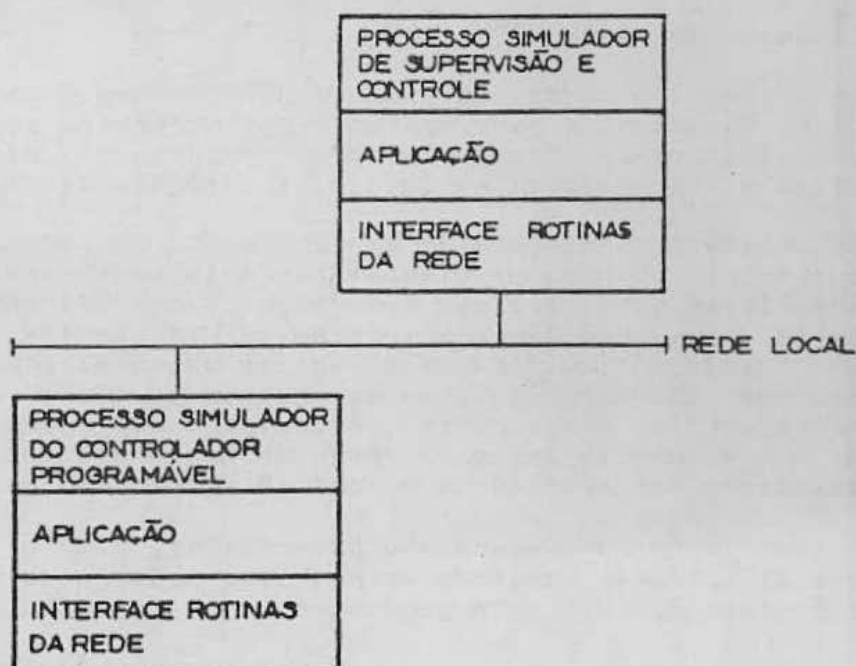
- Sintetização dos conhecimentos disponíveis nas áreas de automação industrial, comunicação de dados e a situação da indústria nacional, especificamente na área de Comunicação de Dados no ambiente industrial.

- Validação das hipóteses de confiabilidade e performance da Rede Mini-MAP, implementada em uma Rede com microcomputadores.

- Desenvolvimento e implementação do nível de Aplicação proposto pelo protocolo MAP, norma BIA RS-511, voltado às reais e atuais necessidades do ambiente industrial nacional.

O trabalho foi implementado em linguagem C em microcomputadores de 18 bits, interligados via rede local CETUS (figura 4). Foram implementados: O Processo Simulador de Supervisão e Controle, o Processo Simulador do Controlador Programável, o nível de Aplicação e rotinas de interface para a Rede CETUS. Os níveis 3,4 e 5 não foram desenvolvidos dentro deste trabalho, podendo ser utilizado os já desenvolvidos na universidade, descritos anteriormente.

Figura 4 - Implementação Mini-MAP





## 2.4 Serviço de Submissão Remota de Tarefas

Um quarto trabalho sendo desenvolvido, é o estudo e especificação de um protocolo básico para o Serviço de Submissão Remota de Tarefas - SRT (1), pertencente ao nível de Aplicação do modelo OSI, que está sendo padronizado pela ISO com a denominação JTM - Job Transfer and Manipulation.

O serviço SRT, permite a um usuário da rede submeter uma tarefa à um equipamento remoto. Os serviços remotos especificados são os de submissão, processamento, monitoração e manipulação de tarefas. O objetivo destes serviços é o de facilitar o processamento distribuído de tarefas em sistemas abertos.

Este serviço trata das seguintes operações: troca de dados relativos às tarefas a serem executadas, informações de controle necessárias para a execução das tarefas e atividades de supervisão às tarefas em execução.

O objetivo deste trabalho é o de fornecer mais um serviço aos usuários da Universidade e, também, como os outros desenvolvimentos, obter experiência na especificação e implementação de protocolos padronizados.

Preve-se, no futuro, grande utilização, deste serviço no ambiente universitário, pois o uso de equipamentos remotos, para execução de tarefas, em outras universidades ou mesmo em empresas e indústrias viabilizariam pesquisas hoje não realizadas em nossa universidade pela falta de um determinado equipamento ou software. Da mesma forma, passaríamos a ter uma maior utilização dos sistemas existentes, dentro da própria universidade, muitas vezes, hoje, isolados sendo sub-utilizados, atingíveis somente por um grupo pequeno de pesquisadores.

## 2.5 Gerenciamento de redes

O quinto trabalho dentro do projeto REDURGS tem como objetivo desenvolver ferramentas para apoiar o gerenciamento da rede da Universidade. Está sendo desenvolvido um conjunto de mecanismos para facilitar e automatizar, no futuro, a gerência desta rede.

As abordagens tradicionais de gerenciamento de rede implicam em coletar e tabular dados, para serem posteriormente analisados, pelos especialistas da rede. Tais abordagens, cada vez são menos adequadas pelo volume dos dados que devem ser analisados; em prazos exigüos, e pela dificuldade de encontrar especialistas em número suficiente, com adequado grau de especialização e experiência. Em contrapartida, a crescente complexidade das redes, tornou importante que as mesmas sejam gerenciadas cuidadosamente, com vistas a assegurar sua eficiência e confiabilidade de operação.

Para isso novas abordagens são necessárias, como o uso da Inteligência Artificial, buscando automatizar a Gerência de Rede. Dentro do Projeto REDURGS está sendo desenvolvido o trabalho de

especificar e implementar um Sistema Especialista orientado à Gerência de Rede que atuará inicialmente, sobre a Rede de Teleprocessamento da própria UFRGS (8).

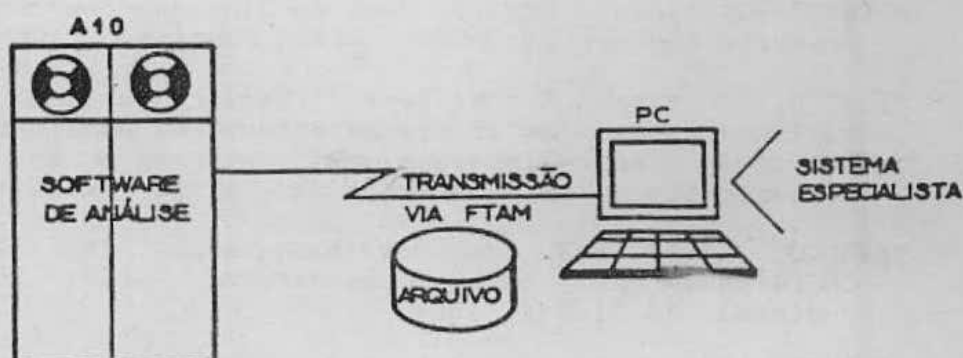
O uso de Inteligência Artificial implica na utilização de um conjunto de metodologias de programação mais focalizada nas técnicas usadas para resolver problemas do que em algoritmos. Isto prevê uma nova maneira de atacar problemas que anteriormente não eram considerados como passíveis de solução, por máquinas. As técnicas empregadas usam conhecimento declarativo e regras de inferência, usando tal conhecimento na solução de um problema.

Em nosso projeto os dados sensorizados e observados são enviados para um microcomputador no qual será executado o Sistema Especialista (figura 5). Este Sistema Especialista proverá recomendações ao gerente da rede quanto a alterações e consertos que levem a uma maior eficiência a operação da mesma.

Atualmente estão sendo utilizando os dados resultantes da monitoração interna, efetivada pelo software disponível no A10. Os dados monitorados são transmitidos para o PC, através do FTAM (descrito anteriormente), figura 5, onde são processados. Isto implica em depuração (discriminar dados concernentes a problemas que mereçam atenção do administrador da rede e oriar as regras que definirão as inferências as serem realizadas e as recomendações a serem apresentadas.

Um protótipo está sendo implementado, com poucas regras. Gradativamente ele será ampliado até alcançar um estágio operacional e um escopo mais genérico a fim de poder ser usado também numa rede OSI.

Figura 5 - Sistema Especialista em Desenvolvimento.



### 3. Conclusões

Os estudos, especificações e implementações descritas neste trabalho foram totalmente fundamentados em padrões internacionais baseados na arquitetura OSI. O modelo OSI é complexo e julgou-se que somente mediante a implementação de protótipos e sistemas experimentais, baseados neste padrão, se teria condições de avaliar com melhor discernimento as características essenciais e facultativas descritas em seus níveis e serviços. A partir do uso destes protótipos, também está sendo buscada a realimentação necessária para o conhecimento profundo do comportamento destes padrões.

Outro objetivo na utilização das normas e padrões internacionais é o de promover a criação de recursos humanos capacitados a repetirem e ampliarem tais experiências em outros contextos. Em alguns casos os protótipos e resultados tem sido transferidos para a indústria nacional, fortalecendo o elo entre a Universidade e a Indústria.

De outra forma, também é objetivo do projeto demonstrar que soluções baseadas em padrões internacionais são viáveis e funcionais, inclusive no ambiente de microcomputadores. Acredita-se que disseminar a filosofia de interconexão de sistemas abertos (segundo o conceito OSI) é essencial para a sua adoção como solução de rede no país e pretende-se contribuir, com as experiências do projeto, para sedimentar e acelerar sua efetiva adoção.

### 4. Referências Bibliográficas

- (1) BEDOM, Adolfo M. Sotelo. Redes de Computadores Acadêmicas e o Serviço de Submissão Remota de Tarefas. In: Simposio Brasileiro de Redes de Computadores, 7, Anais, SBC/UFRGS/LARC, 89
- (2) DOTTI, Fernando Luis. Processamento Cooperativo Usando o Acesso assíncrono à RENPAC. UFRGS, Dezembro 1988.
- (3) ROISENBERG, Mauro . RESACI. Rede de Sistemas Abertos para Controle Industrial. PGCC - UFRGS, Dezembro, 1988.
- (4) TAROUCO, Liane & Wilkens, Maria Janilce. An Implementation: on of Presentation and Applications Services. In: International Conference on Data Communications. IFIP, Standon Sun, 17-19, March, 1988
- (5) TAROUCO, Liane A.R. Network Management. In: Iberian Conference on Data Communications. IFIP, Lisboa, Portugal, 19-21 May, 1987.
- (8) TAROUCO, Liane M.R. et al. Interconexão Micro-mainframe para processamento cooperativo. In: Congresso Nacional de Informática, XX, Anais, SUCESU, 1988.

- (7) TAROUCO, Liane M. R. & Wilkens, Maria Janilce A.. Servidores de arquivos em redes de computadores. In: Jaiio, 17. Anais. Sociedad Operativa e Investigacion In Informatica, Buenos Aires, Argentina, 1988.
- (8) Weissheimer, Cleber Garcia ett alli. Projeto Sereia. In: Simposio Brasileiro de Redes de Computadores, 7 SBRC, Larc, Porto Alegre, RS, 20-22, Março, 1989.
- (9) WILKENS, Maria J.A. Um Sistema de Mensagens Distribuido. PGCC - UFRGS, Junho, 1986.
- (10) WILKENS, Maria J.A. & TAROUCO, Liane. Directorios - Organizaçao e Serviço em Sistemas de Mensagens In: Congresso Nacional de Informática , XX, Anais, SUCESU, 1987.
- (11) WILKENS, Maria Janilce & TAROUCO, Liane A.R. Message System as Communication media among computer processes. In: Message Handling Systems and Distributed Applications. IFIP, Costa Mesa, California, USA, 10-12, Oct, 1988.
- (12) WILKENS, Maria Janilce & TAROUCO, Liane A.R. X 400 : O que, Porque, Quando. In: Convencion Informática Llatica. CIL, 89, Barcelona, Espanha, 13-18 March, 1989.