

4: SBRC

RECIFE - 24 A 26 DE MARÇO 86

UMA IMPLEMENTAÇÃO DE SERVIÇOS DE NÍVEL 6 E 7 NA REDURGS

Autores: Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Maria Janilce Almeida Wilkens

Afiliação: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Sumário:

Este trabalho descreve o estudo e implementação dos níveis de Transporte e Aplicação do modelo OSI da ISO dentro do projeto de uma Rede Local para a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A aplicação implementada foi um Sistema de Mensagens, padrão definido pelo CCITT, denominado série X.400, tendo como ambiente de desenvolvimento microcomputadores e a Linguagem C.

1. INTRODUÇÃO

O projeto REDURGS visa a definição e implementação de uma Rede Local na UFRGS. O projeto foi desenvolvido em fases, de forma paralela. Diversos grupos de pesquisadores participaram do mesmo. Um dos grupos, estudou os aspectos relativos ao projeto dos interfaces com o meio físico /ROC 85/. Outro grupo trabalhou na implementação de mecanismos, a nível de Sistema Operacional, para permitir acesso aos serviços de rede /FRI 85/. Um terceiro grupo se ocupou da definição e implementação de uma aplicação distribuída. Como resultado deste trabalho foi selecionado um Sistema de Mensagens por Computador, com a aplicação mais adequada para operar de forma distribuída na Rede Local. A escolha de um Sistema de Mensagens foi feita, pois este tipo de aplicação é necessária em qualquer ambiente e porque se pretendia estudar, avaliar e conhecer através de uma implementação, as recomendações denominadas série X.400 do CCITT (Comitê Consultivo Internacional de Telegrafia e Telefonia) recentemente aprovado /TAR 85/.

O Sistema de Mensagens projetado e implementado, será descrito neste trabalho, buscando-se apresentar e comentar, desta maneira um exemplo prático de implementação dos serviços correspondentes ao nível 6 e 7 do modelo OSI da ISO.

2. O MODELO OSI DA ISO

O modelo OSI é hoje, sem dúvida, a padronização mais seguida e abrangente que possuímos em protocolos para Rede de Computadores. O objetivo deste padrão é o de proporcionar a interconexão entre sistemas.

No modelo, as funções de comunicação entre os sistemas, são alocadas em níveis organizados hierarquicamente. Entende-se como nível uma subdivisão bem definida do modelo OSI. Um nível usa os serviços do nível imediatamente abaixo, mais as suas próprias funções para criar novos serviços que serão colocados à disposição do nível superior como mostra a figura 1.

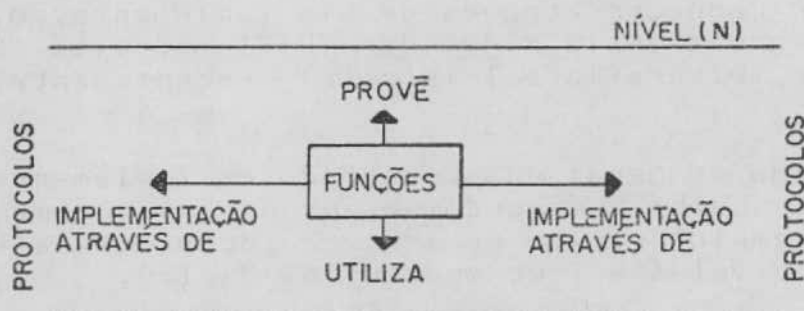


FIGURA: 1

A separação das funções em níveis é realizada buscando-se com isso a redução da complexidade do sistema como um todo. O modelo padronizado apresenta sete níveis:

- Nível de Aplicação;
- Nível de Apresentação;
- Nível de Sessão;
- Nível de Transporte;
- Nível de Rede;
- Nível de Enlace;
- Nível Físico.

Os níveis Físico, Enlace, Rede e Transporte se preocupam em prover os serviços básicos de comunicação e os três níveis superiores, restantes, são responsáveis pelo compartilhamento de recursos.

Um Sistema de Mensagens está localizado no Nível de Aplicação abrangendo também o Nível de Apresentação. O Nível de Apresentação definido no OSI tem como função oferecer ao Nível Superior o serviço de gerenciamento de formatos, possibilitando executar transformações sob os dados. É através do nível de apresentação que as entidades de aplicação podem usar, qualquer sintaxe, que o Nível de Apresentação irá provêr as transformações entre estas sintaxes. Em resumo o Nível de Apresentação diz respeito a sintaxe dos dados, isto é, na sua forma de codificação não se preocupando com a semântica. No Nível de Aplicação do modelo OSI estão localizados os processos responsáveis pelo gerenciamento dos Sistemas Abertos. Este nível provê o controle dos processos de aplicação e também a execução das funções necessárias ao processamento da informação.

Em um Sistema de Mensagens os níveis 1, 2 e 3 são utilizados para o estabelecimento da conexão entre os sistemas. Os níveis de Transporte e Sessão proporcionam conexões confiáveis para a troca de mensagens. A figura 2 ilustra o modelo OSI localizando o Sistema de Mensagens.

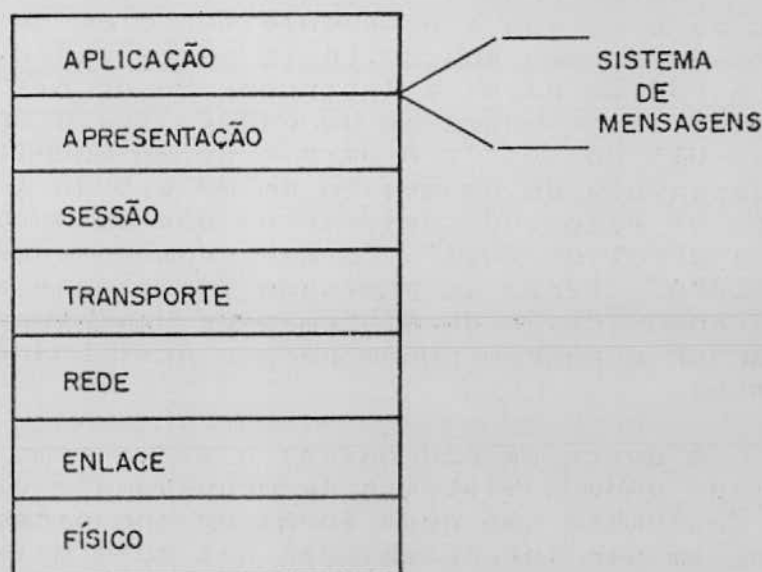


FIGURA: 2

3. SISTEMAS DE MENSAGENS

Um Sistema de Mensagens por Computador permite a comunicação entre entidades, usualmente a pessoas, usando computadores. É por esse motivo que Sistemas de Mensagens constituem-se na principal ferramenta de automatização no ambiente de escritórios, pois a comunicação é a atividade mais frequente e importante das pessoas que atuam neste contexto. Contudo, o processo de comunicação que será apoiado por tais sistemas, não fica restrito ao contexto da empresa. Na prática, embora a maioria das mensagens que fluem num ambiente sejam internas, existe uma parcela delas destinadas ou oriundas de usuários externos ao seu ambiente. Assim, para ter completa utilidade, um Sistema de Mensagens deve ter a possibilidade de prover comunicação também com ambientes externos.

A necessidade de comunicação entre Sistemas de Mensagens e a proliferação cada vez maior dos sistemas e serviços de armazenamento de mensagens por computador gerou a necessidade da padronização. O objetivo da padronização é o de facilitar a troca de mensagens entre os diversos sistemas.

Vários órgãos como a ISO, IFIP, CCITT constituíram comissões para estudo e desenvolvimento de um Sistema Padrão. A ISO através do seu subcomitê 18 pertencente ao comitê 97, desenvolve um padrão para a Interconexão de Sistemas de Mensagens. Outro esforço na busca de um padrão foi desenvolvido no âmbito do Grupo VII do CCITT. A partir de um modelo de Sistemas de Mensagem desenvolvido no âmbito do WG 6.5 da IFIP, foi definido um conjunto de recomendações, aprovadas em outubro de 1984 pela assembleia geral do CCITT. Estas recomendações, conhecidas como "a série X.400", terão um profundo impacto na solução do problema de intercomunicação de Sistemas de Mensagens, porque poderão vir a se tornar o padrão comum para o qual todos os sistemas terão interfaces.

A busca da padronização assim como a importância que está sendo dada a Sistemas de Mensagens é vinculada ao fato de que se deslumbra uma nova forma de comunicação, onde as mensagens possam ser intercambiadas nas suas mais diversas formas como a voz ou com o uso do telex, do fac-símile, etc. Os Sistemas de Mensagens, em resumo, se comportam como uma veia de comunicação onde os usuários, através de diferentes tipos de equipamentos, terão acesso às informações que nela circulam.

4. A SÉRIE X.400

A série X.400 é a primeira padronização à nível de aplicação com aceitação internacional. Ela é formada por um conjunto de oito recomendações que descrevem um Sistema de Mensagens padrão. Os oito normas são:

- X.400, descreve de forma global o modelo de referência;
- X.401, define os elementos de serviço;
- X.408, estabelece as regras de conversão entre telex, TWX, videotexto, voz e fac-símile;
- X.409, estabelece a notação e sintaxe de apresentação das informações;
- X.410, define as operações remotas e o serviço de Transferência de Mensagens;
- X.411, especifica o Nível de Transferência de Mensagens;
- X.420, especifica o Nível do Agente Usuário;
- X.430, especifica o protocolo de acesso para terminais Teletex.

O modelo descrito na série X.400 é formado por um número de componentes, que em cooperação, possibilitam a troca de mensagens entre seus usuários, inclusive entre aqueles que se encontram em sistemas diferentes.

Os principais componentes deste modelo são os Agentes de Usuário (AU) e os Agentes de Transferência de Mensagens (ATM). Os ATMs oferecem os serviços para a transferência das mensagens, formando o Sistema de Transferência de Mensagens (STM), que pode ser comparado, por analogia, ao serviço postal formado pelos seus diversos centros de triagem. A responsabilidade do STM é direcionar a mensagem do ponto de submissão a um ou mais pontos de entrega. Esse direcionamento pode envolver vários ATMs. Por sua vez, os AUs interagem com os seus respectivos usuários com o objetivo de auxiliar na criação, armazenamento e manipulação de mensagens.

A figura 3 ilustra uma visão funcional do sistema de mensagens. Observa-se, na figura, que cada usuário possui o seu AU de forma dedicada. O AU auxilia o usuário a criar e enviar uma mensagem a outros usuários, também clientes do sistema. Para o envio efetivo da mensagem, o AU entrega a "carta eletrônica" ao Sistema de Transferência de Mensagens, que através dos seus ATMs direciona a mesma até o AU destinatário. O usuário destinatário, quando acessar o sistema, poderá ler a mensagem assim que o seu respectivo AU notificá-lo do recebimento desta. A iniciativa de estabelecimento de conexão sempre deverá partir do usuário.

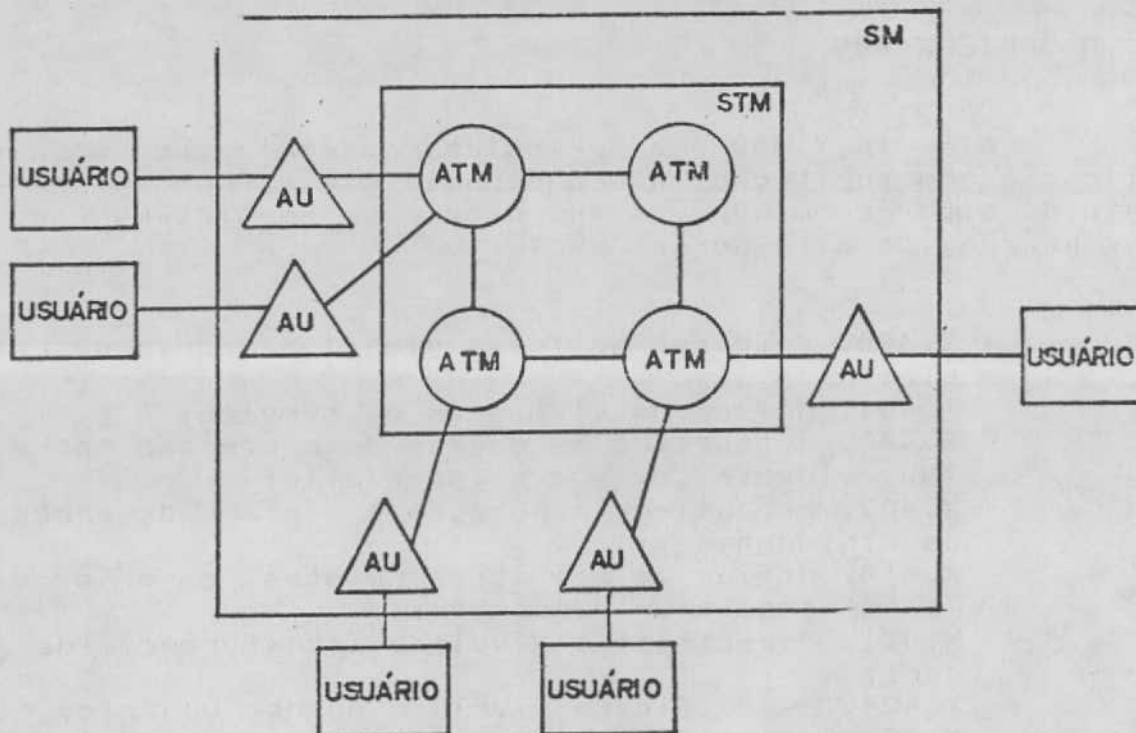


FIGURA 3

A estrutura da mensagem a ser enviada foi padronizada, contendo duas partes. O envelope com informações utilizadas pelo Sistema de Transferência de Mensagens para o direcionamento da mensagem e o conteúdo propriamente dito, que contém as informações que o usuário originador, em cooperação com o seu Agente Usuário, quer transmitir.

Há três tipos diferentes de envelope, cada um caracterizando as possíveis operações do STM: envelope de submissão, envelope de roteamento e envelope de entrega. Envelope de submissão é aquele que acompanha a mensagem quando esta é submetida pelo Agente de Usuário originador ao sistema de transferência. A especificação dos nomes de todos os destinatários da mensagem, por exemplo, está contida nesse envelope. O envelope de roteamento é a informação utilizada pelos ATMs para que a mensagem seja direcionada do ponto de origem ao seu destino. Nesse envelope, todos os nomes dos destinatários que ainda não receberam essa mensagem podem estar determinados. O envelope de entrega é aquele que acompanha a mensagem quando esta é entregue pelo ATM ao AU destinatário. O nome do destinatário, que no momento recebe a mensagem, é especificado neste envelope.

No modelo CCITT, o usuário que acessa os serviços do sistema é uma pessoa ou uma aplicação. Entende-se por Sistemas de Mensagens Interpessoais o subconjunto de serviços de um Sistema de Mensagens voltado ao atendimento exclusivo de pessoas como usuários.

Os componentes funcionais AU e ATM podem ser implementados de diferentes formas. No caso de estarem co-residentes

(figura 4), quando se encontram no mesmo sistema computacional, o AU acessa os serviços de transferência de mensagens pela interação direta com o ATM. O Agente Usuário pode ser implementado também em sistemas fisicamente separados. Nesta caso, o AU necessita se comunicar com o outro sistema através dos protocolos de comunicação para Sistemas de Mensagens. Também é possível um ATM ser implementado em um sistema sem AUs, como ilustra a figura 5.

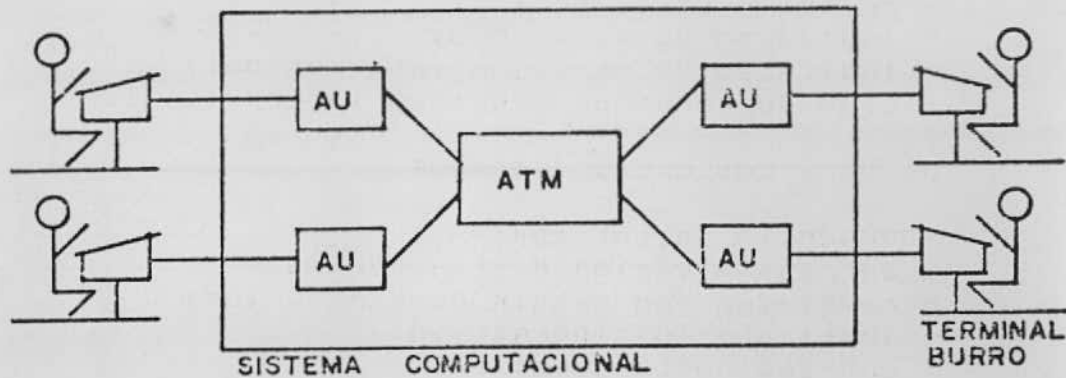


FIGURA 4

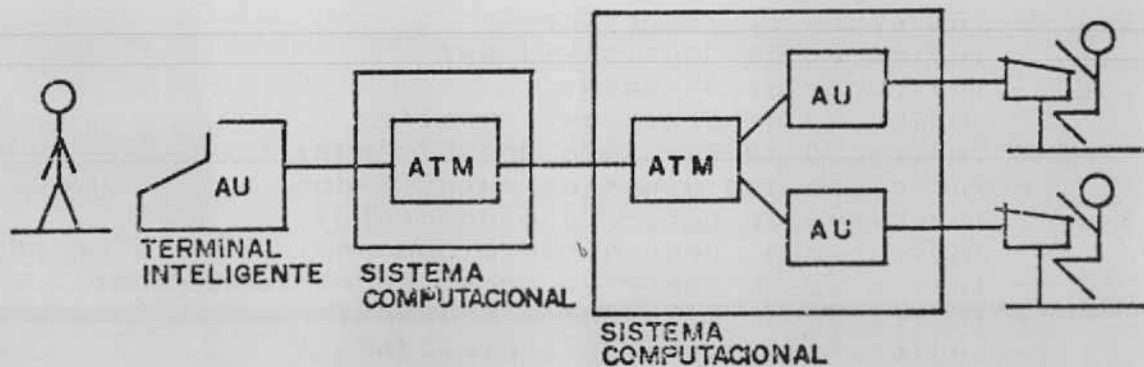


FIGURA 5

As recomendações da série X.400 definem um conjunto de serviços básicos e outros de caráter opcional. Os serviços básicos são:

- identificação de mensagem;
- notificação de não entrega;
- tipos de codificação permitidos;
- indicação do tipo original de codificação;
- indicação do tipo de conteúdo;
- indicação da data de submissão da mensagem;
- indicação da data de entrega da mensagem;
- controle de acesso;
- indicação de conversão;
- indicação de mensagem interpessoal;
- tipo de corpo da mensagem interpessoal.

Os serviços opcionais são:

- urgência de entrega;
- entrega a vários destinatários;
- revelação dos demais destinatários;
- destinatário alternativo;
- entrega postergada;
- notificação de entrega;
- indicação de notificação de não entrega;
- cancelamento de entrega postergada;
- retorno de conteúdo;
- proibição de conversão;
- conversão explícita e implícita;
- notificação de recebimento;
- indicação do originador
- indicação dos destinatários
- indicação de importância;
- indicação de sensibilidade;
- indicação de assunto;
- indicação de mensagem resposta;
- indicação de mensagem encaminhada;
- indicação dos usuários autorizados;
- indicação de auto-encaminhamento;
- indicação de destinatário com cópia não informada;
- indicação de parte do corpo encriptografado;
- indicação de referência cruzada;
- indicação de data de expiração;
- corpo com várias partes;
- indicação de obsolência;
- indicação de resposta requerida;
- notificação de não recebimento;
- teste;
- indicação de impossibilidade de recebimento;
- indicação do destinatário alternativo.

No modelo de referência OSI (Open Systems Interconnection) da ISO (International Organization for Standardization) as entidades e protocolos dos sistemas de mensagens estão localizados no Nível de Aplicação e Apresentação (figura 6). Os níveis inferiores são utilizados com o objetivo de proporcionar a troca de APDUs (Application Protocol Data Units) de forma segura, garantindo a comunicação entre os Agentes do Sistema.

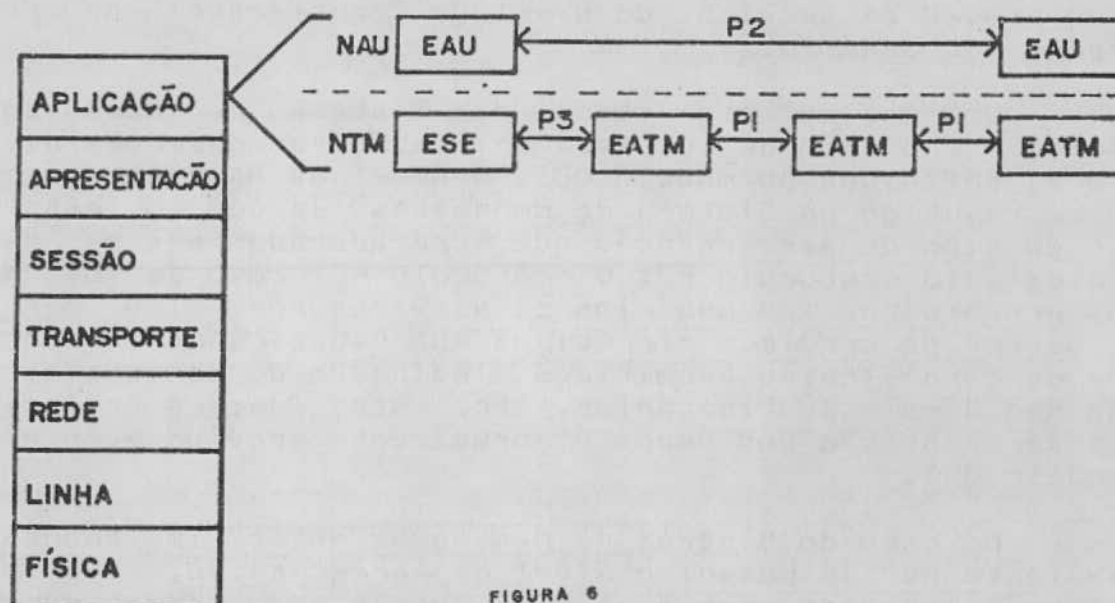


FIGURA 6

As funções de um Sistema de Mensagens podem ser distribuídas em dois grandes grupos. A divisão em grupos faz com que o nível de Aplicação do modelo OSI seja logicamente formado por duas camadas ou dois sub-níveis. As camadas são denominadas de Nível de Agente de Usuário e Nível de Transferência de Mensagens, possuindo as seguintes funções:

1. o Nível de Agente de Usuário é responsável por todas as funções associadas ao AU e ao conteúdo da mensagem a ser transmitida;
2. a função do Nível de Transferência de Mensagens está relacionada com as interações do Agente de Transferência de Mensagens.

No Nível do Agente de Usuário encontramos a Entidade do Agente de Usuário, responsável somente pelas operações relacionadas com o conteúdo das mensagens. Portanto, foram excluídas as funções de comunicação a serem estabelecidas com o ATM.

A Entidade de Transmissão de Mensagens executa todas as funções de distribuição e transmissão das mensagens do sistema.

Existe uma terceira entidade, ESE-Entidade de Submissão e Entrega, que permite a um Agente de Usuário, implementado num sistema fisicamente remoto ao do STM, possuir os serviços do NTM.

Com a existência dessas três entidades, há a necessidade de definição de três protocolos: P1, P2 e P3. P1 é o protocolo que coordena o direcionamento da mensagem entre as EATMs. O P2 é protocolo responsável pela troca de informações para o estabelecimento de serviços entre os EAUs. E, por último, o P3 que é o protocolo existente entre uma ESE e uma EATM, tendo como objetivo prover os serviços do Nível de Transferência de Mensagem ao Agente de Usuário.

Uma das características dos Sistemas de Mensagens por Computador é o fato de que esta aplicação abrange dois níveis o 6 e o 7, definidos no modelo OSI. O Nível de Apresentação encontram-se embutido no Sistema de Mensagens, já que o estabelecimento do tipo de apresentação que será adotada para os dados é definida pelo protocolo P2. O protocolo P2, como já foi mencionado, proporciona aos usuários os serviços por eles requisitados. Dentre os serviços oferecidos aos usuários nós encontramos: tipos de condificação permitidos, indicação de conversão, revelação dos demais destinatários, etc. Estas funções relacionadas com a apresentação dos dados é normalmente provida pelo nível 6 do modelo OSI.

No caso do Sistema de Mensagens estar implementado em um ambiente que já possui o Nível de Apresentação, este terá a sua função reduzida para a simples recepção dos dados do nível 7 e transferência destes para o nível 5, pois as funções normais do nível 6 já estarão sendo providas pelo Sistema de Mensagens.

5. A IMPLEMENTAÇÃO NA REDURGS

O trabalho de estudo e análise para o projeto e implantação do Sistema de Mensagens sob a Rede Local da Universidade foi baseado na série X.400 do CCITT. Em nosso projeto o Agente de Transferência de Mensagens - ATM é implementado em um dos nós da rede provendo as funções de:

- recepção;
- armazenamento;
- encaminhamento e
- gerenciamento do sistema.

Em cada um dos demais nós da rede pode ser ativado o software correspondente ao Agente Usuário - AU, provendo as funções de:

- auxílio na criação de mensagens;
- envio de mensagens e
- manutenção do diretório local.

Desta forma, o AU e o ATM são implementados em Sistemas Computacionais fisicamente separados como mostra figura 7.

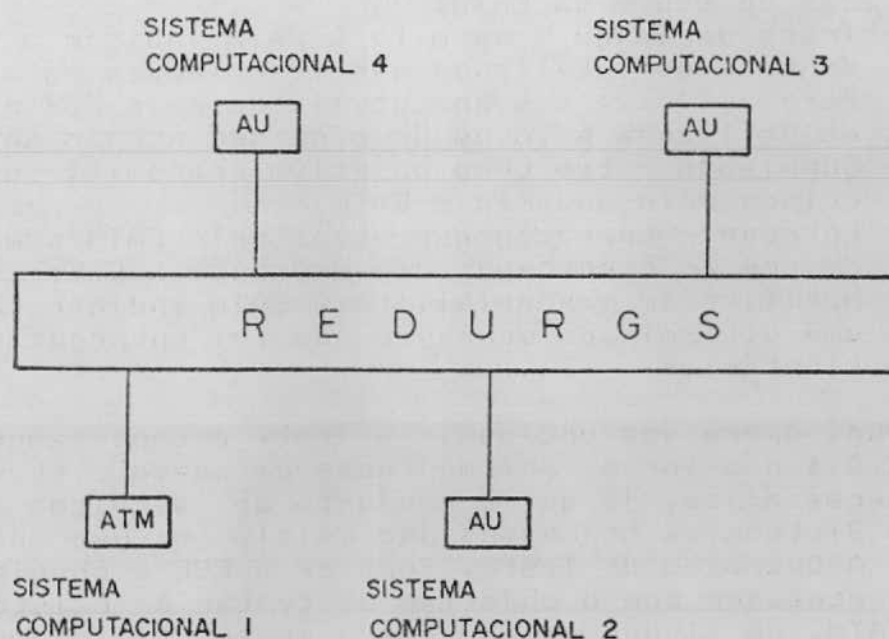


FIGURA: 7

Para que haja a troca de mensagens segura entre o AU e o ATM é necessária a implementação de um sistema de protocolos de comunicação entre as duas entidades. Os protocolos implementados foram P2 e P3 definidos pelo CCITT através das normas X.420 e X.411. No protocolo P2 é definido:

- um conjunto de componentes com sintaxe e semântica padronizadas e utilizadas nos UAPDUs;
- Os UAPDUs - User Agent Protocol Data Units;
- operações de troca entre os UAPDUs e
- regras de utilização dos serviços do Nível de transferência de mensagens.

O protocolo P3 é responsável pelo estabelecimento e gerenciamento da comunicação entre uma ESE - Entidade de Submissão e Entrega e uma EATM - Entidade do Agente de Transferência de Mensagens. A troca de mensagens entre a ESE e a EATM é realizada através de operações remotas suportadas pelos níveis inferiores pertencentes aos serviços oferecidos pela Rede Local. A unidade de troca entre a ESE e a EATM é o OPDU - Operation Protocol Data Unit, que contém as informações requeridas na chamada de uma operação, assim como no recebimento do seu resultado. As operações especificadas e implementadas em nosso sistema são:

- Registro - responsável pela troca de informações entre a ESE e a EATM com o objetivo de registrar as características do ESE;
- Controle - restringe temporariamente as características da ESE e da EATM;
- Troca de Senha - permite à EATM indicar a ESE que a senha a ser utilizada nas associações está sendo alterada (Obs.: a senha utilizada pela ESE não é a mesma utilizada pelo usuário no seu acesso ao AU);
- Submissão - tem como objetivo transmitir uma mensagem criada pelo usuário e EATM;
- Entrega - operação executada pelo EATM com o objetivo de enviar e entregar uma mensagem a ESE;
- Notificação - possibilita à EATM indicar à ESE que uma determinada mensagem não foi entregue ao seu destinatário;

Duas operações opcionais a Teste e Cancelamento definidas pela X.411 não foram implementadas em nosso sistema por não se fazer necessárias, já que o conjunto de serviços oferecidos pelo nosso Sistema de Mensagens não exigia o uso dessas duas operações. A Operação de Teste, fornece a ESE a possibilidade de enviar uma mensagem com o objetivo de testar a existência, por parte da EATM, de alguns parâmetros a serem utilizados no envio de mensagens. A Operação de Cancelamento fornece a ESE a oportunidade de cancelar a entrega de uma mensagem anteriormente enviada a EATM.

As operações de P3 podem ocasionar três tipos de respostas: resultado, erro ou rejeição (figura 8).

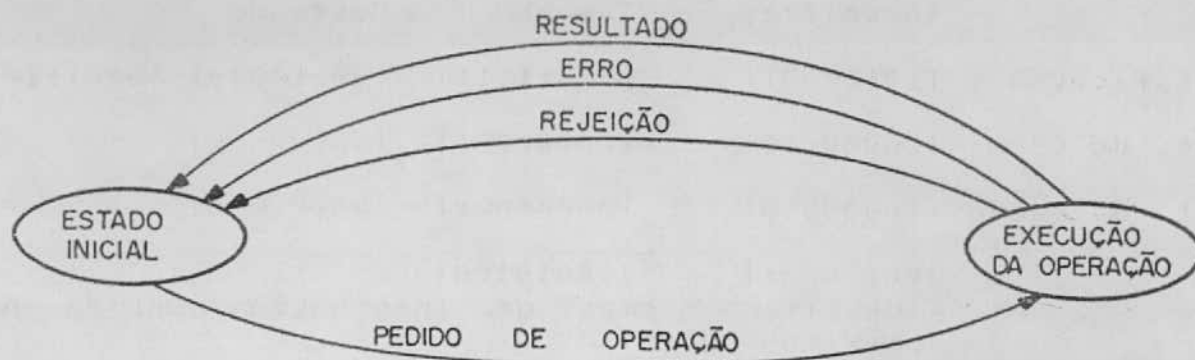


FIGURA: 8

Para exemplificar, a figura 9 mostra uma troca de OPDUS entre uma ESE e uma EATM com a operação de notificação.

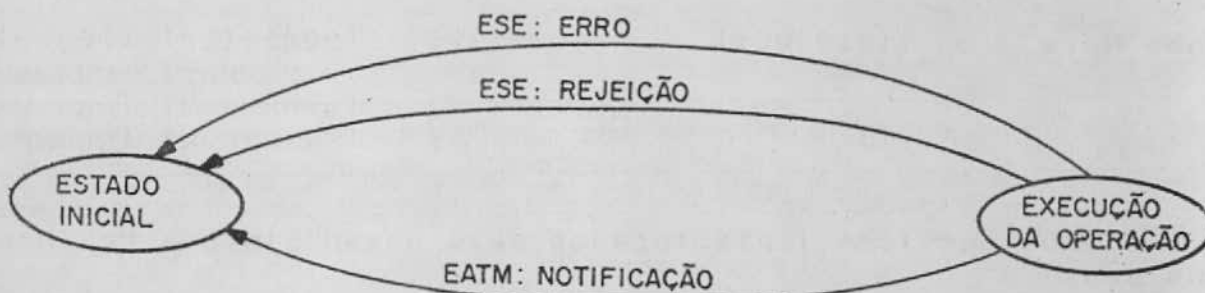


FIGURA: 9

As unidades de dados do protocolo P3 possuem basicamente os seguintes formatos:

| | |
|---|-----------|
| +-----+ Identificação -----> | Operação |
| +-----+ + +-----+ Identificação OPDU +-----+ + | Resultado |
| +-----+ Identificação da Operação +-----+ + | Erro |
| +-----+ Argumento -----> | Rejeição |

. Variando de acordo com a operação.

Desta forma o OPDU correspondente a operação de Troca de Senha fica com o seguinte formato:

| | Identificação | Tamanho | Conteúdo | |
|-----------------|---------------|----------|--|------------|
| Identificação | 10100001 | 00011111 | 00110000 | 00011100 |
| Ident. do OPDU | 00000010 | 00000001 | xxxxxxxxxx | |
| Ident. Operação | 00000010 | 00000001 | 00001000 | |
| Set | 00110001 | 00010100 | (identifica o tipo de informação contida nos próximos bytes) | |
| Senha Antiga | 10100000 | 00001000 | 00010110 | 00000110 |
| | | | xxxxxxxxxx | xxxxxxxxxx |
| | | | xxxxxxxxxx | xxxxxxxxxx |
| | | | xxxxxxxxxx | xxxxxxxxxx |
| Senha Nova | 10100001 | 00001000 | 00010110 | 00000110 |
| | | | xxxxxxxxxx | xxxxxxxxxx |
| | | | xxxxxxxxxx | xxxxxxxxxx |
| | | | xxxxxxxxxx | xxxxxxxxxx |

Os serviços implementados pelo nosso Sistema de Mensagens são:

- identificação de mensagens;
- notificação de não entrega;
- tipo de codificação permitida;
- tipo original de codificação;
- indicação de conversão;
- indicação de data de submissão;
- indicação de data de entrada;
- controle de acesso;
- indicação do tipo de conteúdo;
- indicação de mensagem interpessoal;
- tipo do corpo da mensagem;
- urgência da entrega;
- entrega a vários destinatários;
- revelação dos demais destinatários;
- proibição de conversão;
- notificação de recebimentos;
- indicação do originador;
- indicação dos destinatários;
- indicação do assunto;
- indicação de mensagem resposta;
- indicação de mensagem encaminhada;
- indicação de impossibilidade de recebimento;

Os serviços foram escolhidos pelo seu grau de importân-

cia, levando-se em consideração o ambiente a que se destina o Sistema de Mensagens.

Todo o software do projeto foi implementado adotando-se o conceito de modularidade de forma que seja facilitada, no futuro, a ampliação do sistema com novos serviços e a medida que crescer a necessidade de interligação com outros sistemas. Três requisitos devem estar presentes em qualquer Sistema de Mensagens a compatibilidade, a conectividade e a portabilidade, sob pena deste se tornar inviável. Procurou-se satisfazer a conectividade e a compatibilidade com a adoção da série X.400, já que este padrão, aprovado pelo CCITT, é apontado como a norma que será mais seguida e difundida.

A portabilidade neste tipo de implementação é muito importante, pois diferentes equipamentos estarão conectados a rede e todos devem poder suportar o Agente Usuário Local pertencente ao sistema. Com esse objetivo todo o projeto foi desenvolvida na Linguagem "C".

O uso da Linguagem "C" nos proporcionou:

- maior rapidez na execução dos programas;
- utilização dos conceitos de programação estruturada;
- a utilização de instruções para manipulação de bits;
- produção de um eficiente código objeto;
- facilidade de migração do software desenvolvido em equipamento de 8 bits para equipamentos de 16 bits.

A implementação do sistema foi realizada sob os micro-computadores MAXXI e ITAUTEC, da Universidade.

6. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Um Sistema de Mensagens por computador é um conjunto de serviços pertencentes ao Nível de Aplicação provendo, também, as funções do Nível de Apresentação do modelo OSI. O Sistema de Mensagens foi o primeiro sistema de aplicação do nível 7 aprovado por um comitê internacional de padronização, por este ser de grande utilização em um ambiente distribuído. Deslumbra através dos Sistemas de Mensagens uma nova forma de comunicação, que reúne as qualidades do telefone e do correio convencional. O sucesso destes sistemas é diretamente proporcional ao número em potencial de destinatários que possam ser endereçados, tornando a padronização dos sistemas algo obrigatório para que estes possam se interligar de forma facilitada aumentando, assim o número de usuários. A escolha desta aplicação para ser implementada sob a REDURGS foi influenciada pelo desejo de se conhecer, estudar e implantar as recomendações 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 mini e microcomputadores alocados na pesquisa, ensino e tarefas administrativas. Esses equipamentos ligados a Rede Local com o Sistema de Mensagens proporciona uma nova forma de interligar departamentos, funcionários, professores e alunos.

BIBLIOGRAFIA

- /CCI 84a/ CCITT. Draft Recommendations X.400, message handling systems: system model - service elements. s.l., Dec. 1984.
- /CCI 84b/ CCITT. Draft Recommendations X.401, message handling systems: basic service elements and optional users facilities. s.l., Dec. 1984.
- /CCI 84c/ CCITT. Draft Recommendations X.408, message handling systems: encoded information type conversion rule. s.l., Dec. 1984.
- /CCI 84d/ CCITT. Draft Recommendations X.409, message handling systems: presentation transfer syntax and notation. s.l., Dec. 1984.
- /CCI 84e/ CCITT. Draft Recommendations X.410, message handling systems: remote operations and reliable transfer server. s.l., Dec. 1984.
- /CCI 84f/ CCITT. Draft Recommendations X.411, message handling systems: message transfer layer. s.l., Dec. 1984.
- /CCI 84g/ CCITT. Draft Recommendations X.420, message handling systems: interpersonal message user agent layer. s.l., Dec. 1984.
- /FRI 85/ FRIEDRICH, L.F.; TOSCANI, S.S.; TORNQUIST, M. "Software de Comunicação para uma Rede Local de Micros". In: SEMINÁRIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE, XII. Porto Alegre, julho 20 a 27, 1985. Anais. Rio Grande do Sul, SBC, 1985, p. 156-66.
- /KER 83/ KERN, Christopher. "Five C Compilers for CP/M-8". Byte, Agosto 1983, pg. 110-30.
- /ROC 85/ ROCHOL, J; FRIEDRICH, L.F; WESTPHAL, L. "Implementação de uma Rede Local Simples com Microcomputadores". In "CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA, XVIII. São Paulo, Setembro, 1985. Anais. Vol II, São Paulo, SUCESU, 1985. p.1099-103.
- /TAR 85/ TAROUÇO, L.; BEUREN, C.; Viccari, R.; WILKENS, M. "A Distributed Messaging System with an User-Friendly Interface". In: International Symposium on Computer Message Systems, Second. Washington, D.C., Setembro, 1985.