

COMUNICAÇÃO DE COMPUTADORES ATRAVÉS DE REDES HETEROGÊNEAS: EXISTE UMA SOLUÇÃO PADRONIZADA?

Wagner Luiz Zucchi
Escola Politécnica da USP
BRISA

Sumário: O presente artigo discute as possibilidades atualmente existentes dentro da arquitetura para interconexão de Sistemas Abertos para a interconexão de redes de computadores heterogêneas do ponto de vista da camada de rede. Os aspectos técnicos que envolvem a comunicação neste ambiente são discutidos e apresentado o trabalho realizado pela BRISA - Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, na área.

Abstract: The article shows current possibilities for computer network interconnection that lie inside OSI framework. The problems concerning network layer are discussed, mainly those related to network relays and addressing. Functional standards elaborated by BRISA for this area are also presented.

1. INTRODUÇÃO

A possibilidade de interligação de redes locais e de longa distância e o desenvolvimento de novas aplicações envolvendo computadores dos mais diversos portes, tem provocado crescente interesse pelo problema de interconexão destas redes. O alto custo de acessos a redes públicas de transmissão de dados (comutados ou dedicados), a coexistência de redes com diferentes tecnologias (comutação de circuitos, comutação de pacotes, redes com serviços integrados, etc.) e a possibilidade de utilização das redes locais como elementos concentradores de tráfego, vem justificando o estudo, padronização e desenvolvimento de equipamentos de interface entre redes diferentes que permitam a comunicação transparente, fim-a-fim, de usuários e serviços no ambiente inter-redes.

A importância destes equipamentos de interface (aqui denominados de sistemas intermediários) não desaparece no caso em que as redes a serem interconectadas já adotam uma mesma arquitetura, como a definida pelo Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos da ISO, pois o próprio modelo permite diversos modos de operação nas camadas de comunicação de dados, que foram desenvolvidas com o propósito de incorporar os diversos tipos de sub-rede em operação.

A solução de comunicação para o ambiente inter-redes compreende a solução de alguns problemas fundamentais:

a) como compatibilizar redes que operam com diferentes protocolos. Redes de longa distância operam tipicamente com protocolo de acesso de acordo com a recomendação X.25, enquanto este protocolo é praticamente inexistente nas redes locais. Nesse último caso soluções proprietárias são frequentemente utilizadas acima da camada de rede;

b) no caso das redes de longa distância algumas aplicações mais antigas vinculam uma pilha de protocolos que não é a mais adequada para a operação inter-redes. É o caso das aplicações de transferência de mensagens interpessoais que foram desenvolvidas de acordo com a versão 1984 das recomendações do CCITT. Tais sistemas estão instalados em todo o mundo, inclusive no Brasil, e a reformulação completa dos seus programas é inviável a curto prazo;

c) como identificar os endereços das estações dentro do ambiente inter-redes. É óbvio que cada uma das sub-redes interligadas possui os seus próprios mecanismos de atribuição de endereços e o seu plano de numeração. Além disso, esquemas de endereçamento diferentes têm sido padronizados para diferentes tipos de redes;

d) como fazer para que uma mensagem seja corretamente encaminhada ao seu destino, minimizando o seu tempo de trânsito e utilizando os recursos de comunicação de forma adequada. Tal objetivo implica em compatibilizar diferentes esquemas de roteamento empregado pela sub-redes envolvidas.

A solução destes problemas vem sendo buscada pela ISO [1] e já foi objeto de diversos artigos da literatura especializada [2,3]. Todavia uma solução completa do problema ainda está longe de ser atingida, especialmente no que diz respeito à interligação de redes pré-OSI ou apenas parcialmente OSI. Nestes casos a utilização de conversores de protocolo, inclusive nas camadas superiores, deve persistir por algum tempo.

Não obstante, novos equipamentos e programas de comunicação já podem ser desenvolvidos utilizando uma arquitetura e protocolos padronizados e internacionalmente aceitos. Visando orientar a criação destes novos produtos, bem como polarizar os esforços de atualização dos sistemas já existentes, a BRISA - Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, desenvolveu, junto com fabricantes e usuários de redes de computadores, um perfil funcional para o ambiente inter-redes [4, 5, 6]. Este perfil contempla a arquitetura deste ambiente, o seu modo de utilização em redes locais (CSMA/CD) e em redes públicas com protocolo de acesso X.25 (RENPAQ). Outros tipos de sub-redes devem futuramente ser incorporadas a este perfil.

Não cabe neste artigo enumerar os complexos detalhes envolvidos na elaboração do perfil BRISA. Porém a consideração dos problemas arquiteturais envolvidos e de suas implicações para o projeto de sistemas de comunicação de dados é altamente oportuna.

Com estes objetivos em vista, este artigo é organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a terminologia e as convenções básicas definidas pela ISO para o ambiente inter-redes, também se discute a função de cada camada da arquitetura OSI naquele ambiente, tendo em vista a estrutura interna da camada de rede [1] padronizada pela ISO.

A seção 3 discute as combinações de protocolos que permitem oferecer um dos serviços da camada de rede definidos pela ISO [7,8]. O conceito de "serviço interno da camada de rede" [9], é introduzido e procura-se mostrar como ele deve ser utilizado para a interconexão de redes com serviços heterogêneos. Esta seção se completa com a descrição da arquitetura adotada pela BRISA.

O problema de endereçamento é abordado na seção 4. Um esquema de endereçamento compatível com a padronização da ISO [10] e que vem sendo adotado internacionalmente [11] é proposto e discutido.

Considerando a pouca divulgação do assunto, procura-se apresentar em cada item uma breve visão geral do problema.

2. TERMINOLOGIA E CONVENÇÕES BÁSICAS

O problema básico da definição da arquitetura de um ambiente inter-redes consiste no modo como o serviço de transporte OSI [25] é oferecido. Alguma combinação deve ser escolhida entre as cinco classes de protocolo de transporte disponíveis e os dois modos de serviço de rede. Ao definir explicitamente a natureza fim-a-fim do serviço de rede [1, 7], e ao declarar sua não intenção de padronizar funções de conversão de protocolo em nível de transporte [15], a ISO encerrou uma longa discussão a respeito da camada da arquitetura que deveria incorporar a função de interface entre duas redes heterogêneas.

Ao adotar esta solução prevaleceu o bom senso de manter a semântica univocamente fim-a-fim da camada de transporte, de maneira a assegurar a confiabilidade do serviço daquela camada, em detrimento da compatibilidade com implementações já existentes.

Nesta perspectiva, o ambiente inter-redes é constituído por um conjunto de sub-redes reais, possivelmente diferentes, que são denominadas de sistemas intermediários. Estas sub-redes comunicam-se entre si através de outros sistemas intermediários que realizam as transformações de protocolos e serviços necessários para a comunicação das redes, bem como as tarefas de encaminhamento de mensagens ("routing and relaying").

É importante observar que o tipo de serviço oferecido pelas diversas sub-redes interconectadas não é necessariamente o

mesmo, nem se identifica com o tipo de serviço de rede oferecido aos seus usuários finais. Assim, por exemplo, uma rede local que opera internamente sem conexão na camada de rede pode oferecer aos seus usuários um serviço com conexão para a operação inter-redes.

Em cada uma das sub-redes existe um conjunto de estações reais interconectadas, denominadas sistemas finais. É nestas estações que localizam-se os usuários do serviço de rede. A figura 1, extraída de ISO 8648 [1] ilustra esta conceituação.

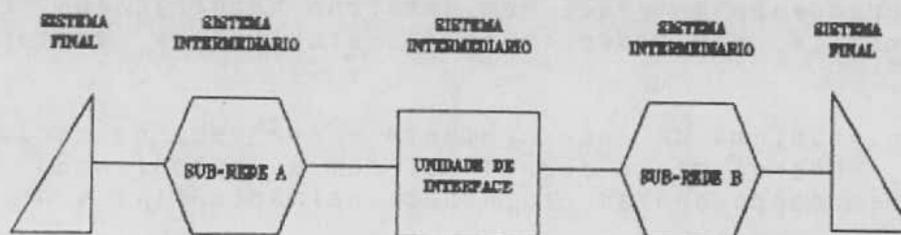


Figura 1 - Terminologia do Ambiente Inter-Redes

A classificação de cada sub-rede como um sistema intermediário atende à razões de abstração do modelo. Na verdade o ambiente inter-redes pode ser descrito como uma meta-rede (figura 2) onde os nós são constituídos por sub-redes reais interligadas por unidades de interface.

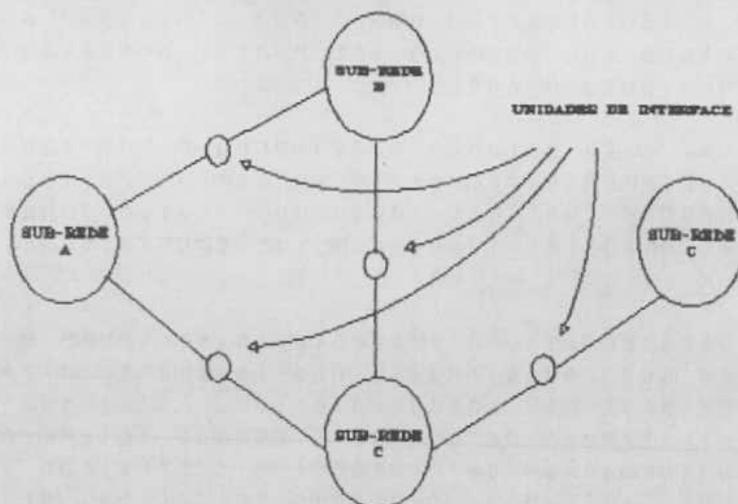


Figura 2 - Constituição Física do Ambiente Inter-Redes

Observa-se que neste modelo é impossível a ligação direta entre duas unidades de interface (relays). Esta ligação é sempre considerada como uma sub-rede mesmo no caso em que ela consiste de uma ligação ponto-a-ponto.

As unidades de interface realizam as funções de roteamento e de conversão de protocolo ("relaying") entre as sub-redes interconectadas. Para tanto elas devem contar com informações recebidas das outras unidades de interface ou dos sistemas finais interconectados às suas sub-redes.

É importante para a consistência do modelo que o serviço de rede OSI esteja disponível tanto nos sistemas finais, como nas unidades de interface e, para tanto, a camada de rede é decomposta em três funções (ou "papéis") conforme especificado pela organização interna da camada de rede [1]. Estas funções são:

a) Função de Convergência Independente de Sub-Rede (SNICF)

Esta função é definida de modo a implementar o serviço de rede OSI, a partir de um conjunto de serviços subjacentes que são comuns para todos os tipos de sub-rede utilizados, porém escolhidos em função de um limitado conjunto de sub-redes que se pretenda utilizar.

No caso do perfil BRISA estas sub-redes limitam-se às seguintes:

- rede local CSMA/CD utilizando o LLC tipo 1 como protocolo de enlace [11] e sem protocolo de acesso à sub-rede na camada de rede.
- rede de longa distância utilizado o X.25 versão 1980 como protocolo de acesso à sub-rede .
- rede local utilizando o método de acesso "token-ring" (em elaboração).
- ligação ponto-a-ponto utilizando o protocolo X.25 versão 1988 no modo "DTE-to-DTE".

b) Função de Convergência Dependente da Sub-Rede (SNDcF)

Esta função é responsável por oferecer o conjunto de serviços esperado pela SNICF a partir dos protocolos de acesso de cada sub-rede específica.

Nas sub-redes consideradas a implementação desta função de convergência não exige a operação de um protocolo explícito, mas limita-se a definir as regras para a manipulação dos serviços das camadas inferiores.

c) Função de Acesso à Sub-Rede (SNAcF)

Esta função realiza a troca de dados com uma sub-rede específica de acordo com os protocolos que ela define para a sua interface. No caso de redes locais, que não possuem protocolo de acesso explícito na camada de rede, esta função é realizada pelo protocolo da camada de enlace.

A figura 3 apresenta a arquitetura básica para a camada de rede, de acordo com as definições acima. As interfaces marcadas com linha cheia são aquelas nas quais o serviço de rede (com ou sem conexão) deve ser oferecido.

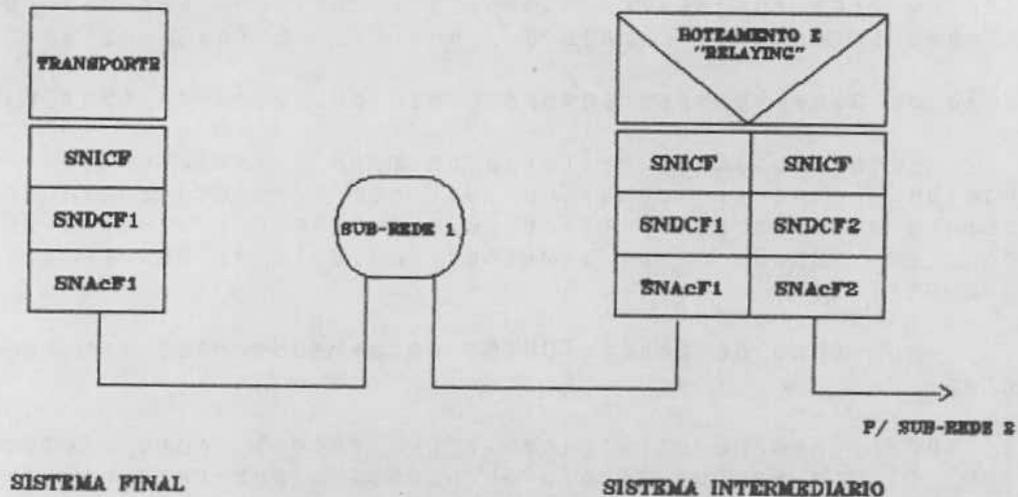


Figura 3 - Arquitetura da Ligação Inter-Redes

3. SERVIÇOS E PROTOCOLOS PARA A CAMADA DE REDE

Existem dois tipos de serviços que podem ser oferecidos pelo prestador de serviço da camada da rede. O primeiro, denominado "serviço de rede orientado à conexões" (CONS) é um serviço confiável, com conexões na camada de rede e que oferece uma transferência de dados do tipo "circuito virtual". O segundo serviço, denominado "serviço de rede sem conexão" (CLNS) é menos confiável, no sentido de não garantir a ordenação das mensagens trocadas e a recuperação de perdas de mensagens. O serviço de transferência de dados oferecido é do tipo "datagrama".

Num ambiente inter-redes, as diversas sub-redes a serem interconectadas podem operar com protocolo com conexão ou sem conexão. Assim, por exemplo, redes públicas de comutação de dados operam geralmente com protocolo de acesso X.25 que oferece um serviço de rede orientado à conexão, ainda que não idêntico ao CONS da ISO. Já redes locais frequentemente operam com protocolo

sem conexão nas camadas de rede e de enlace.

Além destas variações no serviço oferecido, as diversas sub-redes possuem protocolos de acesso diferentes, que não implementam todos os recursos exigidos pelos serviços da camada de rede da ISO.

Para conviver com todas estas diferenças, duas soluções arquiteturais básicas são propostas para a interligação da camada de rede: ambiente com conexão e ambiente sem conexão.

3.1. Interligação com Conexão

Esta solução consiste em suprir as sub-redes que operam sem conexão com um protocolo que permita implementar o serviço com conexão.

A possibilidade do uso do X.25 nível 3 em redes locais é considerada pela ISO na recomendação 8881 [17]. A operação de um sistema intermediário em que as duas sub-redes interconectadas utilizam o protocolo X.25 é definida no relatório técnico ISO/TR 10029 [18].

Nas redes de longa distância, o protocolo X.25 versão 1980 (utilizado na RENPAC) é insuficiente para fornecer todos os recursos exigidos pelo serviço OSI orientado à conexão. Por esta razão, um protocolo de convergência deve ser utilizado sobre o protocolo de acesso X.25. Este protocolo é definido na recomendação ISO 8878 (anexo A) [19].

O conjunto de protocolos utilizados para o serviço com conexão é mostrado pela figura 4.

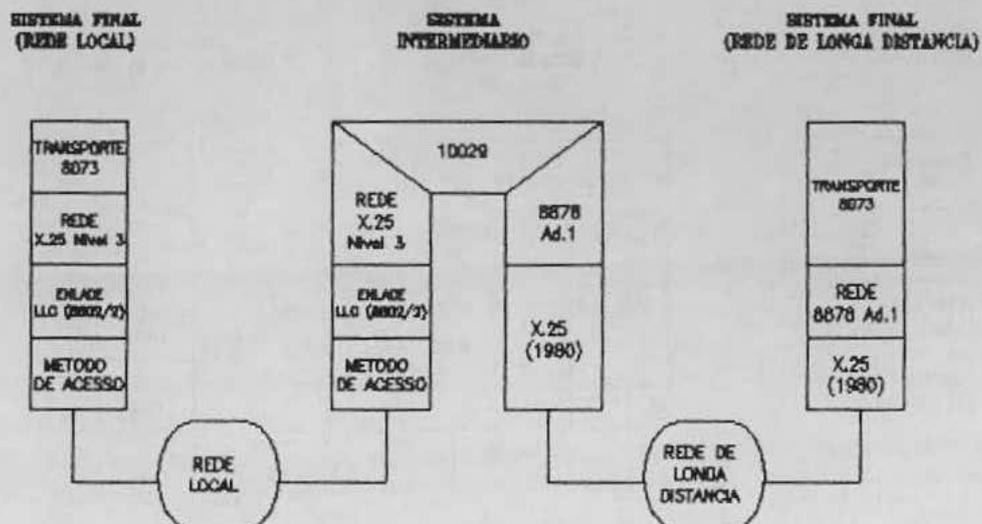


Figura 4 - Configuração do Ambiente Inter-Rede para o Serviço com Conexão

A desvantagem desta estrutura é a relativa complexidade das camadas inferiores em redes locais. O protocolo X.25 (nível de rede) deve ser implementado em todas as estações das redes locais interconectadas. Além disso a recomendação 8881 exige para conformidade o uso do LLC tipo 2 na camada de enlace (isto é, serviço de enlace orientado à conexão) cuja implementação também é dispendiosa para uma máquina de pequeno porte.

Em compensação, a confiabilidade elevada oferecida pelo CONS permite que um protocolo mais simples seja utilizado na camada de transporte. Com efeito, um perfil com estas características pode utilizar protocolo de transporte classe 0 ou 2 e ainda oferecer o serviço de transporte OSI orientado à conexão na interface com a camada de sessão.

Desta forma, na medida em que o problema de complexidade de implementação se tornar contornável, o que deverá acontecer pela implementação dos protocolos das camadas inferiores com processadores dedicados, esta solução se torna mais atraente.

Também a utilização das versões mais recentes do X.25 nas redes de longa distância facilita a adoção deste perfil, uma vez que o serviço de rede OSI com conexão pode ser obtido com menor "overhead" de protocolos.

3.2. Ambiente sem Conexão

A opção mais utilizada no momento, e que corresponde ao perfil definido pela BRISA, é a operação sem conexão. Neste caso, as redes locais transmitem dados sem conexão e um protocolo é implementado sobre o protocolo de acesso à rede de longa distância para garantir a disponibilidade do serviço de rede OSI sem conexão. A configuração resultante é mostrada pela figura 5.

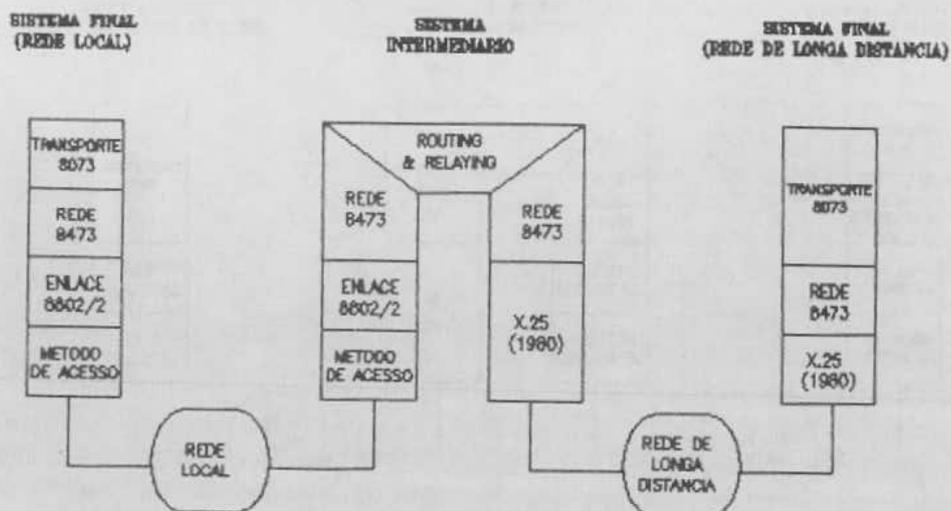


Figura 5 - Configuração do Ambiente Inter-Rede para o Serviço sem Conexão

Nesta configuração a implementação dos protocolos das camadas inferiores é mais simples na rede local. Todavia, na camada de transporte, a classe 4 do protocolo deve obrigatoriamente ser implementada para que o serviço de transporte OSI orientado à conexão possa ser oferecido. Não existe protocolo específico de acesso à sub-rede definido pela ISO, porém o protocolo IEEE SNAP [21] pode ser utilizado.

Do lado da rede de longa distância a configuração de protocolos é algo bizarra uma vez que dois protocolos distintos da camada de rede são superpostos. Na verdade o protocolo 8473 é utilizado como uma SNICF que provê as características fim-a-fim do serviço de rede, enquanto o protocolo X.25 é utilizado apenas como uma SNAcF.

Esta configuração de rede também é vantajosa para aplicações que possam tirar proveito de um serviço de transmissão de dados sem conexão. Neste caso, o protocolo de transporte sem conexão [20] deve ser utilizado.

Cabe ainda ressaltar que este perfil é compatível com arquiteturas atualmente em uso, como a definida pelo grupo MAP [22], por exemplo.

Por estas razões a configuração sem conexão para o ambiente inter-redes pode ser considerada como uma boa solução para objetivos de curto prazo.

Observa-se que em ambos os casos as soluções apontadas indicam uma operação do tipo "internetworking" como definida em ISO 8648 [1]. No primeiro caso o protocolo inter-rede (internet protocol) é o próprio X.25, enquanto no segundo é o protocolo definido em ISO 8473 [26].

3.3. Serviço Interno da Camada de Rede

Com o objetivo de sistematizar a utilização da camada de rede para o oferecimento do serviço de rede orientado à conexão, ou sem conexão, a partir de diferentes protocolos, a recomendação 10028 [9] introduziu o conceito de "serviço interno da camada de rede" (NILS). Esta idéia constitui uma novidade no ambiente OSI pois estende a abstração da descrição de uma interface, através de primitivas de serviço, para a comunicação entre entidades parceiras da camada de rede.

O NILS define o fluxo de informação dentro da camada de rede independentemente do protocolo utilizado. Esta definição é realizada com a introdução de primitivas e parâmetros associados e permite às funções de roteamento e "relaying" dos sistemas intermediários se comunicarem com a camada de rede através de uma interface abstrata.

A figura 6, extraída da ref. 9 ilustra a aplicabilidade do NILS. Com auxílio desta interface, os sistemas intermediários podem operar com diferentes combinações de protocolos em seus dois lados. Desta forma a interconexão de um ambiente com K protocolos de rede distintos exige apenas K mapeamentos do NILS nos protocolos de rede, ao invés de K^2 definições de sistemas intermediários.

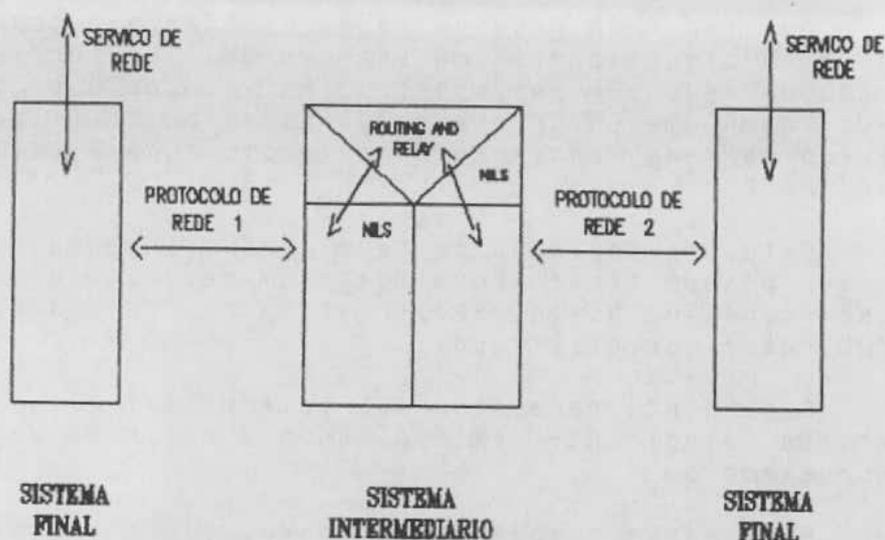


Figura 6 - Conexão de Sistemas Finais e Intermediários com Auxílio do "Serviço Interno da Camada de Rede" (NILS)

Observa-se que o NILS não resolve por si só o problema de interconectar uma rede com conexão com outra sem conexão, uma vez que o tipo de serviço utilizado na camada de rede não é transparente, na interface definida por ele. Na verdade, embora seja mapeável em diferentes protocolos, o mesmo tipo de serviço deve ser utilizado nos dois lados dos sistemas intermediários.

A tabela 1 apresenta um exemplo do mapeamento entre as primitivas do serviço de rede, as primitivas do NILS e as unidades de dados de protocolo utilizados em ISO 8208 [23]. O exemplo mostra o mapeamento da primitiva N_CONNECT.request que representa o pedido de estabelecimento de conexão no CONS. A razão da apresentação de um exemplo com conexão se prende ao fato deste mapeamento já estar mais adiantado do que o sem conexão, dentro da ISO.

Primitiva CONS	Primitiva NILS	Parâmetros	PDU X.25	Campo Mapeado	Nota
N_CONNECT. request	NI.CONNECT. request		CALL REQUEST {com fast select}		
		CALLED ADDRESS		CALLER ADDRESS EXTENSION FACILITY	
		CALLING ADDRESS		CALLING ADDRESS EXTENSION FACILITY	
		RECEIPT CONFIRM. SELECTION		bit 0	
		EXPEDITED DATA SELECTION		EXPEDITED DATA NEGOCIATION FACILITY	
		QOS PARAMETERS		QOS FACILITIES	1
		NS_USER_DATA		CALL USER DATA FIELD	2
		NI_CONNECTION_ CONTROL		Não Definido {estudos posteriores}	

Tabela 1 - Mapeamento da Primitiva NI_CONNECT.request no Pacote CALL REQUEST do protocolo ISO 8208

NOTAS:

1. Os parâmetros de qualidade de serviço cuja negociação deve ser oferecida são: negociação de classe de vazão, negociação de classe de vazão mínima, atraso de trânsito, proteção e prioridade. Essas duas últimas facilidades ainda não são oferecidas pela recomendação ISO 8208 o que constitui uma incoerência temporária entre esta norma e o DP 10028.
2. O comprimento do campo de dados vai de 0 a 128 octetos, razão pela qual a facilidade de "fast select" deve sempre estar disponível.

3.4. Opção do Perfil BRISA

O perfil BRISA adotou uma posição pragmática, simplificando o problema de interconexão graças à hipótese da utilização do protocolo B473 em todas as sub-redes interconectadas. Neste caso o mapeamento entre o CLNS, as primitivas do NILS e as PDUs do protocolo são mostradas na tabela 2.

Primitiva CONS	Primitiva NILS	Parâmetros	PDU 8473	Campo Mapeado	Nota
N_UNITDATA request or indication	NI_CL_DATA request or indication		UNITDATA request or indication		
		Source address		Address Part-source address	
		Destination address		Address Part- destination address	
		NS_User_Data_ Octet		DATA	1
		NI Segmentation			2,3
		NI CL Control			3

Tabela 2 - Mapeamento entre o NILS e o Protocolo 8473 para o Perfil BRISA

NOTAS:

1. O tamanho do campos de dados pode variar de 1 a 64.512 octetos inclusive. Este dados podem ser segmentados durante a transmissão.
2. O parâmetro de segmentação pode ser nulo ou consistir de dois subparâmetros, "offset" e "NSDU Length". O valor de cada subparâmetro, caso existam, é um inteiro compreendido entre 1 e 64.512 inclusive. Um valor nulo indica que o parâmetro CL_NS_User_data associado corresponde a um CL_NSDU completo. Caso contrário, os subparâmetros definem o procedimento de remontagem a ser utilizado sobre o CL_NS_User_data. Desta forma os valores destes parâmetros não são mapeados nas mensagens do 8473.
3. Estes parâmetros não possuem correspondência no serviço de rede
A configuração de protocolos utilizada é a mostrada pela figura 5.

Tanto a solução com conexão, quanto a solução sem conexão, possuem o inconveniente de exigirem alterações nos sistemas finais interligados. A solução de se manter os protocolos originais é também possível e foi discutida pela ISO, que resolveu orientar a sua utilização através de um relatório técnico [27]. Todavia esse tipo de solução é particular para cada tipo de sub-rede que se deseja interconectar e, em alguns casos, exige opera-

ções que transcendem o escopo do modelo OSI. Por estas razões a própria ISO declarou não ter intenção de padronizá-la [27].

4. ATRIBUIÇÕES DE ENDEREÇOS PARA O AMBIENTE INTER-REDES

Os formatos dos pontos de acesso ao serviço de rede (NSAP) são definidos na recomendação ISO 8348/Adendo 2 [10]. São estes endereços que identificam os usuários da camada de rede e sobre os quais são executadas as funções de roteamento pelos sistemas intermediários.

No caso do ambiente inter-redes exige-se que o esquema de endereçamento seja capaz de conviver com um grande número de usuários. Por outro lado é importante a compatibilidade com os esquemas de endereçamento já em uso nas redes locais e de longa distância interconectadas.

Para atingir estes objetivos admite-se que cada sub-rede conhece os seus usuários através de um "ponto de interligação à sub-rede" (SNPA). No caso de redes locais, este SNPA reduz-se ao endereço da sub-camada de método de acesso ("MAC address") uma vez que o endereço LLC está sendo utilizado para identificar o protocolo da camada de rede. Nas redes de longa distância o SNPA corresponde ao "DTE address".

Nesta estrutura o usuário da camada de rede que deseja a troca de dados no ambiente inter-redes deve conhecer o NSAP do usuário remoto com o qual a comunicação é desejada. Este endereço é fornecido à camada de rede através das primitivas de serviço de interface, que o envia ao(s) sistema(s) intermediário(s) da sua sub-rede através dos campos adequados do protocolo de rede. O SNPA do sistema intermediário a ser utilizado deve ser conhecido através dos mecanismos de roteamento internos da sub-rede [12].

O sistema intermediário deve, por sua vez, identificar o próximo sistema intermediário para o qual a mensagem deve ser transmitida. Esta tarefa consiste em determinar o SNPA deste próximo sistema intermediário a partir dos campos de identificação de país, organização e sub-rede do NSAP remoto. Esta determinação pode ser feita com o auxílio de tabelas fixas ou de mecanismos de roteamento que atuam entre os sistemas intermediários [13, 14].

Repetindo-se este processo, a mensagem deve chegar até o sistema intermediário interligado à sub-rede na qual localiza-se o usuário destinatário da mensagem. Neste momento, o sistema intermediário localiza a estação destino da mensagem através do campo SNPA do NSAP e esta, ao receber a mensagem encaminha-a ao seu destinatário.

O formato utilizado pelo NSAPs de acordo com o perfil BRISA é mostrado pela figura 7.

1	2	2	2	8	1	Octetos
AFI	DCC	Org-id	Subnet-id	SNPA	NSAP-Selector	

AFI - Authority and Format Identifier - 49 (hexadecimal)
DCC - Data Country Code - 0724 (hexadecimal)
Org-id - Identificador de Organização
Subnet-id - Identificador de Sub-Rede
SNPA - Ponto de Interligação à Sub-Rede
NSAP-selector - Seletor do NSAP

Figura 7 - Formato do NSAP no Perfil BRISA

O código de "org-id" é universalmente designado por uma autoridade de registro designada pela ISO de acordo com a recomendação ISO 6523 [28].

Além das características aqui descritas, o perfil BRISA também contempla a utilização de protocolos de roteamento de modo a permitir que sistemas intermediários de diferentes fabricantes possam conviver fazendo um uso eficiente dos recursos de comunicação. No entanto, a discussão completa destes mecanismos transcende o espaço deste artigo.

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento de perfis funcionais é hoje considerado indispensável para obter-se a interoperabilidade de equipamentos heterogêneos. Esta necessidade se acentua num ambiente inter-redes onde se encontra uma enorme variedade de equipamentos e de protocolos sempre presentes.

O trabalho aqui apresentado mostra que o desenvolvimento de protocolos padronizados já atingiu o grau de maturidade mínimo necessário para que os aspectos peculiares daquele ambiente sejam abordados.

Naturalmente isto não significa que todos os problemas estejam resolvidos. Diversos aspectos relevantes ainda encontram-se em fase de estudos, tais como os protocolos de roteamento entre sistemas intermediários, as funções e protocolos de gerenciamento, a convivência de redes com diferentes tipos de serviços, etc.

O perfil adotado e descrito neste artigo corresponde à necessidade de comunicação fim-a-fim entre usuários de redes heterogêneas num prazo relativamente curto. Naturalmente este perfil não permite a comunicação com aplicações localizadas num ambiente público, como o MHS, por exemplo, que adotam um perfil diferente para as camadas de transporte e de rede. Este problema só deverá ser superado com o aperfeiçoamento dos perfis inter-redes

orientados à conexão.

Dentro da sua vocação de promotora da interoperabilidade, a BRISA deve continuar aperfeiçoando este perfil, mantendo-o na corrente das tendências tecnológicas. Ao mesmo tempo planeja criar serviços de testes que auxiliam no desenvolvimento de produtos compatíveis com estes perfis e permitam verificar a conformidade das implementações realizadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ISO. Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Internal Organization of the Network Layer. ISO International Standard 8648, 1988, 34p.
- [2] Svodobova, Liba et al. Heterogeneity and OSI. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, V.8, no.1, January 1990, 13p.
- [3] Burg, Fred M., Di Iorio, Nicola. Networking of Networks: Interworking According to OSI. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, v.7, no.7, September 1989. 12p.
- [4] BRISA. Serviço de Transporte Orientado à Conexão sobre Serviço de Rede sem Conexão. Parte 1: Características Gerais e Independentes de Sub-Rede. Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, 1990, 22p.
- [5] BRISA. Serviço de Transporte Orientado à Conexão sobre Serviço de Rede sem Conexão. Parte 2: Características Específicas para Sub-Redes CSMA/CD. Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, 1991, 24p.
- [6] BRISA. Serviço de Transporte Orientado à Conexão sobre Serviço de Rede sem Conexão. Parte 3: Características Específicas para Sub-Redes Comutadas por Pacotes (X.25). Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, 1991, 45p.
- [7] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Network Service Definition. ISO International Standard 8348, 1987, 25p.
- [8] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Network Service Definition - Adendum 1: connectionless - mode transmission. ISO International Standard 8348/Add.1, 1987, 13p.
- [9] ISO/IEC. Definition of the Relaying Function of a Network Layer Intermediate System. ISO Draft Proposal 10028, 1988, 52p.

- [10] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Network Service Definition - Addendum 2: Network Layer Addressing. ISO International Standard 8348/DAD2, 1985, 34p.
- [11] U.S. Department of Commerce; National Bureau of Standards. Implementation Agreements Among Participants of OSINET. ____, NBSIR 86-3478-7, 1988, 78p.
- [12] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - End Systems to Intermediate System Routing Exchange Protocol for Use in Conjunction with the Protocol for the Provision of the Connectionless Network Service. ISO DIS 9542, 1987, 50p.
- [13] ISO/IEC. Information Processing Systems - Telecommunications Information Exchange Between Systems. Inter-Domain Intermediate Systems Routing. ISO/IEC JTC1/SC6/WG2, N 324, 1989, 78p.
- [14] ISO/IEC. Information Processing Systems - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Intra-Domain IS-IS Routing Protocol - ISO/IEC JTC1/SC6/WG2 N 323, 1989, 129p.
- [15] ISO. Information Processing Systems - International Standards Profile - Taxonomy of Profiles. ISO DTR 10000-2, 1989, 17p.
- [16] ISO. Information Processing Systems - Local Area Networks - Logical Link Control. ISO 8802-2, 1988, 111p.
- [17] ISO/IEC. Information Processing Systems - Data Communications - Use of the X.25 PLP in Local Area Networks - ISO/DIS 8881.3, 1989, 6p.
- [18] ISO. Information Processing Systems-Data Communications- Operation of an X.25 Interworking Unit. ISO/TR 10029, 1988, 5p.
- [19] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Use of the X.25 to Provide the OSI Connection-Mode Network Service. ISO/DIS 8878, 1987, 63p.
- [20] ISO. Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Protocol for Providing the Connectionless Transport Service. ISO International Standard 8602, 1987, 14p.
- [21] ANSI/IEEE. IEEE Sub-Network Access Protocol (título provisório) IEEE 802.1, supplement A.

- [22] MAP/TOP Users Group of SME, "Manufacturing Automation Protocol Specification Version 3.0". ____, 1987.
- [23] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - X.25 Packet Level Protocol for Data Terminal Equipment. ISO International Standard 8208, 1987, 147p.
- [24] ISO/IEC. Information Technology - Telecommunication and Information Exchange Between Systems - The Structure and Coding of Link Service Access Point Addresses in Local Area Networks. ISO/IEC PDTR 10178, 1989, 9p.
- [25] ISO. Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Transport Service Definition. ISO 8072, 1986, 16p.
- [26] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Protocol for Providing the Connectionless-mode Network Service. ISO 8473, 1988, 51p.
- [27] ISO/IEC. Information Processing Systems - Data Communications - Network/Transport Protocol Interworking Specification. ISO/IEC DTR 10172, 1990, 17p.
- [28] ISO. Data Interchange - Structure for the Identification of Organizations. ISO 6523, 1984, 9p.