

INTERCONEXÃO DE REDES DE COMPUTADORES

PADRONIZAÇÃO E ASPECTOS TÉCNICOS

Wagner Luiz Zucchi

Sumário: O presente artigo apresenta o trabalho realizado pela BRISA - Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos para a definição de um perfil de protocolos adequado ao ambiente inter-redes. Os aspectos técnicos que envolvem a comunicação neste ambiente são discutidos e as soluções adotadas apresentadas

1. INTRODUÇÃO

O explosivo crescimento do uso de redes de computadores, quer locais, quer de longa distância, 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 diminui 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. De fato, mesmo neste caso os seguintes problemas devem ser resolvidos pelos sistemas intermediários:

- a) Os protocolos das diversas camadas podem oferecer diferentes serviços com diversos perfis de operação. Além disso, um mesmo protocolo pode operar com diferentes versões representativas dos seus estágios de evolução.
- b) Definição e reconhecimento de um amplo esquema de endereçamento que permita a comunicação fim-a-fim entre usuários de forma transparente em relação aos formatos de endereços particulares utilizados pelas redes interconectadas.

c) Utilização de algoritmos de roteamento padronizados que permitam a convivência de sistemas intermediários de diferentes procedências e façam o melhor uso possível dos recursos de comunicação das redes interconectadas.

Além destes problemas é claro que a solução de interconexão de redes não pode se limitar ao ambiente de rede OSI, pois a existência de redes com outras arquiteturas ou não totalmente compatíveis com os protocolos OSI não pode deixar de ser considerada.

Assim, por exemplo, a inexistência no Brasil de uma rede de transmissão de dados que ofereça um dos serviços OSI na camada de rede (serviço orientado à conexão ou serviço sem conexão) é um fator relevante no desenvolvimento de uma arquitetura para o ambiente inter-redes.

Atenta a estes problemas, a BRISA - Sociedade Brasileira para Interconexão de Sistemas Abertos, desenvolveu junto com fabricantes e usuários de redes de computadores um perfil do ambiente inter-redes. O objetivo deste artigo é mostrar as tendências de evolução nesta área, os problemas enfrentados pelas diversas soluções possíveis e as características principais do perfil desenvolvido.

A discussão deste perfil num ambiente mais amplo que o da associação é importante pela expectativa de surgimento de produtos conforme ao perfil elaborado, e pela divulgação dos protocolos compreendidos pela arquitetura proposta.

Com estes objetivos em vista, este artigo é organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a terminologia e 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 diversas combinações que permitem oferecer um dos serviços da camada de rede definidos pela ISO [2,3]. O conceito de "serviço interno da camada de rede" [4], 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 [5] e semelhante ao utilizado pela OSINET [6] 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 situa-se dentro da camada de rede. Ao definir explicitamente a natureza fim-a-fim do serviço de rede [1], e ao declarar sua não intenção de padronizar funções de conversão de protocolo em nível de transporte [10], 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, 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").

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.

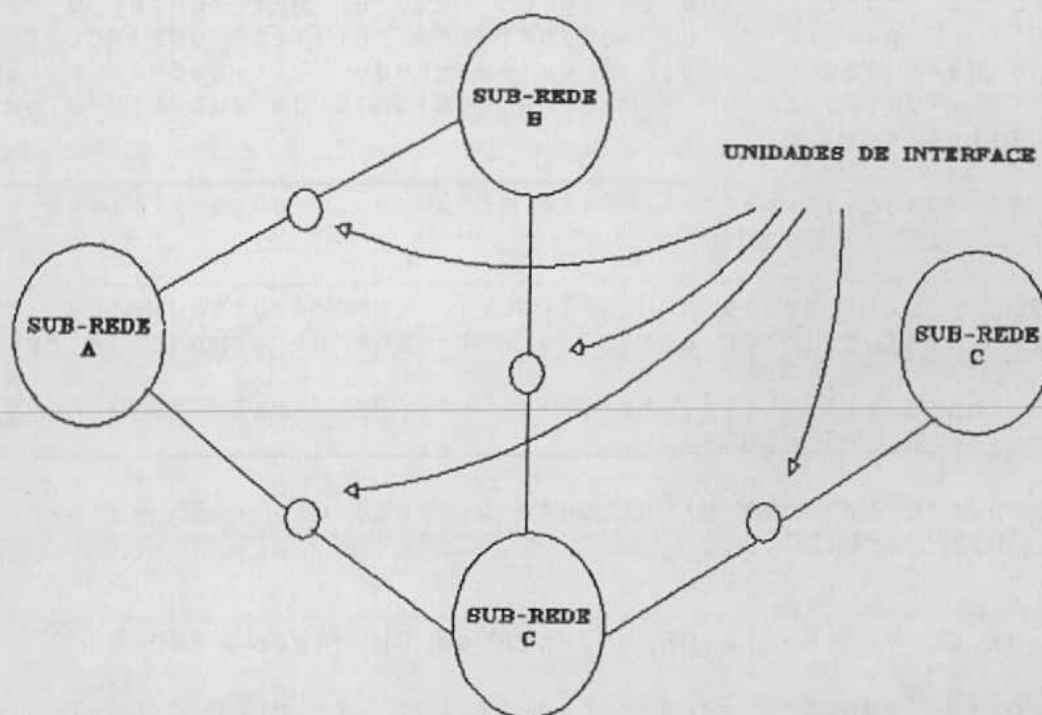


Figura 2 - Constituição Física do Ambiente Inter-Redes

Observa-se que neste modelo é impossível a ligação direta entre duas unidades de interface. 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 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.
- ligação ponto-a-ponto utilizando o protocolo X.25 versão 1984 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.

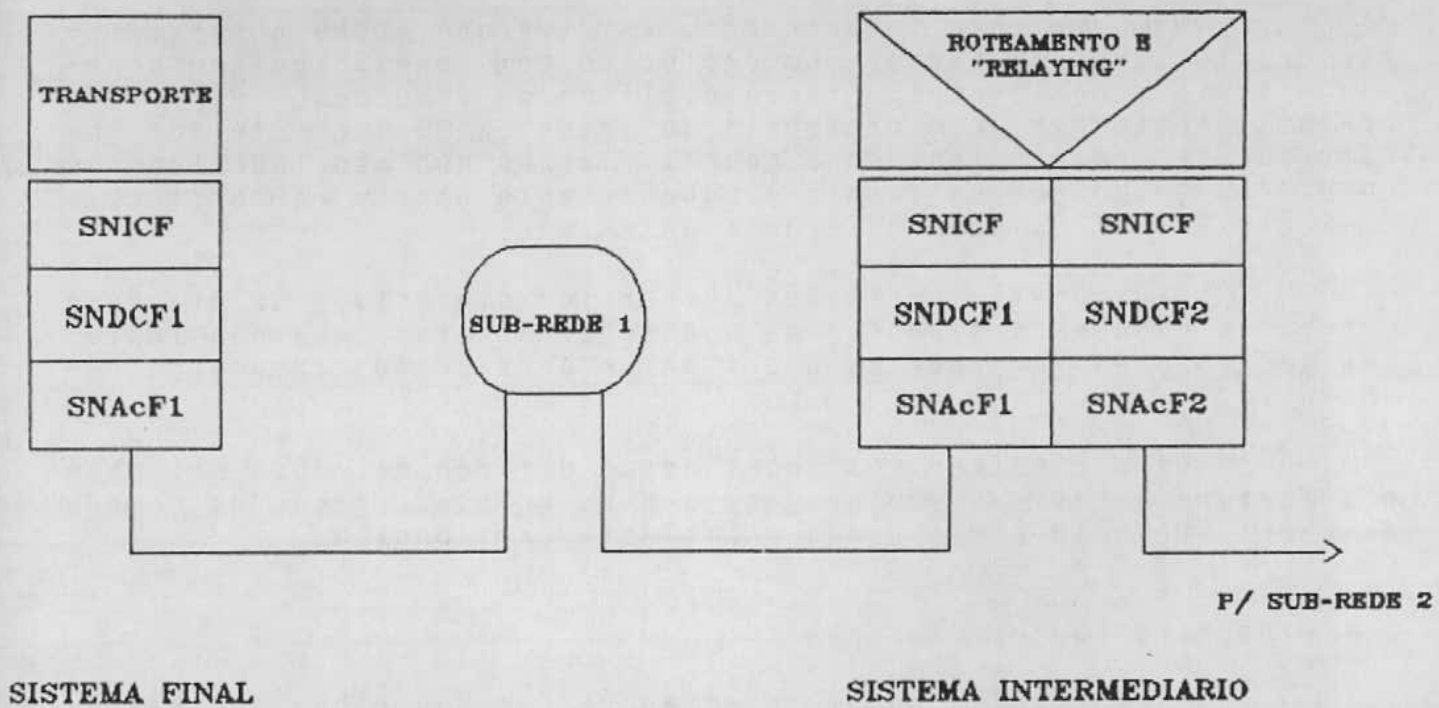


Figura 3 - Arquitetura da Ligação Inter-Redes

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 da 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 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. No caso específico do perfil BRISA são as redes locais que devem ser alteradas para operar com este serviço.

A possibilidade do uso do X.25 nível 3 em redes locais é considerada pela ISO na recomendação 8881 [12]. 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 [13].

Nas redes de longa distância, o protocolo X.25 versão 1980 (utilizado na RENPAC) é insuficiente para fornecer todos os recursos do serviço ISO 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) [14].

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

SISTEMA FINAL
(REDE LOCAL)

SISTEMA INTERMEDIARIO

SISTEMA FINAL
(REDE DE LONGA DISTANCIA)

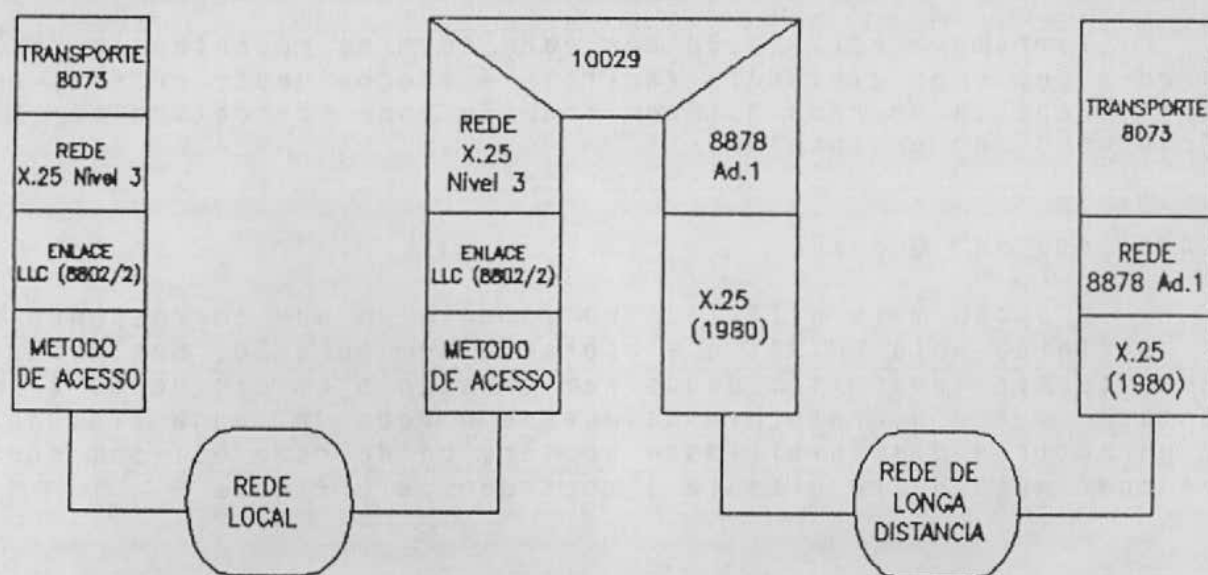


Figura 4 - Configuração do Ambiente Inter-Rede para o Serviço com Conexão

A desvantagem desta estrutura é a relativa complexidade das camadas inferiores. 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 torna 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.

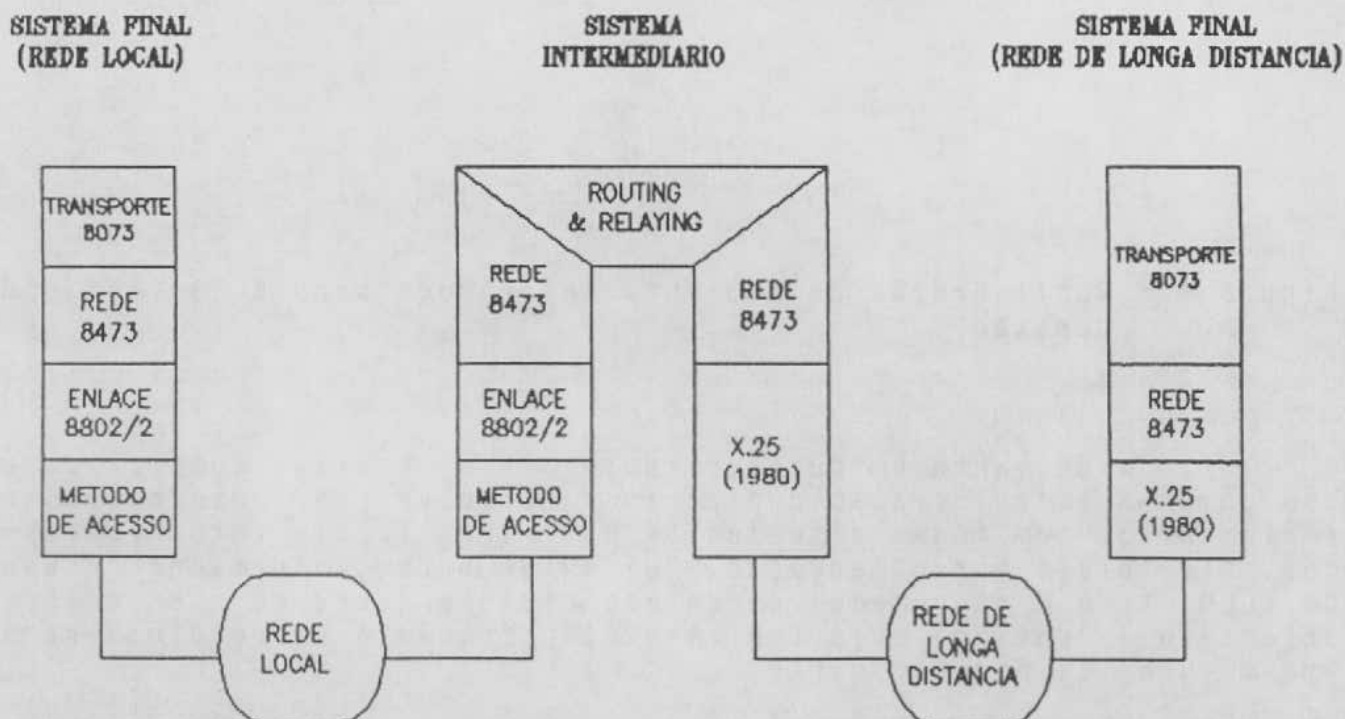


Figura 5 - Configuração do Ambiente Inter-Rede para o Serviço sem Conexão

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 [16] 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 [15] deve ser utilizado.

Cabe ainda ressaltar que este perfil é compatível com arquiteturas atualmente em uso, como a definida pelo grupo MAP [16], 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.

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 [4] 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 parcelas 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. 4 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.

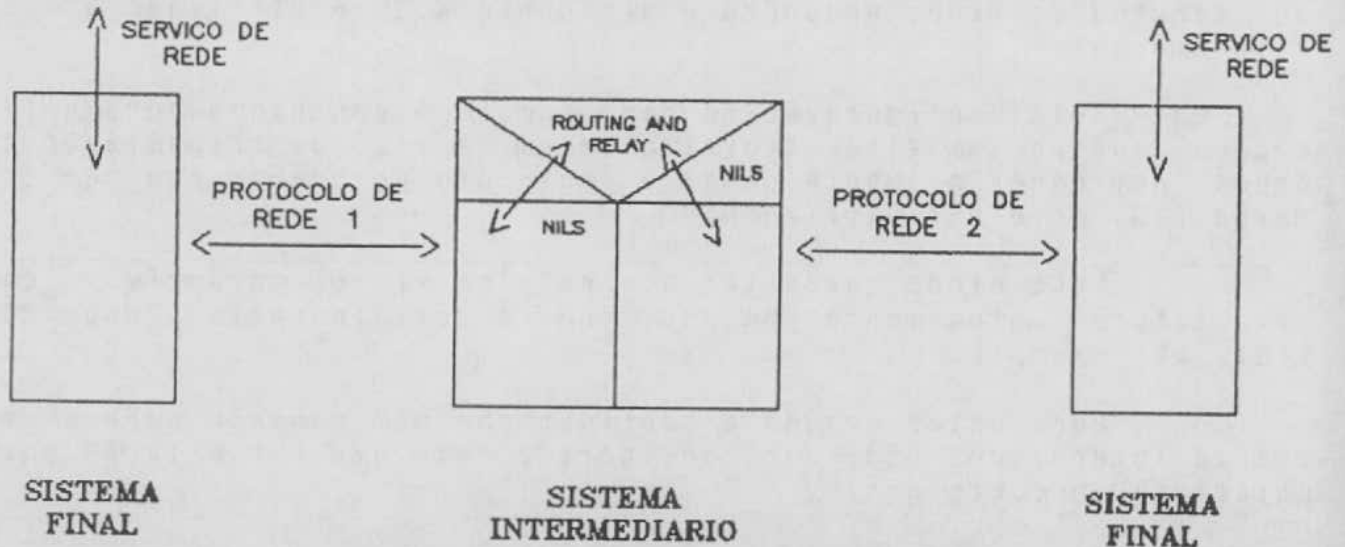


Figura 6 - Conexão de Sistemas Finais e Intermediários com Auxílio do "Serviço Interno da Camada de Rede" (NILS)

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 [18]. 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.	NI.CONNECT.request		CALL REQUEST com fast select		
		NI CONNECTION ID		Não Aplicável	1
		CALLED ADDRESS		CALLLED ADDRESS EXTENSION FACILITY	
		CALLING ADDRESS		CALLING ADDRESS EXTENSION FACILITY	
		RECEIPT CONFIRM. SELECTION		bit D	
		EXPEDITED DATA SELECTION		EXPEDITED DATA NEGOCIATION FACILITY	
		QOS PARAMETERS		QOS FACILITIES	2
		NS_USER_DATA		CALL USER DATA FIELD	3
		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. O parâmetro NI CONNECTION ID não possui correspondência no serviço de rede. Ele corresponde a um identificador global das conexões de rede que não possui representação específica. As conexões de rede são identificadas nos sistemas intermediários através de "network hop end-points" (NHEP) que são mapeados um-a-um com os canais lógicos em cada instante..

2. 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.
3. 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 8473 em todas as sub-redes interconectadas. Neste caso o mapeamento entre o CLNS, as primitivas do NLS e as PDUs do protocolo são mostradas na tabela 2.

Primitiva CONS	Primitiva NLS	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	
		QOS PARAMETERS		Não Utilizado	1
		CL_NS-User_data		DATA	2
		NI Segmentation			3
		NI CL Control			(estudos posteriores)

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

NOTAS:

1. ISO DP 10028 considera o detalhamento de parâmetros de qualidade de serviço para protocolo sem conexão como "para estudos posteriores". Estas opções são desconsideradas caso sejam utilizadas pelo 8473.
2. O tamanho do campos de dados pode variar de 1 a 64.512 octetos inclusive. Este dados podem ser segmentados durante a transmissão.
3. 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.

A configuração de protocolos utilizada é a mostrada pela figura 5.

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 [5]. 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 [7].

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 sistemas 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 [8,9].

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-Selection	

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

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, o uso do serviço orientado à conexão, 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.

8. AGRADECIMENTO

Agradecemos à BRISA pelo apoio e incentivo na preparação deste trabalho e aos membros da comissão técnica de perfis de transporte pelo valioso esforço de elaboração do perfil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ISO. Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Internal Organization of the Network Layer. ISO International Standard 8648, 1988, 34p.
- [2] _____. Information Processing Systems - Data Communications - Network Service Definition. ISO International Standard 8348, 1987, 25p.
- [3] _____. Information Processing Systems - Data Communications - Network Service Definition - Adendum 1: connectionless - mode transmission. ISO International Standard 8348/Add.1, 1987, 13p.
- [4] ISO/IEC. Definition of the Relaying Function of a Network Layer Intermediate System. ISO Draft Proposal 10028, 1988, 52p.
- [5] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Network Service Definition - Addendum 2: Network Layer Addressing. ISO International Standard 8348/DAD2, 1985, 34p.
- [6] U.S. Department of Commerce; National Bureau of Standards. Implementation Agreements Among Participants of OSINET. ____, NBSIR 86-3478-7, 1988, 78p.
- [7] 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.
- [8] ISO/IEC. Information Processing Systems - Telecommunications Information Exchange Between Systems. Inter-Domain Intermediate Systems Routing. ISO/IEC JTC1/SC6/WG2, N 324, 1989, 78p.
- [9] 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.
- [10] ISO. Information Processing Systems - International Standards Profile - Taxonomy of Profiles. ISO DTR 10000-2, 1989, 17p.
- [11] ISO. Information Processing Systems - Local Area Networks - Logical Link Control. ISO 8802-2, 1988, 111p.

- [12] ISO/IEC. Information Processing Systems - Data Communications - Use of the X.25 PLP in Local Area Networks - ISO/DIS 8881.3, 1989, 6p.
- [13] _____. Information Processing Systems - Data Communications - Operation of an X.25 Interworking Unit. ISO/TR 10029, 1988, 5p.
- [14] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - Use of the X.25 to Provide the OSI Connection-Mode Network Service. ISO/DIS 8878, 1987, 63p.
- [15] ISO. Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Protocol for Providing the Connectionless Transport Service. ISO International Standard 8602, 1987, 14p.
- [16] ANSI/IEEE. IEEE Sub-Network Access Protocol (título provisório) IEEE 802.1, supplement A.
- [17] MAP/TOP Users Group of SME, "Manufacturing Automation Protocol Specification Version 3.0". ____, 1987.
- [18] ISO. Information Processing Systems - Data Communications - X.25 Packet Level Protocol for Data Terminal Equipment. ISO International Standard 8208, 1987, 147p.
- [19] 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.