2. Modelo de Referência OSI

Podemos dividir os computadores em **sistemas abertos** e sistemas fechados, conforme sejam feitos para se comunicarem com o resto do mundo ou sejam autosuficientes. Como os sistemas abertos têm tudo que os sistemas fechados têm, mais a capacidade de comunicação fica claro que seu projeto é mais complexo. Neste curso vamos nos limitar a estudar essa parte que os sistemas abertos têm a mais.

Toda comunicação entre duas entidades segue um ritual, ou **protocolo**. Se duas pessoas falam ao telefone, por exemplo, uma deve falar enquanto a outra ouve e, em seguida, elas trocam de papel. O protocolo deve ser obedecido por ambas as partes para que a comunicação seja realizada com sucesso. No caso de comunicação entre computadores o projeto desse protocolo deve ser rigoroso (com o uso das ferramentas descritas no próximo capítulo) pois eles não têm a flexibilidade das pessoas para enfrentar situações inesperadas.

Na década de 70 se tornou óbvio que um número excessivo de protocolos diferentes tornava praticamente impossível a construção de redes heterogêneas. Não havia nem mesmo um vocabulário comum que pudesse ser usado para comparar diferentes soluções. Foi então elaborado pela Organização Internacional de Padrões (International Standards Organization - ISO) um **modelo de referência** para interconexão de sistemas abertos: o **OSI-RM** (Open Systems Interconnection Reference Model). Toda rede de computadores pode ser encaixada, com maior ou menor facilidade, no modelo de referência OSI e comparada de maneira coerente com outras redes. Em seguida, a ISO iniciou o desenvolvimento de uma série de padrões (que, é claro, se encaixam no modelo de referência) chamados padrões OSI. Existe muita confusão entre o OSI-RM e os padrões OSI (alguns dos quais ainda estão em desenvolvimento). Diversos fabricantes espertos se aproveitaram disso para afirmar que suas redes seguem "o padrão OSI" só por se encaixarem no modelo de referência (como qualquer outra rede) quando na realidade seguem padrões próprios.

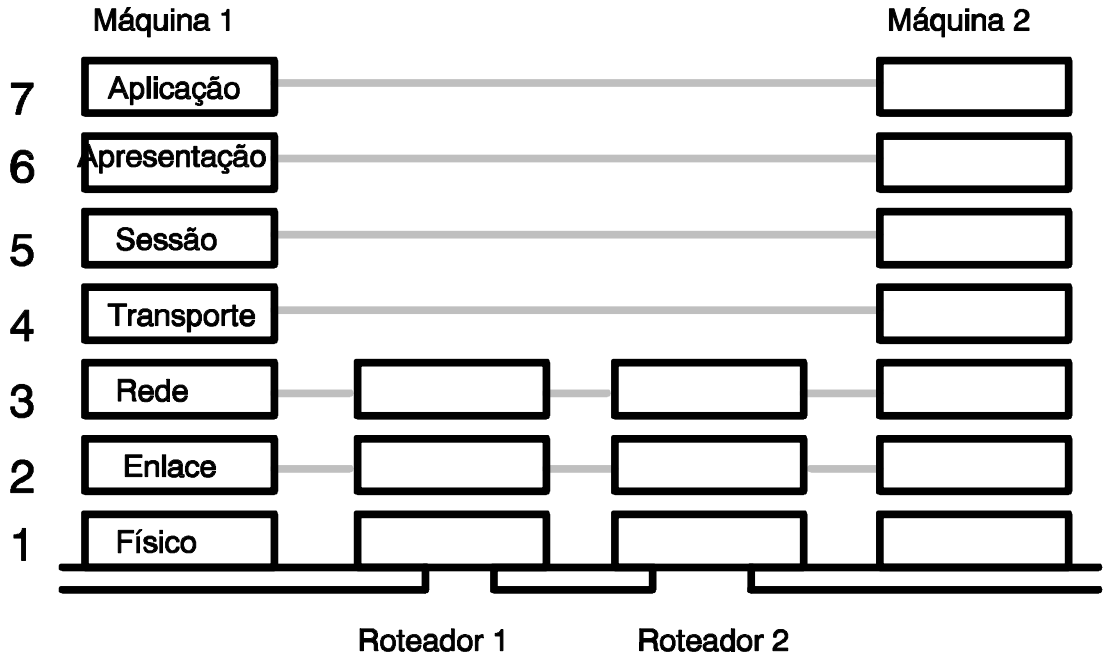


Figura 2.1 - Modelo de Referência OSI

2.1. Pilha de Protocolos

O número de coisas distintas que a maioria das pessoas pode lembrar simultaneamente é em torno de sete. Logo, a única maneira de se entender algo bastante complexo é quebrá-lo em um número pequeno de componentes mais símples, entender o relacionamento entre eles e, finalmente, estudar cada pedaço individualmente. A figura 2.1 mostra como isso foi feito no caso dos sistemas abertos.

Cada máquina é dividida em sete níveis (ou camadas) formando o que chamamos de **pilha de protocolos**. Quando as máquinas se comunicam através de intermediários, não é necessário que estes nós intermediários tenham todas as sete camadas. A figura mostra **roteadores** com apenas as tres camadas inferiores. Nós com apenas duas camadas são chamados de **pontes**, enquanto que os **portais** (gateways) normalmente têm quatro ou mais níveis.

O único nível em que os computadores estão realmente ligados é o Físico, que também é o único lugar da rede que envolve hardware. Ao contrário da impressão que a maioria das pessoas tem do assunto, redes de computadores é um tema essencialmente de software.

É interessante observar que até o nível 3 a comunicação se dá com o vizinho imediato envolvendo, então, **protocolos par a par**. Já nas camadas 4 em diante temos os **protocolos de ponta a ponta**.

2.2. Camada Física

A ligação real entre duas máquinas é definida pela camada Física. Coisas como especificações elétricas e mecânicas, formas de onda e detalhes semelhantes devem ser rigorosamente definidas para que equipamentos de fabricantes diferentes possam ser interligados.

2.3. Camada de Enlace

O protocolo de baixo nível que permite a troca de informações entre computadores físicamente ligados é definido no nível de Enlace, ou de Ligação Lógica. A camada de Enlace nos permite ignorar os detalhes referentes à **topologia** da rede, apresentando uma rede lógica onde cada máquina tem uma ligação dedicada com cada outra máquina da rede.

2.4. Camada de Rede

Quando uma mensagem não pode ser enviada diretamente ao seu destino, o nível de Rede permite que nós intermediários cooperem para que a comunicação seja possível. Nas redes de longa distância onde o nível de Enlace é muito simples e não pode "esconder" a topologia é o nível de Rede que assume este papel. Já nas redes locais, com suas topologias mais símples e diretas, o problema de nós intermediários só aparece quando diversas redes são interligadas para formar uma superrede, o que leva vários autores a afirmarem (de maneira simplista) que o nível 3 não é usado em redes locais.

2.5. Camada de Transporte

A camada de Transporte apresenta para as camadas superiores uma rede ideal - sem informações extraviadas ou fora de ordem, nem limitações de tamanho de pacote. Também é feito um **controle de fluxo** ponta a ponta para garantir que uma máquina não envie mais dados do que outra possa receber.

2.6. Camada de Sessão

Existe uma estrutura lógica, um protocolo de alto nível, na comunicação entre dois computadores. Certos pontos da "conversa" são significativos. Num caixa eletrônico, por exemplo, a mensagem que debita um valor de uma conta e a que deposita o valor em outra devem formar um conjunto único para

que uma falha na comunicação não faça com que o primeiro comando seja efetuado e o segundo não. Uma sessão pode ser criada, por exemplo, quando alguem digita uma senha e serve para qualificar as mensagens que seguem.

2.7. Camada de Apresentação

Muitos códigos diferentes são usados para representar dados manipulados por computadores. As letras do alfabeto, por exemplo, são representadas pelo código ASCII na maioria dos computadores, mas o código EBCDIC é mais popular em computadores de grande porte. A camada de Apresentação serve como tradutor para contornar essas diferenças.

2.8. Camada de Aplicação

As atividades para as quais a rede foi desenvolvida (transferência de arquivos, correio eletrônico, execução remota de programas e outros) fazem parte da camada de Aplicação. A parte dos programas em cada máquina que não lidam diretamente com comunicação não fazem parte da camada de Aplicação e não serão tratados neste curso por serem iguais aos programas equivalentes em sistemas fechados. Apesar destes programas não fazerem parte do ambiente OSI, é importante lembrar que eles existem já que é neles que se inicia a maior parte das atividades que estudaremos.

2.9. Estrutura da Camada

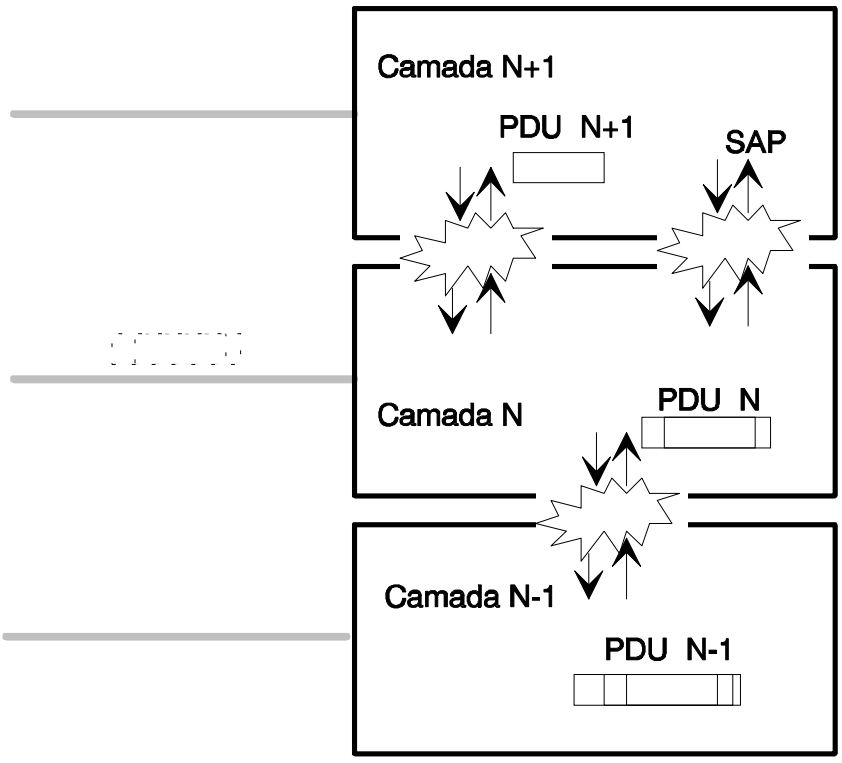


Figura 2.2 - Estrutura da Camada

A figura 2.2 mostra com um pouco mais de detalhes uma camada intermediária da figura 2.1. As

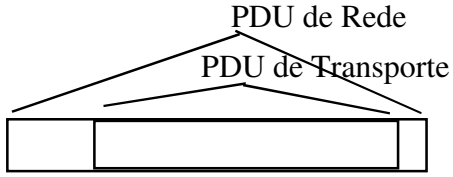
linhas cinzas mostram apenas comunicação lógica; a comunicação que realmente ocorre é entre uma camada e suas vizinhas através dos Pontos de Accesso a Serviço - **SAP** (Service Access Points). Como isso é realmente feito (interrupções, chamadas de subrotinas ou um mecanismo de comunicação intertarefas qualquer) não é especificado e pode variar de implementação para implementação. O que importa é que essa comunicação deve obedecer um protocolo padrão, o que não só simplifica o projeto mas permite que uma camada seja trocada por outra equivalente sem que as demais tenham que ser alteradas.

Uma camada, então, deve obedecer dois protocolos diferentes: um para conversar com a camada inferior e outro para a camada superior. Na prática, porém, existe um terceiro protocolo muito mais importante - existe uma comunicação lógica com a camada equivalente na outra máquina através da troca de Unidades de Dados de Protocolo - **PDU** (Protocol Data Units). O PDU gerado em uma camada é, na realidade, enviado para a camada inferior, mas podemos ignorar esse fato já que ele vai "de algum jeito" aparecer na camada equivalente no outro computador. Assim, uma mensagem nasce no nível 7 em um ponto da rede e vai descendo até chegar ao nível Físico e passar para o nível 1 da outra máquina onde sobe até chegar à camada 7 desta. É conveniente para o estudo de uma camada esquecer tudo isso e imaginar que o nível 7 de um computador troca PDUs diretamente com o nível 7 do outro. Uma das razões pelas quais isso é possível é a modularidade dos protocolos. Podemos observar que o PDU N gerado contém o PDU N+1 e mais algumas informações. O conteudo do PDU N+1 é totalmente ignorado pela camada N e pode ser estudado separadamente. Por outro lado, as informações adicionais que a camada N acrescenta são lidas e retiradas pela camada N da outra máquina e nunca são "vistas" pela camada N+1 desta.

O que foi apresentado é mais complicado, na prática, por técnicas como segmentação e blocagem (que ignoraremos por enquanto). Outra simplificação é a ideia que cada camada simplesmente aumenta as PDUs geradas nas camadas superiores - muitas vezes PDUs podem ser gerados dentro de uma camada intermediária para implementar o seu protocolo.

Exercícios

1. Se representarmos o PDU (unidade de dados de protocolo) da Camada de Transporte por um retângulo, podemos indicar a PDU da Camada de Rede por:

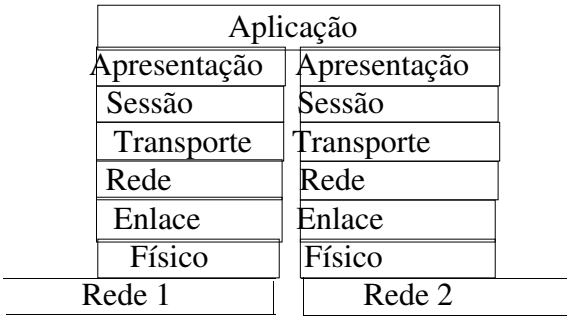


Como, então, deve ser representado o pacote que circula pelo meio físico da rede?

Qual é a vantagem de uma camada poder encarar a PDU da camada superior como uma "caixa preta"?

2. Qual é a função de cada uma das camadas definidas no modelo de referência OSI?

3. Um computador está ligado a uma rede Ethernet e se comunica com outro computador que se conecta a uma rede Token Ring. A rede Token Ring está ligada a uma outra Ethernet através de um roteador, e esta segunda Ethernet está ligada à primeira por uma ponte. Faça um diagrama desta instalação indicando as camadas do Modelo de Referência OSI como ilustrado no exemplo a seguir de um gateway:



Gateway