

# Teleprocessamento e Redes

## Universidade Católica do Salvador

### Aula 05 - OSI - O modelo em camadas da ISO

#### Objetivo :

Nesta aula, vamos conhecer o sistema desenvolvido pela ISO para a interconexão de sistemas abertos. Sua estrutura em camadas será explicada e detalhada durante todo o decorrer deste curso.

#### Roteiro da Aula :

Antes de mais nada, temos que entender o que significa um "modelo em camadas". Para entender a necessidade de um modelo em camadas, temos que lembrar das instalações de informática nas organizações em todo o mundo : é muito comum encontrarmos equipamentos dos mais diversos fabricantes convivendo juntos em uma única organização, trocando informações e às vezes até operando em conjunto.

Para que um ambiente como este, tipicamente heterogêneo, possa existir, é necessária a padronização. Porém, padronizar todo o equipamento pode ser complicado, devido às diversas funções específicas de cada componente em uma comunicação de dados. Por isto, define-se um modelo em camadas sobrepostas, onde cada camada têm a função de oferecer serviços às camadas superiores. Desta forma, uma determinada camada não precisa se preocupar com os detalhes dos serviços oferecidos pela camada inferior nem com a implementação destes serviços.

#### A Comunicação Virtual :

Embora o modelo em camadas realize a comunicação entre o transmissor e o receptor com base na troca de informações entre as diversas camadas de cada um dos equipamentos, existe uma "comunicação virtual" entre a camada  $n$  do transmissor e a camada  $n$  do receptor. Isto significa que, quando uma determinada camada  $n$  prepara uma mensagem para encaminhamento para a camada inferior, ela considera que as informações estão sendo encaminhadas diretamente para a camada  $n$  do outro lado. As regras de conversação existentes em uma determinada camada  $n$  são conhecidas como **protocolo de camada  $n$** .

Cada camada é responsável pela execução de diversos processos, que realizam a comunicação propriamente dita. Estes elementos, também conhecidos como **entidades**, como veremos mais tarde, se comunicam entre si na máquina transmissora e receptora, sendo chamados de **processos parceiros** quando estão na mesma camada.

Na figura a seguir, podemos ver a representação da comunicação virtual entre camadas iguais do transmissor e receptor. Na verdade, sabemos que a troca de informação ocorre através do deslocamento da informação para as camadas inferiores, até o meio físico, onde a informação atinge a máquina destinatária. Sendo assim, podemos dizer que a única camada que se comunica diretamente com sua parceira é a camada física.

Não por acaso, adotamos na representação um número de sete camadas, já que esta é a quantidade de camadas adotada pelo modelo OSI, que estudaremos durante esta aula.

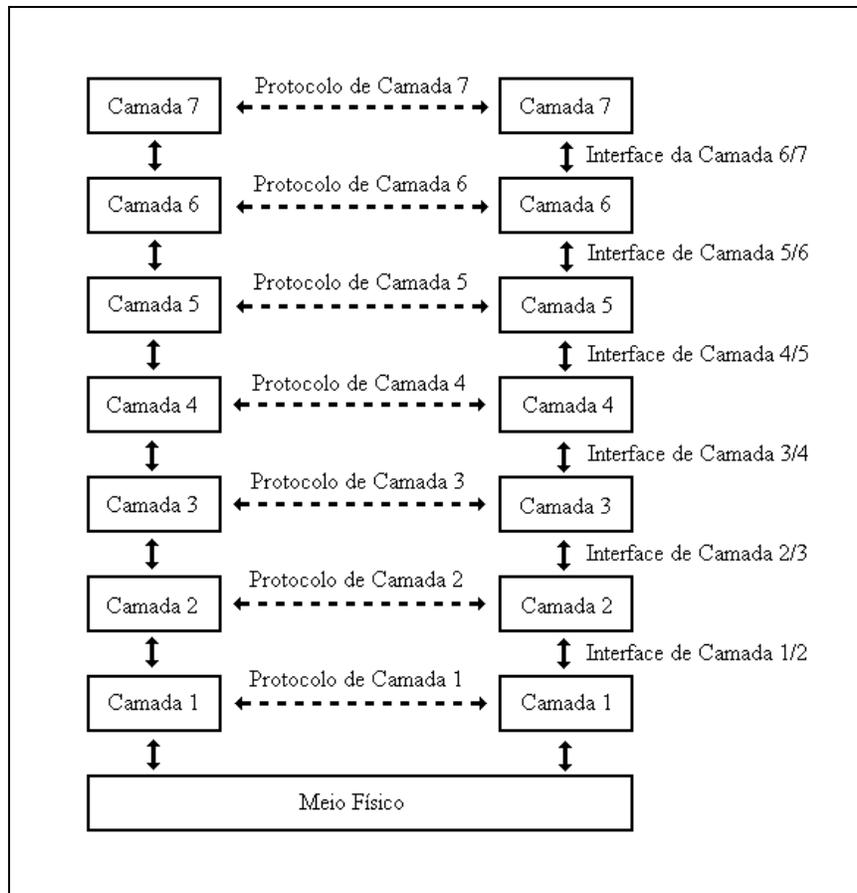


Figura 5.1 - Representação da Comunicação Virtual no modelo em camadas.

Outra informação importante diz respeito à comunicação entre camadas adjacentes : existe uma interface entre cada par de camadas, que provê o meio para a transferência de informações entre elas. Como veremos posteriormente, um dos princípios da definição de um modelo qualquer em camadas é reduzir o tráfego de informação nas interfaces. Isto garante maior simplicidade na elaboração de cada uma das camadas, que podem ter funções bem definidas.

Este tipo de preocupação faz com que a troca da implementação de uma determinada camada seja bastante simples. Podemos, por exemplo, trocar todas as linhas telefônicas por canais de satélite em um sistema de comunicação baseado no modelo em camadas. Isto inclusive deve ser bastante simples, visto que o meio de comunicação normalmente está definido em uma ou poucas das camadas inferiores, o que não influencia o trabalho das camadas superiores.

#### **Cabeçalhos inseridos em cada camada :**

Para que as diversas camadas do receptor sejam capazes de interpretar a informação enviada pelo transmissor, geralmente é necessário o acréscimo de informações de controle às mensagens transmitidas das camadas superiores para as inferiores. Um exemplo típico ocorre no modelo de sete camadas.

Além disto, pode ocorrer a sub-divisão de mensagens. No modelo OSI, que estudaremos a seguir, as camadas 7, 6, 5 e 4 modificam a mensagem recebida para transmissão, porém têm capacidade de tratar com mensagens de qualquer tamanho. No entanto, a camada 4 possui uma limitação de tamanho para tratamento de mensagens. Desta forma, em alguns casos é obrigatória a sub-divisão da mensagem em unidades menores, ao passá-la para camadas inferiores. Este é mais um motivo para a inclusão de cabeçalhos, que

permitem que estas unidades menores sejam corretamente identificadas no receptor, caso as camadas inferiores não mantenham a seqüência durante a transmissão dos segmentos.

Da mesma forma, as camadas inferiores também inserem cabeçalhos por outros motivos, como para checagem de erros, informações de protocolo para a camada parceira do outro lado etc. Sendo assim, obtemos uma comunicação conforme apresentado na figura a seguir. Observe também que a camada 2 acrescenta não só um cabeçalho (*header*) como também um rodapé (*trailer*), antes de entregar a mensagem à camada física para transmissão<sup>1</sup>.

Outro ponto importante é verificar que tudo ocorre ao contrário no momento da recepção. Isto está também demonstrado na figura, que subdivide as camadas em duas colunas nas camadas 2,3 e 4. Veja também que para cada camada, os cabeçalhos inseridos na camada anterior são tratados como dados (áreas marcadas em cinza).

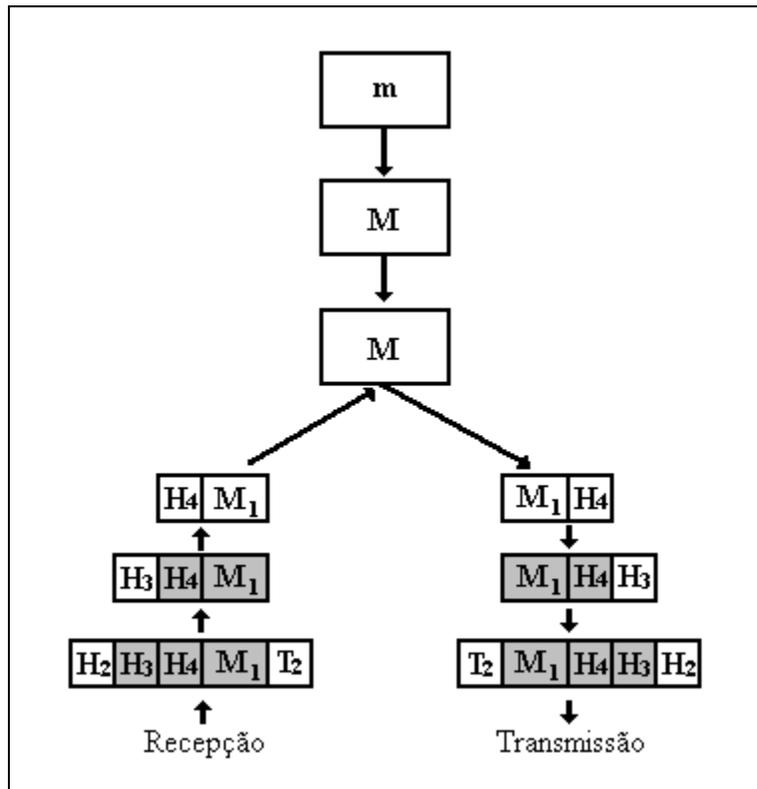


Figura 5.2 - Exemplo típico de modelo de sete camadas, onde estão representadas as alterações ocorridas nas camadas 4, 5 e 6.

### Princípios para Definição do Número de Camadas :

- 1) Cada camada deve desempenhar uma função bem definida : um modelo em camadas precisa ter esta característica, pela própria definição do modelo.
- 2) A função de cada camada deve ser definida buscando, na medida do possível, a compatibilidade com as tecnologias já existentes no mercado : em função do modelo OSI ter sido definido após o estabelecimento de alguns padrões de mercado, este teve que ser adaptado para garantir a compatibilidade, ao menos parcial, com os modelos previamente existentes.

<sup>1</sup> A inserção de um rodapé (mais conhecido como *trailer* na literatura de língua inglesa) normalmente está relacionada à verificação de erros de transmissão. Na verdade, só é tecnicamente possível detectar erros de transmissão após a recepção de toda a mensagem, pois o erro pode ocorrer até o último bit da mesma.

3) As fronteiras entre as camadas devem ser escolhidas de forma a minimizar o fluxo de informações através das interfaces : para simplificar a definição de cada uma das camadas, deve-se reduzir o tráfego de informações entre elas, facilitando o desenvolvimento das interfaces superior e inferior de cada camada.

#### **Questões de Projeto para as camadas :**

1) Estabelecimento de Conexões : em primeiro lugar, temos que saber que, em uma rede, cada equipamento normalmente gerencia diversos processos simultâneos (*multitasking*). Isto permite, por exemplo, que uma determinada estação de uma rede imprima relatórios de outros usuários na impressora conectada à ela, receba mensagens de correio eletrônico e faça uma transmissão de arquivo, tudo isto de forma simultânea.

Sendo assim, cada um dos processos em operação em uma determinada estação precisa garantir a comunicação com os endereços envolvidos na execução daquele processo. Esta garantia vem da **conexão** com os processos destinos, que deve ser estabelecida antes do início de qualquer comunicação.

2) Endereçamento : este aspecto já foi discutido anteriormente, quando estudamos as redes por difusão. Vimos a sua importância para a realização de uma comunicação de dados, já que em uma rede por difusão o meio físico atende simultaneamente a várias estações.

3) Encerramento de Conexões : assim como é necessário estabelecer conexões para que uma comunicação ocorra, também é importante desfazer as conexões assim que a comunicação se encerra. Este aspecto, que é essencial, será visto em maiores detalhes no decorrer de nosso curso.

4) Estabelecimento de Canais Lógicos : em muitas conexões, às vezes é necessário o estabelecimento de mais de um canal de comunicação. Esta situação ocorre normalmente devido à necessidade de estabelecimento de níveis de prioridade diferentes dentro de uma mesma conexão. Desta forma, é muito comum estabelecer diversos canais (geralmente dois - um para dados normais e outro para dados urgentes) por conexão.

5) Controle de Erros : como já sabemos, os circuitos de transmissão não são perfeitos. Isto implica em erros de comunicação. Desta forma, é necessária a implementação de um sistema eficaz de controle de erros. Alguns deles detectam e corrigem o erro sozinhos; outros exigem a retransmissão da parte defeituosa - isto é feito através da identificação do ponto de falha.

6) Ordenação das mensagens : ao enviar informações através de serviços que não garantem a seqüência de entrega, o receptor deve ser capaz de identificar a seqüência correta e armazenar as partes recebidas fora da ordem para posterior ordenação.

7) Controle de Fluxo : este controle evita que um transmissor muito rápido afogue um receptor mais lento, devido à incapacidade deste de processar as informações recebidas na mesma velocidade em que as recebe. Este controle é normalmente feito através do envio de mensagens de *feed-back* do receptor para o emissor.

8) Controle de Tamanho : aqui o ambiente trata mensagens muito grandes, dividindo-as em segmentos menores e mensagens muito pequenas, agrupando-as em apenas um segmento. Isto permite a transmissão de mensagens muito longas e o melhor aproveitamento da banda de passagem no caso da transmissão de diversos segmentos curtos.

9) Multiplexação e Demultiplexação : na interface entre algumas camadas é normalmente necessário agrupar mais de uma conexão em apenas uma ou às vezes o inverso : dividir uma conexão em diversas. Um exemplo é a camada física, onde normalmente todas as conexões são agrupadas em alguns poucos canais físicos. Juntar diversas conexões em apenas uma é um processo conhecido como multiplexação. Já o processo inverso é conhecido como demultiplexação.

10) Escolha da Rota : quando existem diversos caminhos entre origem e destino, deve ser escolhida uma rota. Desta forma, decidir a rota pode envolver fatores como custo e velocidade. Este trabalho, normalmente realizado em mais de uma camada, é conhecido como **roteamento**.

**Resumo das características de cada uma das camadas :**

A **Camada Física** define :

- Quantos volts devem ser usados para representar o **0** e o **1**
- Quantos micro-segundos dura um bit
- Se a comunicação é **SIMPLEX**, **HALF-DUPLEX** ou **FULL-DUPLEX**
- Quantos pinos tem o conector utilizado e qual a função de cada um deles
- Qual o tipo e quais os limites do cabo a ser utilizado

As questões de projeto envolvidas na camada física geralmente estão relacionadas a interfaces mecânicas, elétricas e de procedimentos, além das características do próprio meio físico. Por este motivo, o estudo desta camada faz parte do domínio da engenharia elétrica. Mesmo assim, veremos algumas informações importantes acerca desta camada durante este curso.

A unidade de armazenamento de informação na camada física é o **bit**.

A **Camada de Enlace** tem como principal função transformar a linha física real em uma linha que pareça à camada de rede totalmente imune a erros de comunicação. Para isto ela :

- Fragmenta os dados vindos da camada superior, inserindo delimitadores antes do envio para a camada física. Na prática, embora a camada física não transmita diversos blocos separados (os dados são transmitidos sequencialmente em um bloco único), os delimitadores permitem a identificação dos diversos blocos pela camada de enlace do receptor. Os padrões de bits utilizados nos delimitadores podem ocorrer dentro dos blocos de dados transmitidos, o que implica em cuidados especiais.
- No caso de re-transmissão de um quadro, é importante que o receptor seja capaz de distinguir qual é o segmento correto e qual é o errado.
- Realiza controle de fluxo, evitando o afogamento do receptor por um transmissor mais rápido. Normalmente este tipo de trabalho está conjugado com o tratamento de erros.
- Em caso de transmissão *full-duplex*, ocorre a concorrência entre os dados transmitidos de **A** para **B** com as confirmações de envio de **B** para **A**. Para isto foi inventada uma solução interessante, a **carona**, que veremos posteriormente.

A unidade de armazenamento de informação na camada de enlace é a **frame**, ou **moldura**.

A **Camada de Rede** faz o controle do tráfego dentro das sub-redes. Suas funções são :

- Controle da operação da sub-rede.
- Definir rotas. Estas podem ser **estáticas**, ou seja, baseadas em tabelas definidas pelo administrador da rede ou **dinâmicas**, que são definidas durante a realização do tráfego entre duas ou mais estações. Normalmente quem determina o tipo de rota que deve ser utilizada é o perfil da aplicação utilizada.
- No caso de muitos pacotes simultâneos na sub-rede, estes ficarão engarrafados em determinados pontos. O controle desses congestionamentos também é realizado pela camada de rede.
- Contabilização do uso de recursos da sub-rede. Normalmente associado ao meio utilizado para a transmissão de dados, esta contabilização pode ser utilizada para distribuir os custos de comunicação entre os pontos que o estão utilizando.
- Interligação entre múltiplas plataformas. Isto se traduz na possibilidade de conversão de formatos de endereço, tamanhos de pacote e protocolos.
- Em função das necessidades reduzidas de controle de tráfego em uma sub-rede baseada no modelo por difusão, a camada de rede normalmente é bastante simplificada neste modelo, sendo mais complexa nas redes baseadas no modelo ponto a ponto.

A unidade de armazenamento de informação na camada de rede é o **pacote**.

A **Camada de Transporte** funciona como uma interface entre as três camadas superiores, normalmente formadas por *softwares* especializados e as três camadas inferiores, que normalmente são constituídas em sua grande parte pelos componentes de *hardware* envolvidos. Entre suas responsabilidades estão :

- Receber as informações vindas da camada de sessão e adequá-las ao trabalho da camada de rede. Para isto às vezes se faz necessária divisão da informação em unidades menores, garantindo o recebimento das informações no outro lado.
- Criar um número **n** de conexões na camada de rede suficiente para atendimento à camada de sessão com o desempenho esperado. Isto pode implicar em aumentar o número de conexões em relação à camada de sessão ou até mesmo reduzir, caso seja antieconômico usar uma conexão com a camada de rede para cada conexão com a camada de sessão (multiplexação).
- Em um ambiente moderno, muitas vezes o emissor e o receptor são representados por computadores e sistemas operacionais bastante evoluídos, onde diversos processos podem estar sendo executados simultaneamente. Isto implica na utilização de um único canal para a transmissão de diversos fluxos de mensagens. Para permitir o gerenciamento deste tipo de ambiente, a camada de transporte deve ser responsável pelo estabelecimento e pelo encerramento de conexões, que permitem a identificação da origem e destino em cada comunicação.
- Determinar o tipo de serviço oferecido. Normalmente temos conexões especializadas para cada tipo de serviço. Alguns exemplos típicos são os seguintes : **ponto a ponto livre de erros**, que garante a entrega das mensagens na mesma ordem do envio, **mensagens de multicast passíveis de erro**, que enviam a mensagem para múltiplos destinos, sem garantir a chegada em todos os destinos etc. O tipo de serviço normalmente é determinado no momento do estabelecimento da conexão.
- A eventual diferença de velocidade entre equipamentos de diferentes tecnologias implica na necessidade de controle de fluxo na comunicação, para evitar que um transmissor muito rápido afogue um receptor mais lento com dados. Isto também é responsabilidade da camada de transporte.
- A camada de transporte é a primeira camada **fim a fim** no modelo OSI. Nas camadas inferiores, muitas vezes os programas intermediários realizavam a comunicação entre diversos IMPs, localizados no caminho entre as máquinas de origem e destino. Já na camada de transporte, a comunicação é fim a fim, ou seja, as máquinas conversam diretamente da origem para o destino e vice-versa, utilizando os cabeçalhos já definidos anteriormente.

A **Camada de Sessão** permite o estabelecimento de **sessões** entre os usuários localizados nas diversas máquinas da rede. Entre suas funções estão :

- Estabelecimento de sessões, com controle de fluxo, determinando se a sessão será usada em modo *simplex*, *half-duplex* ou *duplex*. Em cada um dos casos, é a camada de sessão quem vai controlar o fluxo das transmissões de dados. Este gerenciamento pode ser feito de diversas formas. Uma das mais comuns é o uso de fichas, ou **tokens**, que determinam qual dos lados pode estabelecer uma comunicação em determinado momento (apenas quem possui o *token* pode se comunicar em determinado momento).
- Sincronização do trabalho de comunicação. No caso de comunicações de longa duração, a inexistência de pontos intermediários de *check* e sincronização pode causar problemas sérios. Imagine por exemplo uma linha de comunicação que apresente um tempo médio entre falhas de uma hora. Um processo de transferência de informação que demorasse duas horas jamais ocorreria se não existisse um trabalho de sincronização em pontos intermediários.

A **Camada de Apresentação**, ao contrário de todas as camadas inferiores, não se preocupa mais com a comunicação em si, com transferência de informações binárias de ponto a ponto, mas sim com o formato destas informações. Suas funções abrangem :

- Controle de sintaxe e semântica das informações transmitidas.
- Codificação da mensagem usando estrutura de dados e de codificação de bytes comuns às máquinas envolvidas na comunicação em si (Ex. ASCII, EBCDIC etc).
- Definição da representação dos dados, como técnicas de compressão, criptografia etc.

A **Camada de Aplicação** resolve os últimos problemas de compatibilidade entre os pontos terminais da comunicação, ajustando caracteres de terminal, permitindo a transferência de arquivos entre outras funções. Algumas funções típicas então são :

- Resolução de incompatibilidades entre linguagens de terminais.
- Transferência de arquivos.
- Correio Eletrônico.
- Serviços de Arquivo.
- Execução remota de programas.
- Consulta a diretórios.

Exercícios :

1) Os presidentes de uma fabrica de insumos e de um grande distribuidor de produtos de consumo popular decidem desenvolver um produto em parceria de forma a aumentar o volume de vendas de ambos. Para tanto estes contactam os seus departamentos comerciais, solicitando que os mesmos verifiquem a viabilidade do projeto. Estes por sua vez contactam o departamento jurídico para análise das implicações legais, que por sua vez contactam seus departamentos de engenharia para para discutir os aspectos técnicos do projeto. Os engenheiros então encaminham relatórios para seus departamentos jurídicos, que marcam uma reunião para decidir a implantação do projeto. Esse é um exemplo de protocolo multicamada no sentido do modelo OSI ? Porque ?

2) Qual das camadas do modelo OSI trata de cada uma das seguintes atividades ?

a) Dividir o fluxo de bits transmitidos em quadros.

b) Determinar qual a rota através da sub-rede deve ser a utilizada.

c) Fornecer sincronização entre emissor e receptor.

3) Qual a diferença entre um serviço confirmado e um serviço não confirmado ? Para cada um dos seguintes, diga se ele poderia ser um serviço confirmado, não confirmado, ambos, ou nenhum destes :

a) Estabelecimento de conexão.

b) Transmissão de dados.

c) Encerramento de conexão.