

### **AULA 3: Modelo de Referência - OSI**

O final da década de 1970 apresentava uma perspectiva de crescimento em termos de comunicação de dados devido ao investimento e desenvolvimento de novos sistemas. Por outro lado, havia uma tendência que poderia acarretar uma crise no setor, a heterogeneidade de padrões entre os fabricantes, praticamente impossibilitando a interconexão entre sistemas de fabricantes distintos. Os fabricantes então começaram a perseguir alguns objetivos necessários para a construção de um sistema aberto. Esses objetivos foram:

- **Interoperabilidade:** capacidade que sistemas abertos possuem de troca de informações entre eles, mesmo que sejam fornecidos por fabricantes diversos;
- **Interconectividade:** é a maneira pela qual os computadores de fabricantes distintos podem ser conectados;
- **Portabilidade da aplicação:** é a capacidade de um software de rodar em várias plataformas diferentes;
- **Escalabilidade:** capacidade de um software rodar com desempenho aceitável em computadores de capacidades diversas, desde computadores pessoais até supercomputadores.

#### **1. Padronização**

Um padrão é um conjunto de normas e procedimentos. O cumprimento destas normas e procedimentos pode ser obrigatório (normalmente quando relacionados à segurança do homem) ou recomendável (normalmente quando relacionados à qualidade de produtos e serviços). Padrões visam homogeneizar produtos e serviços com níveis aceitáveis de qualidade e segurança, minimizar investimentos em estoques, compatibilizar equipamentos de diferentes procedências, etc.

Um padrão é dito “de facto” quando foi adotado sem nenhuma ação de entidade reguladora, por exemplo, IBM-PC. Por outro lado, padrões “de jure” são produzidos por entidades reguladoras, nacionais ou internacionais, governamentais ou não, por exemplo, ISO-9000. Assim, a ISO (*International Organization for Standardization*) passou a se ocupar em criar um padrão de arquitetura aberta baseada em camadas. Foi então definido o *Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (Reference Model for Open Systems Interconnection - RM OSI)*. Entretanto, somente em 1983 a ISO internacionalizou a padronização do RM-OSI (documento ISO 7498), juntamente com o CCITT (“Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique”) através de sua recomendação X.200.

#### **2. Serviços e Protocolos**

##### **2.1. Serviço**

Um serviço é um conjunto de primitivas que uma camada oferece à camada superior seguinte, ou seja, um serviço funciona como uma interface entre duas camadas, onde a inferior age como provedora do serviço e a superior como a usuária do serviço. O serviço determina as operações que a camada está apta a realizar, porém, não tem vínculo nenhum com o modo como isso deve ser feito.

O serviço oferecido por uma determinada camada pode ser utilizado por uma camada seguinte acima através de interfaces lógicas, conhecidas como SAP's (Service Access Point). A troca de informações entre camadas é feita por uma associação chamada conexão. Os SAP's são interfaces lógicas entre as entidades (N) e (N+1). Portanto, quando a entidade (N+1) precisa utilizar o serviço provido pela camada (N), ela busca este no SAP(N). As informações entre entidades (N+1) são trocadas através de uma conexão (N), estabelecida na camada (N) usando o protocolo (N).

A Figura 1 mostra que, quando uma mensagem passa da camada N + 1 para a camada N são acrescentados outros dados relevantes à camada N. Estes dados são retirados quando a mensagem chega na camada de mesmo nível na estação destino. Estes acréscimos podem ser informações tais como: tipo da mensagem, endereços, tamanho da mensagem, código de detecção de erro etc.

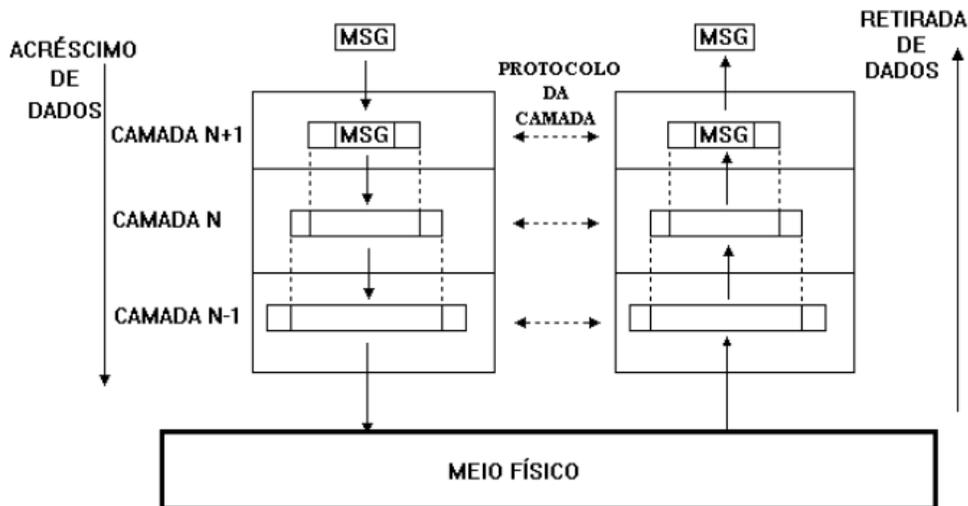


Figura 1 - Fluxo de mensagens entre camadas

## 2.2. Protocolo

Um protocolo é um método de padronização que suporta a comunicação entre processos. Trata-se de uma coleção de regras que rege o formato e significado dos dados, pacotes ou mensagens trocadas entre componentes de uma mesma camada. Os protocolos não são visíveis ao usuário, sendo que os mesmos podem ser alterados, porém, para isso, os serviços devem continuar sendo os mesmos.

Existem diferentes tipos de protocolos, e qual ou quais deles serão utilizados depende do tipo de ação que se quer realizar e do resultado que se espera dessas ações. Os protocolos são executados ao mesmo tempo em diferentes máquinas e são conjuntos de procedimentos e regras que possibilitam o envio e o recebimento de dados em uma rede.

Por exemplo, na Figura 2, um cliente envia um e-mail ao servidor SMTP/POP3 usando o protocolo SMTP e recebe e-mail através do protocolo POP3.

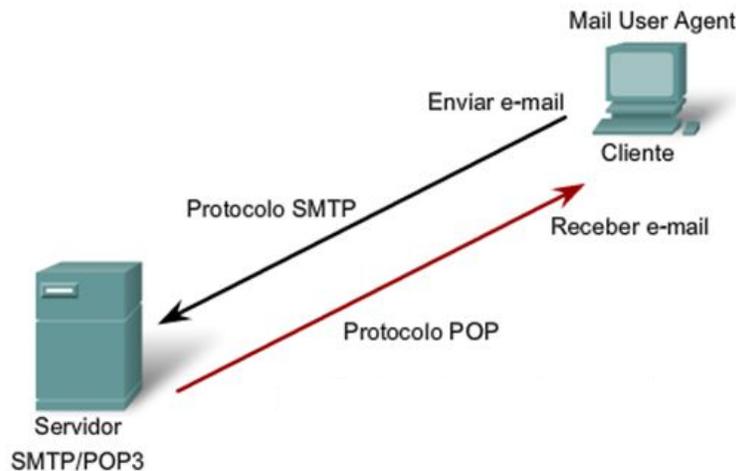


Figura 2 - Exemplo de envio e recebimento de e-mail

### 3. Arquitetura Aberta e o Modelo em Camadas

A utilização de um ambiente de arquitetura aberta nos oferece algumas vantagens:

- Liberdade de escolha entre soluções de diversos fabricantes;
- Acesso mais rápido a novas tecnologias e a preços mais acessíveis;
- Redução de investimentos em novas máquinas, já que os sistemas e os softwares de aplicação são portáteis para os vários tipos de máquinas existentes.

A adoção de um modelo baseado em camadas também não é arbitrária. Considerando que uma rede de computadores tem como objetivo o processamento de tarefas distribuídas pela rede de forma harmônica e cooperativa entre os vários processos de aplicação, o projeto desta deve levar em conta vários fatores como:

- Considerar todos os eventos possíveis de acontecer durante a comunicação;
- Conhecer todos os efeitos e causas destes eventos;
- Especificar em detalhes todos os aspectos técnico-operacionais dos meios físicos a serem utilizados como suporte à comunicação;
- Detalhes das próprias aplicações a serem executadas.

O conjunto de camadas é hierárquico, ou seja, cada camada baseia-se na camada inferior. O projeto de uma camada é restrito ao contexto dessa camada e supõe que os problemas além deste contexto já estejam devidamente resolvidos.

Na realidade existem duas vantagens práticas na utilização de uma arquitetura em camadas. Em primeiro lugar, a complexidade do esforço global de desenvolvimento é reduzida através de *abstrações* (não interessa para uma

determinada camada como as demais possibilitam o fornecimento de seus serviços, só o que elas oferecem). Na arquitetura hierárquica, a camada (N) sabe apenas que existe a camada (N-1), prestadora de determinados serviços e a camada (N+1), que lhe requisita os serviços. A camada (N) não toma conhecimento da existência das camadas (N± 2), (N± 3), etc.

O segundo aspecto é relacionado com a *independência* entre as camadas. A camada (N) preocupa-se apenas em utilizar os serviços da camada (N-1), independentemente do seu protocolo. É assim que uma camada pode ser alterada sem mudar as demais (facilidade de manutenção) - desde que os serviços que ela presta não sejam modificados. É assim também que novas aplicações podem ser executadas, na camada apropriada, aproveitando os mesmos serviços já fornecidos pelas outras camadas (redução dos esforços para evoluções).

O modelo OSI da ISO define apenas a arquitetura do sistema. O padrão criado para o modelo OSI, então, define exatamente o que cada camada deve fazer, mas não define como isto será feito, ou seja, define os serviços que cada camada deve prestar, mas não o protocolo que o realizará. O modelo OSI se encaixa como um conjunto de funções que possibilitam que máquinas distintas possam se comunicar e trocar informações. Ele possui sete camadas onde cada camada é responsável por uma determinada função específica.

Os princípios utilizados para se chegar a estas camadas são:

- Uma camada deve ser criada onde é necessário um nível de abstração diferente;
- Cada camada deve desempenhar uma função bem definida;
- A função de cada camada deve ser definida tendo em vista protocolos e padrões internacionais;
- As fronteiras entre as camadas devem ser escolhidas de forma a minimizar o fluxo de informações através das interfaces;
- O número de camadas deve ser suficiente para que não seja preciso agrupar funções em uma mesma camada por necessidade e ser suficiente para que a arquitetura fique manejável.
- Cada camada é usuária dos serviços prestados pela camada imediatamente inferior e presta serviços para a camada imediatamente superior. Esta troca de informações entre as camadas adjacentes ocorre por meio da troca de primitivas de serviços nas interfaces entre as camadas.

#### **4. As Camadas do Modelo OSI**

O modelo OSI foi desenvolvido em sete camadas. Nem a pilha TCP/IP (cuja especificação é mais antiga que o Modelo OSI), nem os protocolos IPX/SPX (da Novell), nem o NetBEUI seguem o modelo OSI em sua totalidade. Algumas das camadas desses protocolos são semelhantes às camadas proposta pelo modelo OSI, mas nenhum deles implementa todo o protocolo. O OSI serve de modelo teórico de estudo para desenvolvimento de novos protocolos de comunicação, ou mesmo para comparação de funcionalidades entre protocolos diferentes.

Na estrutura de sete camadas (Fig. 3), pode-se considerar genericamente que as três camadas mais baixas cuidam dos aspectos relacionados à transmissão propriamente dita e a camada de transporte lida com a comunicação fim-a-fim,

enquanto que as três camadas superiores se preocupam com os aspectos relacionados à aplicação, já ao nível de usuário.

Devemos lembrar que ao se falar em serviços, estamos falando em camadas adjacentes (níveis diferentes, no mesmo sistema), e protocolo falamos de entidades pares (no mesmo nível, em sistemas diferentes). A comunicação entre sistemas ocorre ao nível de camadas, ou seja, a camada de aplicação do sistema A se comunica com a camada de aplicação do sistema B e assim por diante até o nível físico, onde ocorre a comunicação física entre os sistemas.

Uma maneira fácil e simplista de se enxergar a funcionalidade de um modelo em camadas, como o modelo OSI, é imaginar que cada camada tem como função adicionar um cabeçalho aos dados do usuário a serem transmitidos para outro sistema. Deste modo a função de cada camada do outro sistema é exatamente a inversa, ou seja, retirar os cabeçalhos dos dados que chegam e entregá-los ao usuário em sua forma original.

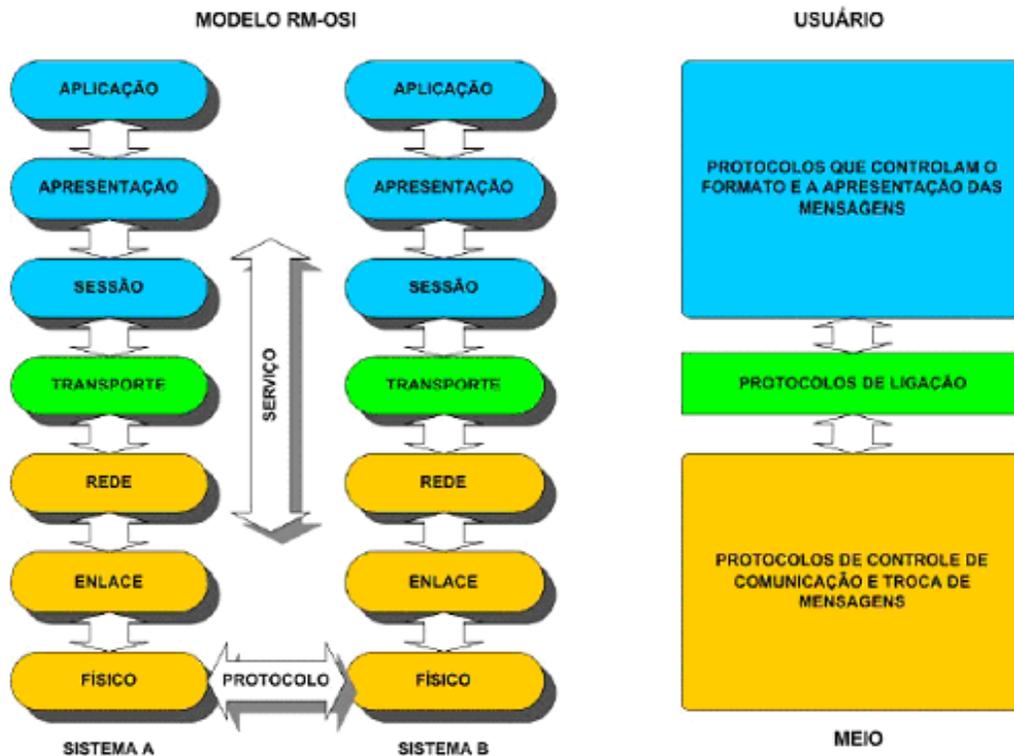


Figura 3 - Modelo RM - OSI

Em resumo, uma camada da OSI recebe e envia informações diretamente apenas de/para as camadas imediatamente superiores e inferiores a si mesma. A camada 3, por exemplo, apenas envia e recebe informações de/para as camadas 2 e 4. Quando um usuário usa um computador para enviar dados pela rede, o caminho é da camada mais alta (camada 7, de aplicação) para a camada mais baixa (camada 1, de rede, que está em contato com o meio físico propriamente dito). Já se o mesmo computador está sendo usado para receber dados da rede, o caminho é inverso: os dados chegam pela camada mais baixa (camada 1) e vão subindo até a camada mais alta (camada 7). À medida que os dados descem para camadas inferiores, novas informações vão sendo adicionadas pelas camadas inferiores.

Na Figura 4, os dados entregues pelo usuário à camada de aplicação recebem a denominação de SDU (Service Data Unit). A camada de aplicação, então, junta à SDU (no caso, os dados do usuário) um cabeçalho chamado PCI (Protocol Control Information). O objeto resultante desta junção é chamado de PDU (Protocol Data Unit), em destaque, que corresponde à unidade de dados especificada de certo protocolo da camada em questão.

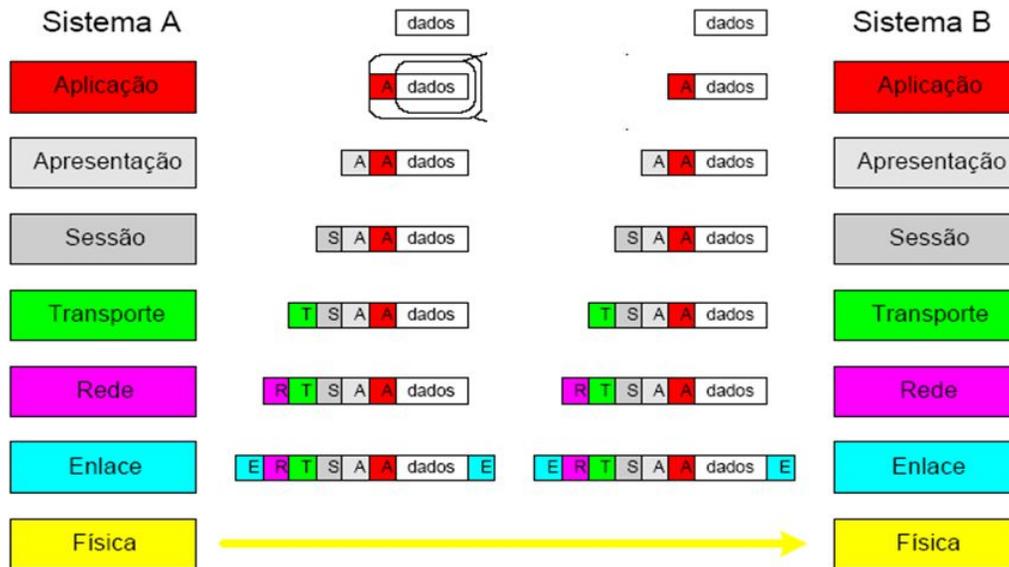


Figura 4 – Encapsulamento do Modelo OSI

#### 4.1. Camada Física (1) ou de Acesso ao Meio

A Camada Física é responsável pela interface física entre os equipamentos e os protocolos a serem seguidos para a transmissão das informações entre os diversos sistemas de informação e gerencia a transferência física da informação sobre os meios de transmissão possíveis. Com esta camada, o modelo OSI permite a flexibilidade do uso de vários meios físicos para interconexão, com procedimentos de controle diferentes.

A camada física tem como tarefa definir as especificações elétricas e físicas da ligação de dados. Como exemplo a disposição de pinos dos conectores, a operação de tensões num cabo elétrico (representação de um bit em termos de, por exemplo, nível de tensão utilizado e taxa de transmissão de bits), funcionais (definem as funções a serem executadas por esta interface) e procedurais (especificam a sequência de eventos trocados durante a transmissão de uma série de bits através do meio de transmissão), especificações de cabos de fibra óptica e a frequência para os dispositivos sem fios. Também é responsável pela transmissão e recepção de dados brutos, não estruturados em um meio físico (o controle da taxa de bits é executado na camada física).

#### 4.2. Camada de Enlace de Dados (2) ou de Ligação Lógica

A camada de enlace fornece transferência entre dois nós diretamente conectados, lidando com empacotamento e desempacotamento dos dados em quadros e definindo o protocolo para estabelecer e interromper uma ligação

entre dois dispositivos ligados fisicamente, tais como Ponto-a-Ponto (PPP). Proporciona ainda, a detecção e correção de erros de transmissão. Sua principal função é tornar o meio físico mais confiável e isento de erros para as camadas superiores, fornecendo mecanismos para ativar, manter e desativar a conexão. Para cumprir sua função, nesta camada são implementados instrumentos de controle e detecção de erros. Nesta camada, os bits de informação são agrupados em unidades chamadas "frames". O *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) divide a camada de Enlace de Dados em duas subcamadas: LLC e MAC.

- A subcamada LLC é responsável por fornecer às camadas superiores um meio de transmissão que pareça livre de erros. Sua implementação independe da subcamada MAC.
- Na subcamada MAC estão os métodos de acesso com os endereços de hardware de cada sistema, também conhecidos como MAC Address e o CRC. Um dos seus objetivos é ocultar das camadas superiores o tipo de meio físico que está sendo usado, assim como o método de acesso.

No processo de transmissão, esta camada acrescenta suas próprias informações de controle como o endereço de origem e de destino, o comprimento do frame, os protocolos das camadas superiores envolvidos na comunicação e um protocolo responsável pela verificação de erros conhecido como "Cyclic Redundancy Check" (CRC).

### **4.3. Camada de Rede (3)**

A camada de rede trata do encaminhamento de pacotes através de funções de comutação e de endereçamento lógico. Uma rede é um meio para o qual muitos nós podem ser ligados. Cada nó tem um endereço. Quando um nó precisa transferir uma mensagem para outros nós, ele pode fornecer o conteúdo da mensagem e o endereço do nó de destino e, então, a rede irá encontrar o caminho para entregar a mensagem ao nó de destino, possivelmente direcionando através de outros nós. Se a mensagem for muito longa, a rede pode dividi-la em vários segmentos, enviando-os separadamente, remontando os fragmentos em outro nó.

Na arquitetura de sistemas abertos, alguns sistemas são destinatários terminais de dados, enquanto outros funcionam apenas como nós intermediários que repassam as informações para outros sistemas. A camada de rede tem como função favorecer uma trajetória de conexão de rede entre um par de entidades da camada de transporte, inclusive passando por nós intermediários. É o protocolo voltado para a operação da rede propriamente dita. Algoritmos de roteamento e de controle de congestionamento são agrupados nessa camada.

#### **4.4. Camada de Transporte (4)**

A camada de transporte fornece as funções e meios de transferência de sequências de dados de uma fonte para um hospedeiro de destino através de uma ou mais redes, mantendo ao mesmo tempo a qualidade de serviço (QoS) e assegurar a entrega completa dos dados. A integridade dos dados pode ser garantida através de correção de erros e funções similares. Ele também pode fornecer a função de controle de fluxo explícito e o TCP e UDP são protocolos essenciais nessa camada.

O propósito principal da camada de transporte é oferecer serviço de transferência de dados de forma transparente entre as entidades da camada de sessão. O termo "transparente" refere-se ao fato de que as entidades de sessão não têm a necessidade de conhecer os detalhes da transferência dos dados. Os usuários da camada de transporte são identificados pelos seus endereços. Proporciona a interface entre as três camadas superiores e as três camadas inferiores, isolando o utilizador dos aspectos funcionais e físicos da rede. Garante ainda, a comunicação ponto-a-ponto, define e controla a qualidade da transmissão. Há uma camada de transporte sobre a camada de rede para aliviar as entidades de camadas superiores das tarefas do transporte de dados entre elas.

A Camada de Transporte fornece uma comunicação ponto a ponto confiável e transparente, através de mecanismos de sequenciamento, controle de fluxo e confirmação / negação do recebimento de pacotes. Normalmente é usada para compensar a falta de confiabilidade das camadas inferiores.

#### **4.5. Camada de Sessão (5)**

A camada de sessão controla os diálogos (conexões) entre os dispositivos, estabelecendo, gerenciando, mantendo e finalmente finalizando as conexões entre a aplicação local e a remota. A camada de sessão também lida com funções de autenticação e autorização, verificando a entrega dos dados. Essa camada é comumente implementada explicitamente em ambientes de aplicativos que utilizam chamadas para gerenciamento remoto.

A Camada de Sessão fornece uma estrutura de controle para a comunicação entre aplicações. Cuida do mecanismo conhecido como "Name-to-station Address Translation" (NAT), ou seja, a tradução de endereços para o nome de uma estação de rede específica. Também gerencia a transferência organizada da informação, desde o modo como se processa o diálogo até o gerenciamento da troca de dados entre as entidades de apresentação. Para isso, a camada de sessão fornece serviços para o estabelecimento de uma conexão de sessão entre duas entidades de apresentação através do uso de uma conexão de transporte.

A camada de sessão tem como serviços a administração da sessão (login / autenticação e logoff) e o diálogo da sessão, controlando a troca de dados, delimitando e sincronizando operações entre duas entidades.

#### **4.6. Camada de Apresentação (6)**

A Camada de Apresentação realiza a conversão do formato de dados de forma que eles sejam entendidos por todos os sistemas envolvidos na comunicação. Esta camada também faz a compressão / descompressão e criptografia /

criptografia e resolve problemas de diferenças de sintaxe entre sistemas abertos comunicantes.

A Camada de apresentação verifica os dados garantido ser compatível com os recursos de comunicação convertendo os dados para a forma que o nível de aplicação e os níveis mais baixos aceitem. Qualquer formatação de dados necessário ou conversão de código também é tratado nesta camada, tais como a conversão de um arquivo texto codificado EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code – Intercâmbio Estendido Binário Codificado Decimal) para um arquivo de texto codificado ASCII (American Standard Code for Information Interchange – Código para Intercâmbio de Informação - Padrão Americano).

Por exemplo, durante em chamadas de vídeo, pacotes serão compactados durante a transmissão, de maneira a serem transmitidos mais rapidamente e os dados serão recuperados no lado de recepção. Para os dados que possuem requisitos para alta segurança como uma mensagem de texto contendo uma senha, ele será criptografado nessa camada. Através dos serviços da camada de apresentação, as aplicações no ambiente OSI podem estabelecer a comunicação sem custos excessivos oriundos de variações de interfaces, transformações ou modificações das próprias aplicações.

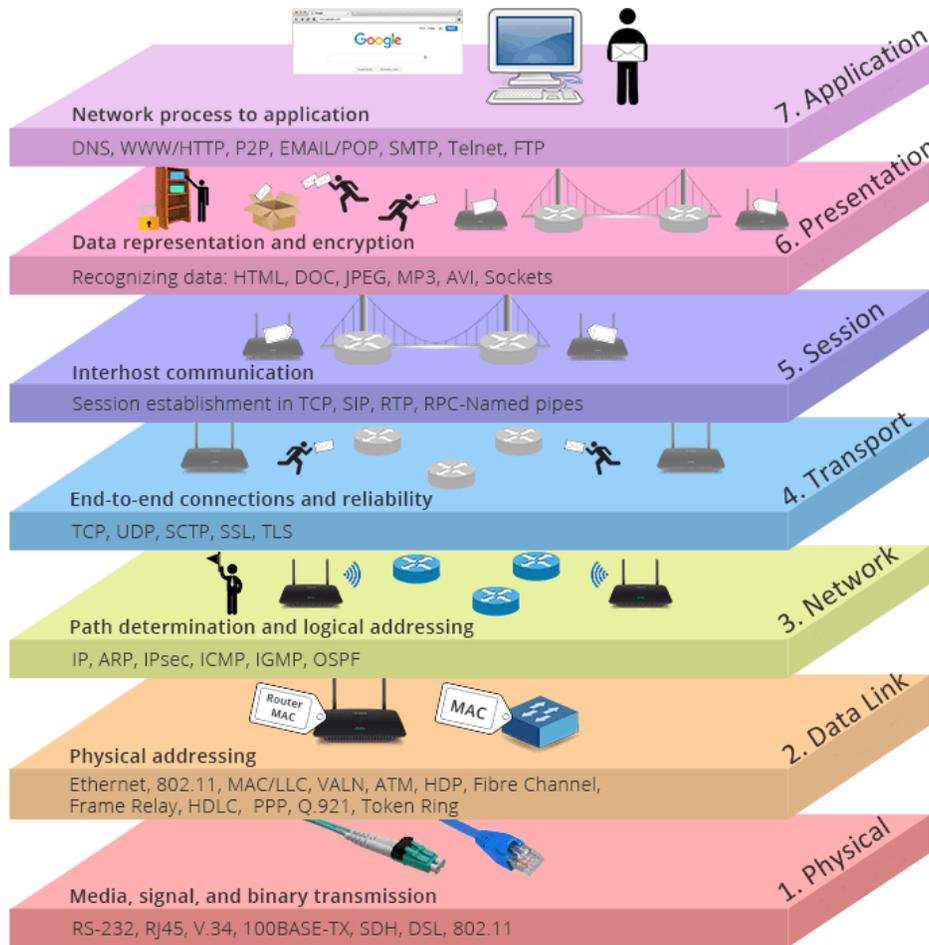
#### **4.7. Camada de Aplicação (7)**

Na Camada de Aplicação está o suporte das aplicações do usuário do sistema. Sua função é definir a semântica da informação a transmitir/receber. Os serviços desta camada são usados pelos próprios usuários do ambiente OSI. A camada serve de "janela" entre usuários comunicantes, através da qual ocorre a troca das informações entre esses usuários. Cada usuário é representado para os demais por sua entidade de aplicação devida. É importante salientar que a totalidade de uma aplicação não se encontra nesta camada, apenas uma parte, que precisa se comunicar com entidades remotas.

É responsável ainda pela negociação do modo como a informação a transmitir é representada (sintaxe). A camada de apresentação fornece os serviços que podem ser selecionados pela camada de aplicação para a interpretação da sintaxe dos dados trocados. Gerencia a entrada, troca, amostra e controle de dados estruturados. Sob a responsabilidade da Camada de Aplicação estão os serviços como transferência de arquivos, gerenciamento de redes e emulação de terminais.

Esta camada define protocolos para aplicações finais, tais como Sistema de Nome de Domínio (DNS), Protocolo de Transferência de Arquivos (FTP), Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP), o Protocolo de Internet de Acesso a Mensagem (IMAP), Protocolo Post Office (POP), Protocolo Transferência de Mensagem Simples (SMTP), Protocolo de Gerenciamento Simples de Rede (SNMP) e Telnet (emulação de terminal).

A Figura 5 apresenta a relação dos protocolos por camadas do Modelo OSI.



**Figura 5 - Camadas e protocolos no Modelo OSI**

A Figura 6 mostra exemplos de dispositivos de redes e sua “posição” relativa ao modelo OSI. É preciso atentar que um dispositivo não está restrito a apenas uma camada. Por exemplo, um roteador opera com os protocolos e conceitos ao nível da camada 3, mas também deve ser capaz de operar ao nível das camadas 1 e 2.

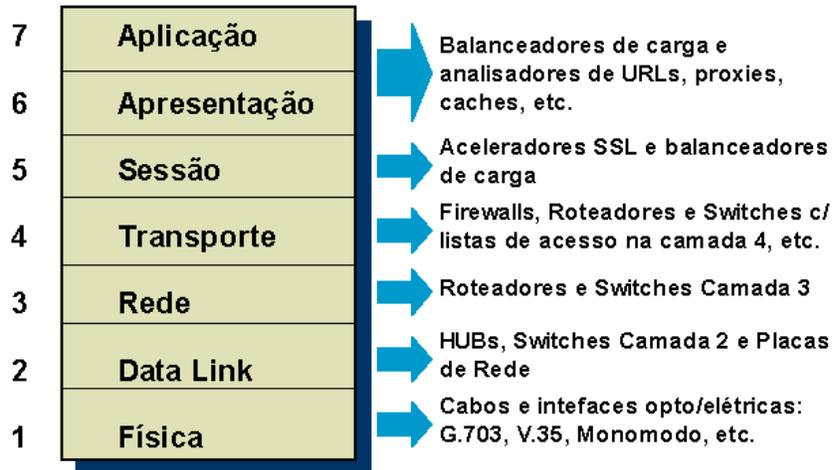


Figura 6 - O modelo OSI e a relação com os dispositivos de rede