

## RESUMO

Após uma breve referência aos tipos de aplicações actualmente existentes de teleinformática, analisam-se os meios de comunicação postos a disposição dos utilizadores, focando-se inconvenientes ou insuficiências.

Introdução de uma rede nacional comutada de dados, referindo-se os reflexos para as Administrações de Telecomunicação e para os potenciais utilizadores e adiantando-se alguns dos estatísticos referentes a situação concreta portuguesa.

Análise das características técnicas das duas filosofias de rede comutada de dados: "packet switching" e comutação de circuitos.

Perspectivas a curto e médio prazo.

### 1 - INTRODUÇÃO

Durante a década de 70 a noção da Informática sofreu transformações profundas.

Por um lado o processamento centralizado num ponto onde era colocada grande potência e capacidade computacional, deu lugar a uma descentralização do processamento em equipamentos de menor capacidade, mas mais especializados em tarefas específicas; por outro, com as crescentes necessidade de obtenção de grande multiplicidade de informação num tempo criticamente curto, caminhou-se no sentido do distribuir o acesso aos centros de processamento por uma variedade de pontos a nível local, nacional ou mesmo internacional

Nasceu, assim, a Teleinformática que deu origem a uma nova noção de Telecomunicações - a Comunicação de Dados, com problemas técnicos, filosofias de transmissão e formas de planeamento, substancialmente diferentes das que caracterizam as tradicionais mas e sistemas de Telecomunicações.

Em virtude das inúmeras potencialidades que imediatamente foram reconhecidas, a Teleinformática tem conhecido um desenvolvimento intenso, permitindo alargar enormemente o espectro de aplicações possíveis.

Sem se pretender uma descrição exaustiva, poderemos citar algumas modalidades de teleinformática já significativamente implantadas, por ordem crescente de sofisticação de equipamento, software e características de transmissão:

- 1 - Transmissão de dados "off-line"
- 2 - "Batch" remoto
- 3 - Aprovisionamento de dados "on-line"
- 4 - Sistemas de "pergunta-resposta"
- 5 - Sistemas em tempo real

### 2 - MEIOS DE TELECOMUNICAÇÕES ACTUALMENTE A DISPOSIÇÃO DOS UTILIZADORES DE TELEINFORMÁTICA

Para este novo tipo de clientes requerendo transmissão de informação alfanumérica directamente assimilável pelas unidades de processamento, tinham as Administrações de Telecomunicações para oferecer uma rede de transmissão organizada na base de canais de 4KHz (3Khz nalguns países) preparada para a comunicação de sinais analógicos, uma rede telefónica pública comutada adaptada às características e exigências do transporte da voz e uma rede Telex essencialmente virada para a comunicação a 50 baud

Dos meios referidos, a transmissão na rede telefónica pública comutada não corresponde as condições

necessárias a muitos clientes, apresentando características desadequadas e sofrendo de limitações técnicas e económicas, como:

- tempo de estabelecimento de chamada muito longo para certas aplicações - processamento "on-line", aplicações interactivas - além do risco de impossibilidade de estabelecer chamadas devido a congestionamento

- limitação de velocidade máxima de transmissão, associada a largura de banda disponível de só cerca de 3KHz, a existência de equipamentos que introduzem atenuação e distorção de velocidade de grupo e a natureza electromecânica das centrais provocando forte ruído do impulsivo

- impossibilidade de utilização de banda de base, com o respectivo agravamento do custo dos modems

- 

- taxa de erros elevada, incompatível com muitas aplicações e na melhor das hipóteses, exigindo sucessivas retransmissões

- fiabilidade, detecção de avarias e manutenção, insuficientes em relação as necessidades dos sistemas de dados, cuja paralisação é muito dispendiosa e por vezes dramática

Para uma velocidade até 1200 bit/s e para os dois primeiros tipos de aplicação referidos na introdução ou para aplicações interactivas de baixa velocidade do tipo time-sharing, este meio de comunicação revela-se relativamente satisfatório, excepto em alturas em que o congestionamento da rede dificulte o estabelecimento da ligação.

A utilização da rede Telex para transmissão de dados não se mostra muito atraente, principalmente se estamos perante redes estruturadas com base em centrais de tecnologia electromecânica, devido sobretudo a dificuldade de adaptação da sinalização e a limitação da velocidade de transmissão. Com a introdução de centrais Telex de tecnologia electrónica e comutação temporal, pensam algumas Administrações estabelecer uma rede comum para Telex e Dados síncronos e assíncronos das diferentes velocidades recomendadas pelo CCITT (Rec.XI alínea a) e b). No entanto, a atitude mais generalizada é considerar a rede Telex como uma rede de dados assíncronos até 300 baud, estabelecendo uma rede separada para dados síncronos de maior velocidade.

Com o objectivo de atenuar alguns inconvenientes dos actuais meios fornecidos pela Administrações de Telecomunicações e em virtude das crescentes exigências das aplicações informáticas, certos utilizadores começaram a requerer o aluguer de linhas de modo a estabelecer redes privadas a que ligam o equipamento informático e cuja figuração e filosofia variam com as respectivas necessidades procurando reduzir os custos de transmissão. Este processo apesar de satisfatório em muitas situações e indispensável no estado actual de desenvolvimento das redes de quase todos os Países apresenta, no entanto, diversas limitações e inconvenientes que apontam a inevitabilidade da sua transitoriedade no processo histórico da teleinformática, pelo menos para a maioria de aplicações.

Encarando da perspectiva de uma Administração, a proliferação e continuidade de soluções deste tipo implica:

- trabalho de planeamento e instalação caso a caso, complicado e demorado, dificilmente integrável num plano de rede geral a nível nacional

- 

- reduzida flexibilidade quanto a alterações funcionais ou estruturais da rede

- exploração e manutenção complicadas e deficientes devido a diversidade de equipamento ligado à rede, sendo morosa a localização da avaria e difícil a definição de fronteiras de responsabilidade

- fiabilidade operacional e economia global reduzidas, pois o trafego encontra-se distribuído por várias redes independentes com coeficientes de utilização das linhas em geral muito mais baixado que numa rede pública.

Para os utilizadores, para além de sofrerem os reflexos de todos os inconvenientes anteriores, sobretudo no que se refere a dificuldades de manutenção e supervisão de funcionamento, pode-se acrescentar:

- impossibilidade de comunicação entre redes diferentes, quando se espera que no futuro cresça a necessidade de comunicações entre organizações e sectores diversos a medida que se desenvolvam

serviços e aplicações partilháveis por várias Empresas e pelo público em geral

- custos excessivos para muitos clientes em relação as taxas de utilização das suas redes
- investimento elevado em equipamento de telecomunicações e controle de linhas

Para obviar alguns dos inconvenientes encontrados nos meios de comunicação actualmente a disposição dos utilizadores de teleinformática e procurando simultaneamente minimizar os custos da Rede, os fabricantes de equipamento informático desenvolveram equipamento de transmissão e de controle de comunicações. No sentido de controlar a rede, libertando os processadores centrais das tarefas de estabelecimento de comunicação e controle de linhas, foram desenvolvidos processadores "Front-End", controladores de terminais, sistemas em hardware para a gestão e supensão da rede, etc.

Visando o maior aproveitamento da capacidade de transmissão das linhas telefónicas foram desenvolvidos multiplexers de assinante, modems multi-porta, multiplexers estatísticos, concentradores, etc. A

introdução da maioria deste equipamento nas instalações dos utilizadores, como interface à rede pública é quase sempre encarada com certa relutância por parte das Administrações de Telecomunicações. Por um lado devido à falta de normalização internacional que existe por parte deste equipamento com os inerentes riscos para a rede e compatibilidade com futuras soluções, por outro devido à falta de controle sobre o tipo, volume e características de informação que circula nos circuitos de transmissão, sendo praticamente impossível certificar sobre a legitima utilização do circuito.

Do ponto de vista dos utilizadores e nomeadamente no que se refere ao equipamento de transmissão atrás referido embora seja muitas vezes economicamente aliciante, a sua utilização levanta problemas graves de manutenção para os quais os assinantes dificilmente estão preparados.

-6-

### 3 - INTRODUÇÃO DE UMA REDE DE DADOS A NÍVEL NACIONAL

As Administrações de Telecomunicações ao constatarem as crescentes necessidades e exigências deste novo mercado de utilizadores de Telecomunicações, decidiram estabelecer uma rede para dados, que embora assente na rede nacional de transmissão, possua canais individualizados apresentando características bem definidas e performances adequadas ao novo serviço que se pretende assegurar.

Esta decisão, que mesmo para os Países mais avançados da Europa nesta matéria, não tem mais de 7 a 8 anos, defrontou e defronta um grande número de dificuldades o que implica um razoável lapso de tempo entre a altura da tomada de decisão e a data da entrada ao serviço da Rede de Dados.

Basta referir que, apesar de diversos Países da Europa terem anunciado há 5 ou 6 anos a decisão de estabelecer uma Rede Nacional de Dados, somente a França e a Alemanha inauguraram há pouco mais de um ano a sua Rede (no último País trata-se mais de uma rede Telex do que uma verdadeira rede de dados síncronos de mais alta velocidade), não esquecendo a nossa vizinha Espanha que desde alguns anos possui uma rede de "Packet switching" sem, no entanto utilizar equipamento específico para comutação de dados nem, como seria de esperar devido a precocidade da experiência se basear nas normas e recomendações internacionalmente aceites; sobre a matéria.

Entre as principais dificuldades que uma Administração de Telecomunicações tem de defrontar no estabelecimento desse novo tipo de serviço, nomeadamente no estabelecimento de uma Rede de Dados Pública comutada, contam-se:

- 1 - definição e acordo internacional sobre as diversas hipóteses que regulamentem e enquadrem este novo serviço e este novo tipo de comutação
- 2 - especificação e coordenação do desenvolvimento e projecto de uma nova gama de equipamento, tanto no âmbito da transmissão como da comutação
- 3 - planeamento de uma rede com base em dados e algoritmos substancialmente diferentes dos geralmente utilizáveis no planeamento das redes telefónicas, algoritmos esses ainda em estudo de desenvolvimento e pouco experimentados

4 - extrema dificuldade na obtenção de dados de mercado verdadeiramente esclarecedores, permitindo e definição de uma rede que apresente as características adequadas às exigências presentes e futuras dos utilizadores dum país e seja suficientemente realista em termos de dimensão inicial e projecção de extensão

5 - adopção de suficiente flexibilidade no desenho e especificação da Rede de forma a poder encarar-se posteriormente a sua utilização para alguns serviços já previsível (teletex, facsimile) e possivelmente outros ainda não perfeitamente conhecidos. Relacionado com a flexibilidade existe o problema de procura de compatibilização com as opções adoptadas e com as etapas realizadas no estabelecimento da Rede Integrada Digital. Os planos a longo prazo das diversas Administrações de Telecomunicações são baseadas no desenvolvimento de uma Rede Integrada Digital (IDN) e num futuro mais longínquo no estabelecimento de uma Rede Integrada de Serviços Integrados (ISDN).

É evidente que quando estes objectivos forem atingidos, as Redes de Dados actualmente planeadas e implementadas estarão obsoletas, pelo que não é muito preocupante e falta de compatibilização previsível entre as soluções. Já o mesmo não poderemos dizer da estrutura de transmissão que for sucessivamente implantada como enquadramento de uma Rede Nacional de Dados que terá de se apoiar na Rede nacional de transmissão, coexistindo obviamente com as etapas do estabelecimento da Rede Integrada Digital.

6 - dificuldade de obtenção de pessoal especializado neste novo ramo (preparação em transmissão, comutação e informática).

7 - Adaptação e reformulação de uma estrutura virada essencialmente para o serviço telefónico, exigindo no caso dos Dados não só o grau de especialização referido em 6, mas também normas muito mais apertadas no estabelecimento dos circuitos de transmissão e na organização dos serviços de manutenção e reparação de avarias.

Queremos realçar que as diversas dificuldades indicadas não se referem de modo algum e unicamente ao caso português. Na generalidade foram preocupações das Administrações que enfrentaram o estabelecimento de uma Rede de Dados. É óbvio que especialmente no que se refere às dificuldades indicadas em 1 e 2, uma grande parte da tarefa está já facilitada pelos trabalhos e experiências realizadas nas Administrações pioneiras.

Referindo agora o caso português, pensamos que a criação de uma rede pública comutada de dados abre enormes perspectivas e apresenta diversas vantagens tanto para os CTT/TLP como para os utilizadores, permitindo:

- melhor aproveitamento dos recursos de transmissão existentes no País

- alternativas à proliferação de redes privadas com os inconvenientes referidos no sub-capítulo 2

- possibilidade de diálogo entre utilizadores distintos e de ramos diferentes permitindo novas fornias de interacção entre as diversas firmas com a abertura de uma gama de potencialidades facilmente previsível

- extensão deste serviço a potenciais; utilizadores sem capital suficiente para investir numa rede e em equipamento informático privado

- possibilidade de facultar um melhor aproveitamento do parque computacional português, permitindo a partilha de recursos por diversos utilizadores

- aparecimento de novos serviços, tais como bancos de dados, serviços gerais de informação, empresas especializadas em fornecimento de serviço informático de processamento on-line, etc.

- acesso facilitado a redes de dados estrangeiras

- por último e talvez mais importante, criação de uma estrutura de transmissão com uma qualidade garantida para as exigências específicas deste serviço e com uma certeza de manutenção e supervisão impossíveis de garantir aquando do aluguer de circuitos priva dos dispersos pela rede ou aquando do fornecimento de serviço de dados de uma rede pública projectada para as, evidentemente mais baixas, exigências de qualidade de serviço telefónico.

Das dificuldades apresentadas a uma Administração de Telecomunicações quando é confrontada com a tarefa de estabelecer uma rede pública comutada de Dados, parece-nos especialmente preocupante a que referenciamos com o número 4 - Obtenção de dados de mercado verdadeiramente esclarecedores.

Na realidade sempre que se pretende lançar um novo serviço, esta condicionante é de especial importância e geralmente difícil de ultrapassar. No caso específico da Comunicação de Dados, este problema apresenta proporções ainda mais assustadoras e complexas. E preciso não esquecer que estamos perante o tipo de utilizadores completamente diferentes que o habitual.

- Estabelecimento de uma rede caracterizada por parâmetros definidores desajustados das reais necessidades dos futuros utilizadores.

- Mau dimensionamento da capacidade e topologia da rede, em desacordo com a procura que irá sofrer depois de implantada.

Para que uma Rede de Dados se integre de uma forma realista e harmoniosa num cenário de utilizadores, é necessário que deste se conheçam de uma forma razoavelmente rigorosa os seguintes parâmetros:

1 - Características de tráfego existente e expectável

número de modems e a respectiva distribuição por classes de velocidade e por regiões do País existentes actualmente, assim como uma projecção a 10 anos; o volume dos principais encaminhamentos de tráfego de dados dos actuais utilizadores da rede telefónica comutada e das redes privadas, assim como uma projecção de crescimento

2 - Tipos de terminais e equipamento de processamento a servir Descrição percentual de fabricantes, de protocolos e de tipos de aplicações teleinformática existentes

3 - Qualidade exigida para o serviço

Valores médios exigidos para o tempo máximo de atraso na Rede, para o tempo de estabelecimento de chamada, para a taxa de erros, etc..

Conhecimento das facilidades de serviço que o sistema deverá oferecer - possibilidade de comunicação em grupo fechado, reencaminhamento automático de chamadas, armazenamento de mensagens, difusão de mensagens, introdução de "scrambler", etc.

Existe já bastante trabalho desenvolvido sobre este assunto e apresenta-se como referência, apesar de alguma desactualização, alguns gráficos e quadros estabelecidos a partir de dados do Estudo Euro data 72

Apesar do esforço já investido nesta matéria os resultados estão ainda longe de satisfatórios devido, por um lado, a desactualização das prospecções de mercado actualmente disponíveis, e por outra, a dificuldade de clarificação por parte dos utilizadores, de quais as suas necessidades futuras em termos de Crescimento Sobretudo, características de equipamento e qualidade de serviço.

As dificuldades sempre presentes quando se trata de realizar projecções de situações a, um certo número

de anos, são neste caso e crescidas pelo facto da introdução de uma Rede Comutada de Dados provocar uma modificação substancial no panorama de telecomunicações do País, implicando variações bruscas e dificilmente previsíveis das curvas de crescimento estabelecidas com base no cenário actual. Os próprios potenciais utilizadores dificilmente sabem nesta altura, qual a sua posição e importância de adesão, perante a nova ferramenta -Rede Pública Comutada de Dados - que lhes será facultada.

#### 4 - SISTEMAS DE COMUTAÇÃO DE DADOS

Dissemos atrás que a caracterização em qualidade e volume dos utilizadores potenciais de uma Rede Pública Comutada de Dados tem influência decisiva no dimensionamento e topologia da Rede. Também esta influência se faz sentir, e de forma não menos importante, na escolha da filosofia de comutação a adoptar.

Existem basicamente duas filosofias distintas para a comutação de dados: comutação de blocos (ou mensagens e comutação de circuitos).

Encontram-se vantagens e inconvenientes da adopção de uma ou outra filosofia, sendo de primordial importância para a escolha, o conhecimento das previsões de tráfego, características de equipamento e protocolo, exigência de funcionamento dos centros computacionais e condicionantes técnicas da integração da rede a nível nacional e internacional.

Caracteriza-se em seguida e de uma forma resumida cada um destes métodos.

##### 4.1.- Comutação de blocos ("Packet switching")

Em virtude do carácter pouco frequente e da pequena extensão de mensagens normalmente trocadas entre computadores, opta-se muitas vezes por comutação de mensagens ou de blocos de dados de comprimento fixo ("packet"), em oposição à tradicional comutação de circuitos em que toda a comunicação é feita através de um circuito específico dedicado e ocupado integralmente pelo processo de transferência em causa.

Na filosofia de "packet switching" visa-se a optimização de ocupação dos canais de transmissão, partindo a mensagem original em fragmentos (blocos) de comprimento fixo (ou em sistemas mais complexos de comprimento variável), associando a cada bloco endereços fonte-destino e diversos outros caracteres de controle. Cada bloco é lançado para a rede passando a constituir uma entidade individualizada, tendo o equipamento da Rede a responsabilidade de o encaminhar da forma mais rápida e eficiente para o destino.

Existem duas concepções distintas sobre a forma de estabelecer a comunicação e proceder a transferência de dados de uma mensagem entre dois pontos:

- estabelecer inicialmente e para cada comunicação um encaminhamento fixo, que terá de ser obrigatoriamente percorrido por todos os blocos que constituem essa comunicação - circuito virtual

- não estabelecer qualquer encaminhamento prévio percorrendo os diversos blocos da comunicação, encaminhamentos aleatórios e diferentes de acordo com um algoritmo de optimização de encaminhamentos e de controle de fluxo, estabelecido ao nível de cada nó - datagrama.

O primeiro processo é o mais generalizado, pensando-se na introdução do segundo só numa fase mais avançada e experimentada das Redes e somente para serviços específicos. Na realidade este processo exige um acréscimo significativo de processamento ao nível dos diferentes nós da Rede, adoptando algoritmos de encaminhamento que permitam uma constante actualização dos dados de tráfego e que se não forem cuidadosamente implementados podem dar origem a congelamento de blocos no seio da Rede (fenómeno de ping-pong) gorando-se completamente o objectivo de maior rapidez e balanceamento de tráfego, que se pretendia atingir.

O problema de determinar uma geografia Óptima para uma rede que interligue um conjunto de terminais, e de centros de processamento é de tal forma complexo, que se está ainda longe de obter uma

solução exacta. Por um lado há a complexa tarefa de escolher o número e a localização de concentradores. Em seguida há que determinar a topologia óptima que interligue os vários nós e os diversos terminais a cada nó.

A especificação da rede é ainda complicada pelas várias restrições que condicionam a liberdade da topologia, tais como:

- tempo de atraso médio ou máximo para a rede em geral ou para algumas ligações em particular, que as mensagens podem sofrer antes de atingirem o destino
- grau de integridade requerido para o sistema, traduzido por uma minimização da influência de alguma avaria no comportamento global da rede
- volume médio ou máximo de fluxo de tráfego que a rede necessita de assegurar
- características específicas do equipamento terminal e central
- capacidades de comunicação que podem ser providenciadas

No caso da rede que se pretende estabelecer ser uma rede de Packet - Switching, o problema da geografia e topologia é ainda substancialmente agravado se pretendermos obter uma optimização das capacidades de transmissão, para assegurar um determinado tempo máximo de trânsito de cada mensagem, sendo necessário recorrer a estatísticas de distribuição de tráfego e à teoria de filas de espera.

Para estudar os aspectos quantitativos duma rede deste tipo, esta pode ser visualizada como uma rede interactiva de filas de espera, pois em cada nó existem várias filas constituídas pelas mensagens que aguarda processamento. O atraso constituído, pela espera, depende do processo estatístico de chegada de mensagens provenientes das diferentes fontes e da forma como são processadas em cada ponto de concentração (disciplina de serviço).

Em virtude do grande número de variáveis existentes neste problema, raramente se consegue obter soluções analíticas, pelo que se recorre normalmente a soluções heurísticas resolvendo os problemas iterativamente através de cálculo computacional. A grande precisão da solução obtida em relação a uma solução óptima depende da complexidade e do investimento computacional

No caso de um País de reduzidas dimensões e de volume de tráfego expectável relativamente baixo como é o caso de Portugal, diversas simplificações se apresentam a estrutura da rede, reduzindo a complexidade que teoricamente teria um cálculo iterativo enunciado nas bases anteriores.

Na figura 1 apresenta-se a estrutura de princípio de uma rede de comutação de blocos. Como se pode verificar a estrutura de transmissão exigida pela opção de packet switching não impõe qualquer característica especial a rede geral de transmissão, ao contrário da comutação de circuitos como se verá a seguir, apoiando-se simplesmente na utilização de canais telefónicos até à velocidade de 9600 bit/s ou de grupos primários para velocidades iguais ou superiores a 48 Kbits, recorrendo a normais modems analógicos ou banda de base. É evidente que se pode introduzir na rede equipamento de multiplexagem adicional em situações pontuais economicamente justificáveis. No entanto, na estrutura de rede de comutação de blocos é geralmente preferível recorrer-se a soluções de concentração do que a multiplexagem. Estes concentradores locais comportam-se como um prolongamento remoto do computador, podendo apresentar comutação local e ainda as funções de conversor de protocolo (PAD).

A característica de adaptação de protocolos torna esta filosofia de rede extremamente atraente para enfrentar a multiplicidade de protocolos que caracteriza a situação actual, pois os diversos fabricantes de equipamento informático desenvolveram protocolos específicos e geralmente incompatíveis entre si. Apesar de já haver um consenso internacional em torno de um procedimento para a ligação de equipamento e diálogo numa rede de packet switching, que consta na recomendação X.25 do CCITT e apresenta regras para os diferentes níveis hierárquicos de comunicação (físico, linha, rede, etc), a maioria do equipamento informático actualmente existente não possui ainda este tipo de protocolo. Consegue-se ultrapassar esta situação precisamente através dos conversores de protocolo PAD (Packet Assembly/Disassembly) que possuem software de conversão (emulador) permitindo que o equipamento se apresente à rede como funcionando em modo packet X.25, recorrendo para isso aos princípios definidos

nas recomendações X.28 e X.29 do CCITT. No caso 4 o PAD desempenha funções de conversor no protocolo X.25, de outro protocolo não funcionando em modo packet.

É evidente que não será técnica e economicamente aconselhável que uma rede apresente funções de PAD para todos os possíveis protocolos existentes no mercado. Diversas atitudes se podem adoptar neste domínio.'

- Só permitir o acesso à rede, a equipamentos funcionando em X.25, sendo da responsabilidade dos utilizadores a conversão do protocolo do seu equipamento no protocolo de rede;

- dotar a rede da função de PAD para os protocolos mais vulgarizados no País e para terminais assíncronos;