

## Sistema Multimídia sob Demanda para Ensino à Distância

R.M. Silveira, C.B. Margi, F.R. Spinardi, M. Blanes, S. Kovach, G. Bressan,  
T.C.M.B. Carvalho e W. Ruggiero

LARC – Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores  
EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav.3, nº 158, 05508-900 São Paulo, SP, Brasil  
{regina, cbmargi, frspinar, mblanes, skovach, gbressan, carvalho, wilson}@larc.usp.br

***Resumo** Este artigo descreve o desenvolvimento de um ambiente e sua infra-estrutura para criação e distribuição em tempo real de material multimídia para ensino à distância. Para tornar o sistema proposto operacional é necessário fazer uma análise dos requisitos de cada mídia envolvida e arquitetar a infra-estrutura de rede baseado nesses requisitos. Por outro lado, é necessário estudar os aspectos pedagógicos envolvidos e propor uma metodologia de desenvolvimento dos cursos. Todas essas etapas de desenvolvimento são descritas aqui, onde também são discutidos alguns critérios para a elaboração do material multimídia.*

***Abstract** This papers describes the development of an environment and its infrastructure for multimedia material creation and real time distribution applied to distance learning. In order to make the proposed system operational, it is necessary to analyse the requirement of each media and to specify the network infrastructure. By other hand, it is necessary to study the pedagogical aspects and propose their development methodology. These development steps are describe and are presented also some criteria for multimedia material preparation.*

### 1. Introdução

A contínua evolução da tecnologia de comunicação e processamento de dados possibilita, hoje, a utilização de aplicações que manipulam conteúdos **multimídia**, tais como dados, voz, imagem e vídeo [Fluc95], nas mais diversas áreas. Esse desenvolvimento, aliado ao contexto de múltiplos sistemas autônomos interconectados, deu origem a novos paradigmas de programação, tais como: modelo cliente/servidor, modelo orientado a objetos, modelo de objetos distribuídos, entre outros [Camb97], [Rugg98a].

A combinação desses desenvolvimentos tecnológicos promoveu o aparecimento de ambientes sofisticados de processamento distribuído e comunicação de dados de alta velocidade, permitindo a integração de serviços multimídia. A simples implantação isolada desses serviços não é suficiente para permitir que os sistemas modernos de processamento atinjam plenamente os seus requisitos. Faz-se necessário que a infra-estrutura disponível para estas aplicações seja capaz de prover esses serviços de forma integrada e com níveis garantidos de desempenho e qualidade (**QoS**) [Orze98].

Esses aspectos motivaram o LARC a desenvolver um sistema de **Multimídia sob Demanda para Educação à Distância** – Poli Virtual [Rugg98b]. O objetivo do sistema proposto é a produção, processamento, armazenamento, distribuição, gerenciamento e segurança de material multimídia com conteúdo educacional, para uma comunidade geograficamente distribuída com garantia de desempenho e qualidade de serviço [Rugg97].

A distribuição desse material multimídia só é possível utilizando-se uma arquitetura de sistema de tempo real, associado a redes de alta velocidade ou Internet, e a utilização de técnicas, estratégias e protocolos específicos para transmissão de vídeo.

### 2. Requisitos para Distribuição de Cursos Remotos

Disponibilizar aplicações distribuídas multimídia impõe à infra-estrutura de comunicação uma série de requisitos especiais que fazem com que as soluções tradicionais de comunicação dedicada (de dados, de voz, ou de vídeo) não sejam suficientes para poder produzir resultados satisfatórios. Mesmo nos casos onde existe excesso de recurso, como nas redes ATM, a

demanda das aplicações é praticamente exaustiva, consumindo de forma possessiva os recursos disponíveis para conseguir melhor qualidade, maior desempenho e, principalmente, disponibilidade dos serviços em grande escala.

Para que seja possível disponibilizar um curso multimídia on-line, é necessário criar uma estrutura cliente/servidor capaz de, no lado do servidor, armazenar, transmitir e integrar todas as mídias envolvidas, e, no cliente, receber e reproduzir, adequadamente, o material didático. O cliente utilizará para isso um “browser” e aplicativos de reprodução de mídia contínua específicos para áudio e vídeo. Para o servidor, é necessário arquitetar um sistema que comporte todo o conteúdo didático e seja capaz de suportar a carga de trabalho imposta ao sistema.

Ao avaliarmos o material didático a ser gerado, podemos classificar as mídias envolvidas dividindo-as em dois grupos[Fluc95]:

- Mídias discretas, onde estão envolvidas apenas dimensões espaciais (textos, hipertextos e imagens);
  - Mídias contínuas, que envolvem tanto dimensões espaciais como temporais (áudio e vídeos).
- O armazenamento e distribuição das mídias discretas não acarretam dificuldades devido ao pequeno volume de dados que essas mídias apresentam. Para as mídias contínuas, devemos considerar que o sistema implementa transmissão em tempo real, respeitando os requisitos temporais e de sincronismo. O áudio, apesar de ser uma mídia contínua, apresenta baixas taxas de transmissão, principalmente, quando se empregam técnicas de compressão, como mostra a Tabela 1. Já os vídeos digitalizados, sejam imagens em movimento ou animações gráficas, apresentam grandes volumes de dados, como ilustra a Tabela 2.a [Keny94], e, mesmo utilizando técnicas de compressão (Tabela 2.b), armazená-los e transmiti-los eficientemente requer certos cuidados.

Qualidade de Áudio	Especificação	Taxa de Bit
Áudio Qualidade de voz	1 canal, cod. amostras / 8kHz	64 Kbps
Voz codificada	Padrão G.728, 3.4 kHz	16 Kbps
Áudio Mono	1 canal, cod. amostras /44.1kHz	705.6Kbps
Áudio Qualidade CD	2 canais, cod. amostras /44.1kHz	1.411Mbps
Áudio MPEG	Cod. Equivalente a qualidade CD	384 Kbps

**Tabela 1 : Taxa de transmissão para áudio e áudio comprimido.**

	Resolução	1 minuto	1 hora
<b>a</b>	640 x 480	1.6 GB	97 GB
	320 x 240	400 MB	24 GB
<b>b</b>	640 x 480	16 MB	970 MB
	320 x 240	4 MB	240 MB

**Tabela 2: Valores estimados do volume do sinal de vídeo (a) não comprimido e (b) comprimido, em bytes.**

### 2.1. Critérios do Desempenho da Transmissão de Vídeo

A transmissão de vídeo apresenta muitas propriedades em comum com a transmissão de outras mídias, no entanto, como já mencionado, possui dois aspectos específicos: grande volume de dados e necessidade da transmissão em tempo real. Baseado nestas características, podem ser estabelecidos três critérios principais, que influenciam, fortemente, a qualidade de um sistema de vídeo sob demanda. Esses critérios são [Fluc95]: a taxa de transmissão, a taxa de erro de transmissão e o atraso total, devido à busca no servidor e à própria transmissão. Para que o desempenho relacionado a esses critérios seja aceitável, é necessário empregar algumas estratégias como veremos a seguir.

**Atraso Total:** Quando um cliente deseja receber “on-line” um vídeo remoto, ele faz uma requisição ao servidor. O servidor de arquivos, então, em resposta a essa requisição, faz uma busca em sua estrutura interna verificando onde se encontram armazenados tais dados. A partir daí, o servidor de vídeo começa a transmitir esses dados para o cliente. Tanto a busca no servidor quanto a transmissão causam certo atraso, que devem ser considerados. Para evitar interrupções na reprodução do vídeo, um “buffer” é alocado no cliente e a reprodução só é iniciada quando esse “buffer” já estiver completo. Dimensionando o “buffer” adequadamente, é possível minimizar a perda de qualidade na reprodução devido ao atraso. Isto caracteriza uma

aplicação adaptativa, que é capaz de negociar, dinamicamente, valores de atraso por regularidade temporal na reprodução de mídia contínua.

**Taxa de Transmissão:** Apesar da tecnologia ATM proporcionar banda da ordem de centenas de Megabits por segundo, essa taxa de transmissão é multiplexada entre os vários usuários. No caso de acesso via Internet, deve-se verificar o gargalo da conexão. Um usuário que se conecta ao seu provedor Internet por meio de um modem, terá sua banda de transmissão limitada pela capacidade de seu equipamento, com isso a banda de transmissão disponível é normalmente baixa. Várias técnicas e padrões de compressão têm sido desenvolvidos nos últimos anos com a intenção de reduzir a taxa de transmissão de sinal de vídeo. Dentre eles, podemos citar o Motion JPEG, MPEG-1, MPEG-2 e o H.261[Hask97][Fluc95], que têm se mostrado os mais promissores. As técnicas de compressão utilizadas por esses padrões apresentam, em sua maioria, perdas, eliminando as redundâncias espaciais e temporais existentes. Portanto, há uma redução da qualidade da imagem, muitas vezes não perceptível, para diminuir o volume de dados. Apesar de algumas técnicas conseguirem altas taxas de compressão e, conseqüentemente, taxas de transmissão mais baixas do que a dos sistemas analógicos convencionais, verifica-se que essas taxas são, ainda, muito altas para aplicações que utilizam a Internet. A Tabela 3 mostra as taxas obtidas com os padrões mencionados.

Padrão	Taxa de Comp.	Banda de Trans.
Motion JPEG	7-27:1	10-20 Mbps
MPEG-1	100:1	1.2-2.0 Mbps
H.261	24:1	64Kbps-2 Mbps
MPEG-2	30-100:1	4-60 Mbps

**Tabela 3 : Banda necessário para a transmissão vídeo codificado.**

**Taxa de Erro:** A taxa de erro na transmissão é tratada pelo protocolo de transporte utilizado. Os protocolos usados sobre rede ATM (com Classical IP) e Internet são o TCP (Transport Control Protocol) e o UDP (User Datagram Protocol). O TCP implementa um algoritmo de verificação de erros no cliente, que detecta segmentos com dados adulterados. Nesse caso, o segmento adulterado é descartado e o receptor (cliente) aguarda a sua retransmissão.

Os valores dos parâmetros associados a cada um desses critérios dependem da aplicação, e em função desses parâmetros é que se define a qualidade de serviço (QoS). No caso de aplicações de transmissão de voz, é de extrema importância manter a regularidade do envio das amostras, para isso o atraso deve ser inferior à 150 ms. Em serviços de vídeo com qualidade VCR e codificação constante (MPEG-1), a taxa de transmissão deve ser no mínimo de 1.2 Mbps, enquanto o atraso na transmissão não deve exceder a 100 ms.

### 3. Infra-estrutura de Rede

A solução que viabiliza a transmissão de material multimídia, atendendo os requisitos já especificados, é composta por dois sistemas independentes. Cada sistema opera sobre uma infra-estrutura de comunicação específica: uma de alta velocidade e outra mais popular de baixa velocidade. Desta forma, os usuários das redes de banda larga são privilegiados com a transmissão de material de alta qualidade, enquanto os que utilizam a Internet recebem uma versão adaptada do material multimídia permitindo a exibição em banda mais restrita.

#### 3.1. Redes de Alta Velocidade

O sistema de distribuição de áudio e vídeo para redes de alta velocidade relaciona quatro componentes principais:

1. O Servidor de Títulos (*Title Server*), responsável por:
  - compor a interface com os clientes, disponibilizando uma lista de títulos e tratando as requisições de exibição.
  - gerenciar a seqüência dos dados distribuídos pelo servidor de conteúdo;
  - armazenar as informações de configuração do sistema para as ferramentas de administração;
  - controlar e sincronizar os demais módulos do sistema.

2. O Servidor de Conteúdo (*Content Server*), cujas funções são:
  - receber e armazenar o conteúdo de vídeo;
  - enviar estes dados aos clientes, mantendo um fluxo contínuo de distribuição.
3. Os clientes, que são aplicações “*stand-alone*” ou objetos específicos, capazes de exibir o conteúdo distribuído pelo Servidor de Conteúdo com funcionalidades de Vídeo Cassete.
4. A rede de comunicação, que interliga os servidores de Título, de Conteúdo e clientes, utilizando:
  - Mecanismo confiável para requisições de serviço suportados pelo protocolo TCP;
  - Enlace de banda larga usando protocolo UDP para distribuição dos dados;
  - Serviço de comunicação dedicado, implementado através de Switches Fast Ethernet (100Mbps) ou ATM com *Classical IP Over ATM*.

Adicionalmente, o sistema utiliza codificadores e conversores, para codificar e converter vídeo capturado por câmeras, laser discs ou qualquer outro meio para o formato MPEG, na taxa de transmissão desejada.

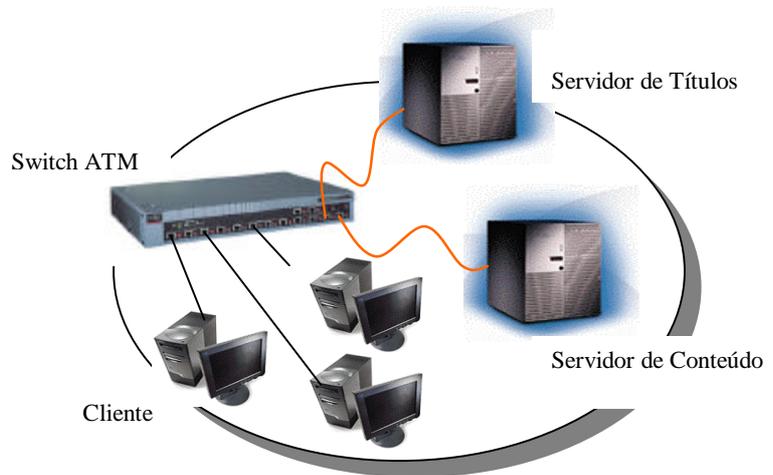
O cliente faz requisição ao servidor de títulos, que agenda e determina a seqüência de exibição a ser seguida pelos servidores de conteúdo. O servidores de conteúdo entregam o dado requisitado em conexão direta com o cliente.

O conteúdo (em formato interno do servidor de vídeo) é dividido em blocos de dados, armazenados por todos os discos do sistema. O tamanho do bloco é escolhido de forma a balancear a eficiência dos discos e “buffers”, mas, uma vez determinada, esta dimensão será aplicada a todo o sistema. Os blocos são armazenados em compartimentos alocados seqüencialmente. As informações necessárias para este tipo de armazenamento estão contidas na representação interna utilizada pelo servidor de vídeo. Numa exibição típica, os discos lêem os blocos numerados e os entregam à rede para o envio ao respectivo cliente. A técnica utilizada é o *striping* [Gemm95].

O sistema permite a monitoração de sua utilização e desempenho. Dispõe, ainda, das funcionalidades de reconstrução de discos, conexão ou desconexão de clientes, entre outras. Todas estas funcionalidades são acessíveis através de páginas HTML.

O sistema de distribuição de vídeo é suportado por uma rede ATM, usada para interconectar os dois servidores e os clientes a 155 Mbps. Os servidores operam em plataforma com Windows NT 4.0 Server e o software de distribuição Microsoft Netshow Theater Server. Esta topologia está ilustrada na Figura 1 ao lado.

Além destes componentes o sistema conta com um elemento de memória terciária, cujo acesso é controlado por um programa que faz também interface com o servidor de vídeo.



**Figura 1: Sistema de Distribuição de Vídeo.**

### 3.2. Conexão à Internet

O objetivo do sistema de distribuição de vídeo via Internet é prover a distribuição de material multimídia (áudio e vídeo integrados) pela Internet e Intranets utilizando particionamento (“streaming”) de dados [Fluc95].

Esse sistema suporta dois tipos de distribuição:

**Unicast:** o servidor envia um “stream” dos dados a cada vez que recebe uma requisição. Nesse tipo de transmissão estão disponíveis as funcionalidades do tipo vídeo cassete.

**Multicast:** as cópias dos dados são enviadas para diversos computadores. Neste caso, não estão disponíveis as funcionalidades do tipo vídeo cassete.

Na transmissão “unicast”, o cliente, utilizando um aplicativo específico, se conecta ao servidor onde o material multimídia está armazenado e faz a requisição do vídeo/áudio. Um protocolo especial permite à aplicação (“player”) do cliente adquirir as funcionalidades de um vídeo cassete. Todo material é transferido através de “streaming” para o cliente, sendo reproduzido ao mesmo tempo em que é transmitido, não havendo necessidade de carga antecipada do material.

Na transmissão “multicast”, o cliente não estabelece conexão com o servidor, cada transmissão (canal) possui uma porta TCP específica através da qual um conjunto de clientes recebe o material multimídia. Os clientes podem estar em redes diferentes ou não, sendo a transmissão controlada apenas pelo servidor. A transmissão “multicast” é bastante útil no caso da distribuição de material multimídia em tempo real.

O sistema é formado pelos seguintes componentes:

**Servidor de vídeo** – Responsável pelo armazenamento e distribuição de dados pela Internet e/ou Intranet.

**Encoder(Codificador)** – No caso de uma transmissão de vídeo em tempo real, um codificador pode ser ligado ao servidor de vídeo, possibilitando assim, a transmissão do material multimídia ao mesmo tempo em que é gerado.

**Cliente** – Recebe os dados multimídia através de um aplicativo. O cliente pode estar em qualquer parte da rede, desde de que esteja ligado à Internet.

O sistema utiliza-se do produto Microsoft Netshow.

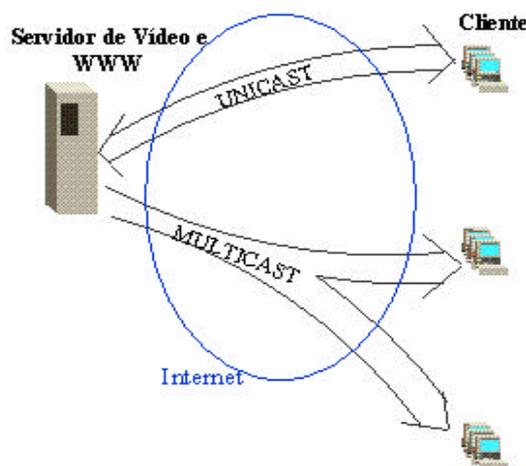


Figura 2: Figura ilustrativa do sistema Internet atual.

Para disponibilizar áudio e vídeo neste sistema é necessário codificá-los em função de diversas taxas de transmissão utilizando “codecs”, ou, então, converter os formatos de arquivos de áudio e vídeo criados para o formato do sistema.

### 3.3. WWW

O servidor WWW implementa uma interface entre os clientes e os sistemas de distribuição de material multimídia (tanto o de redes de alta velocidade como de Internet). O cliente, através de um “browser”, é capaz de acessar todo material disponível navegando nas páginas do “site”. Esse material contempla animações, simuladores, áudio, vídeo ou, simplesmente, textos. As páginas são estruturadas de tal forma a permitir ao usuário realizar os cursos disponíveis. Nas páginas dos cursos existem referências que fazem não só o usuário encontrar o material desejado, como disparar automaticamente a aplicação necessária para reprodução dos vídeos e áudios. O serviço de WWW permite ao usuário um acesso fácil e transparente aos sistemas (independente da plataforma da máquina do cliente), dando ainda a possibilidade de se realizar um controle de acesso do mesmo.

## 4. Proposta de um Modelo de Curso

Uma das aplicações mais importantes e relevantes para este tipo de infra-estrutura multimídia é o da Educação à Distância. Neste contexto, a questão da metodologia pedagógica e das ferramentas de suporte torna-se uma questão crucial para a aplicação eficiente dos Sistemas de Multimídia sob Demanda.

O ensino à distância utiliza conceitos comuns à disciplina de ensino presencial [Boni95]. A transmissão de conhecimentos pode ter orientação teórica, sendo voltada ao ensino de **conceitos**, ou prática voltada ao ensino de **procedimentos**. O ensino está relacionado ao processo de aprendizado. Pode-se utilizar as seguintes estratégias no processo de ensino-aprendizado: dedutiva (apresentam-se as regras para obter exemplos) e indutiva (apresentam-se exemplos para extrair as regras).

Uma destas estratégias deve ser utilizada para elaborar o corpo principal do curso, que pode ser estruturado de forma a conter: resumo, objetivos, público alvo, introdução geral, pré-requisitos, desenvolvimento dos tópicos do curso, anexos, referências bibliográficas, glossários e índice. No ensino interativo, além dos métodos expositivos e dos exercícios em forma de testes de múltiplas escolhas, em que a correção é imediata, também podem ser utilizados exercícios com o auxílio de simuladores ou estratégias lúdicas através de jogos, de modo a explorar determinados conhecimentos ou habilidades.

#### 4.1. Modelo de Descrição de Cursos Interativos

Um curso interativo é estruturado como um **conjunto de conceitos**. O **conceito** é a unidade de representação de uma idéia, teoria, regra, etc. Os conceitos devem estar organizados em **seqüências**, onde um conceito é seguido de outro dependente do primeiro. Seqüências de conceitos podem ser desenvolvidas em paralelo dentro de um curso, quando os conceitos envolvidos são independentes. Os cursos interativos permitem que sejam construídas seqüências paralelas de conceitos e que o aluno possa optar pelo aprendizado destas seqüências em qualquer ordem. Podem existir pontos de junção em que a condição para evoluir dentro do curso seja que duas ou mais seqüências paralelas tenham sido cumpridas. A representação mais adequada para cursos interativos, ilustrando esses possíveis encadeamentos, é a de grafos orientados. Um curso interativo é, então, definido como um grafo orientado, onde os nós são interligados através de arcos orientados, indicando as possíveis seqüências a serem seguidas durante a realização do curso.

Do ponto de vista de implementação do curso, cada conceito é definido como um **módulo** que utiliza diferentes formas de representação: textos simples, hipertexto ou documentos multimídia com gráficos, imagens, sons, animação e vídeos. Cada módulo é constituído de uma parte expositiva, que apresenta o conceito, e de uma segunda parte formada por atividades diversas que exercitem os conhecimentos e técnicas apresentadas e, opcionalmente, de uma avaliação que determina se o conceito foi ou não assimilado pelo aluno.

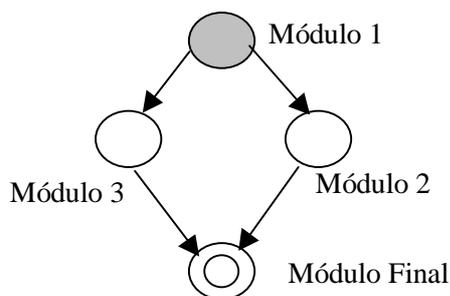


Figura 3: Grafo de representação orientada de um curso.

#### 4.2. Desenvolvimento de um Roteiro de Curso Interativo

Para o desenvolvimento de um curso iremos emprestar as metodologias utilizadas no desenvolvimento de filmes e vídeos, que se inicia com a elaboração de **roteiros**. As etapas são as seguintes:

1. Identificar os **objetivos a serem atingidos** pelo curso e o seu **público alvo**;
2. Determinar os **módulos conceituais** e a maneira como esses se relacionam;
3. Realizar o **detalhamento** de cada módulo com a definição dos **objetivos específicos**;
4. Definir as **estratégias** a serem utilizadas para atingir os objetivos;
5. Realizar a elaboração do **roteiro** geral do curso que é decomposto em roteiros de cada um de seus módulos.

Cada uma dessas etapas passa pelas revisões necessárias, até que se chegue a uma solução final a ser desenvolvida. Para concluir o processo, faz-se uma análise final para verificar se os objetivos a que se propunha no início foram atingidos.

**Organograma de um curso:** A idéia é utilizar os conceitos de produção de vídeo, com as adaptações necessárias, para a elaboração dos módulos do curso. Assim, a estrutura de roteiro, em duas colunas, por exemplo, poderá ser utilizada propondo-se uma extensão onde aparecem colunas para as demais mídias existentes, conforme observa-se na **Tabela 4**. Um módulo pode ser implementado por páginas que apresentam em uma mesma tela, múltiplos objetos em mídias diversas uma das quais pode ser um vídeo.

Texto	Imagens	Animação	Vídeo	Áudio
Textos apresentando conceitos	Fotos, desenhos	Animações usadas para ilustrar alguns conceitos.	Cena 1: Locações: Atores: Ações: Planos:	Diálogos, narrações, músicas de fundo,...
..	...	...	...	...

**Tabela 4: Modelo proposto de roteiro em múltiplas colunas para desenvolvimento do curso.**

## 5. Desenvolvimento de Aplicações

Para construir um curso multimídia é necessário preparar cada uma das mídias de forma que seja possível inseri-la nas páginas de hipertexto. Devemos nos preocupar em disponibilizar tais informações multimídia em formatos e volumes que possam ser acessados e vistos pelo usuário [Wein98]. Por isso, compactação é a palavra de ordem. É interessante que o curso remoto requisite o menor número possível de aplicativos de reprodução, e quando o fizer que sejam fáceis de se obter e, preferivelmente, de arquitetura aberta seguindo padrões públicos.

A elaboração de um curso multimídia deve ser cuidadosa, a começar pela definição do público alvo para que a linguagem escolhida para o desenvolvimento seja adequada. A definição da estrutura do curso e os tópicos a serem abordados precisam ser avaliados com cuidado, assim como também a escolha das mídias para expor cada conceito ou exemplo.

Após estas definições iniciais, o próximo passo é o desenvolvimento do roteiro do curso, conforme citado anteriormente. Com o roteiro escrito e as diversas mídias a serem utilizadas definidas, inicia-se o processo de produção. O professor deve definir os textos, e imaginar os vídeos, áudios, imagens e animações necessárias. Porém, isto não basta, para produzi-los requer infra-estrutura de produção e uma equipe especializada de apoio.

Tal infra-estrutura, inclui: equipamentos para produção, captura e edição de áudio e vídeo, programas para criação de imagens e animações, editores de hipertexto, entre outros. A equipe de apoio deve ser formada por profissionais de diversas áreas, como: produtores, editores, técnicos de iluminação e de áudio, especialistas em “design”, programadores, entre outros.

Experiências realizadas no LARC mostraram que os vídeos devem ser reservados a conceitos de difícil entendimento, expondo poucas idéias e de maneira bem clara. Outra utilização interessante para vídeos é mostrar sistemas reais, dando ao aluno uma idéia da verdadeira dimensão de um sistema exposto.

É bastante interessante utilizar áudios curtos em pontos estratégicos para incentivar o aluno, para questioná-lo ou para discutir a resposta de alguma questão colocada em forma de texto. Observamos que dentre todas, uma das mídias mais promissoras é a simulação, ou jogos interativos. Além de ilustrar visualmente um conceito, idéia ou sistema, aumentando a probabilidade de fixação e compreensão, coloca um desafio para o aluno, que deve muitas vezes aguçar seu interesse pelo assunto e até diverti-lo.

Outro ponto interessante que observado é que em alguns casos torna-se benéfico expor o mesmo conceito várias vezes, com mídias diferentes. Isso promove um entendimento mais claro do conceito, dando oportunidade de que todos os alunos compreendam. Salientamos aqui que, mesmo considerando um grupo homogêneo, a facilidade de absorver conceitos em um tipo de linguagem específica varia de pessoa para pessoa. É importante utilizar todas essas mídias no sentido de incentivar o aluno a pensar e refletir sobre o tema exposto.

Com o objetivo de testar o aprendizado dos alunos, devem ser especificados os Mecanismos de Avaliação. Existem dois modos definidos de operação: com correção imediata e com correção postergada. O primeiro tipo, onde a resposta é imediata, possibilita ao aluno a oportunidade de auto-avaliação agilizando o aprendizado. O segundo caso trata do aluno avaliado pelo professor. O aplicativo, acessado a partir do *browser*, consulta a base de dados de questões e se encarrega de embaralhar as alternativas dos testes. O sistema contempla, também, a ferramenta para criação dos testes pelos professores. Um outro aspecto importante é a realimentação que o

sistema de auto-avaliação proporciona ao aluno, indicando o material mais adequado para revisar os pontos falhos da sua aprendizagem.

## 6. Considerações Finais

A especificação e implantação do sistema Multimídia sob Demanda para Educação à Distância, propiciou o desenvolvimento de experimentos iniciais que resultaram num aprendizado prático muito importante.

A implantação dessa infra-estrutura multimídia sobre uma rede de alta velocidade abre uma nova perspectiva para a continuidade das experiências didáticas tanto na educação à distância como no suporte “on-line” ao ensino presencial.

Como propõe Neilson [Neil96], pudemos verificar que a técnica de distribuição que opera sob demanda é a mais adequada para que o usuário imponha o seu próprio ritmo e navegue pelos módulos do curso do modo e na velocidade otimizada para a sua capacidade. Assim, o ensino “on-line”, possibilita que alunos de desempenho, capacidade ou ritmo diferentes expostos ao mesmo material de ensino, possam impor o seu próprio ritmo em função de sua capacidade ou conhecimento prévio.

Até o presente momento, o projeto Multimídia sob Demanda preocupou-se em desenvolver atividades que possibilitem disponibilizar e desenvolver cursos “on-line”. Em continuação ao presente projeto, outros aspectos precisam ser abordados. Em especial, os mecanismos de segurança [Qiao98] e proteção de direito autoral de material multimídia devem ser motivo de novas pesquisas.

## 7. Bibliografia

- [Boni95] M.H.S. Bonilha, “**Concepções do Uso do Computador na Educação**”, Espaços Escola, no. 18, out./dez. 1995, Faculdade de Educação, USP;
- [Camb97] W. Cambiucci, W. Ruggiero, “**Construção de um servidor WEB com enfoque transacional**”, 3º Cong. Argentino de Ciência da Computação, La Plata, 1997;
- [Delo94] D. Delodere, W. Verbiest and H. Verhille; “**Interactive Video On Demand**”, IEEE Communications Magazine, May 1994;
- [Fluc95] F. Fluckiger, “**Understanding networked multimedia: applications and technology**”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995;
- [Gemm95] D.J. Gemmell et al, “**Multimedia Storage Servers: A Tutorial**”, IEEE Computer, May 1995;
- [Hask97] B. G. Haskell, A. Puri, A. N. Netravali, “**Digital video: an introduction to MPEG-2**”, Chapman Hall, New York, 1997;
- [Keny94] N.D. Kenyon, “**Audiovisual Telecommunications**”, Chapman and Hall, 1994;
- [Kind97] G. Kindem, R. B. Musburger, “**Introduction to Media Production from Analog to Digital**”, Focal Press, Butterworth - Heinerman, 1997;
- [Neil96] Neilson, Irene et al., “**Education 2000: Implications of W3 Technology**”, Computer & Education, Vol. 26, No.1-3, pp. 113-122,1996;
- [Orze98] Orzessek, M., P. Sommer, “**ATM & MPEG-2: integrating digital video into broadband networks**”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1998;
- [Qiao98] L. Qiao and K. Nahrstedt; “**Comparison of MPEG Encryption Algorithms**”. In Computer & Graphics, vol. 22, nº 4, 1998;
- [Rugg97] Ruggiero, Wilson, “**LVD<sup>2</sup>- Vídeo sob Demanda Distribuído**”, Relatório Técnico LARC-EPUSP, 1997;
- [Rugg98a] W. Ruggiero, W. Cambiucci, “**A transactional WEB server**”, International Journal on Computer Science and Technology, IESTEC, 1998;
- [Rugg98b] W. Ruggiero, “**Poli Virtual**”, Relatório Técnico LARC-EPUSP, 1998;
- [Wein98] L. Weinman, “**Design Gráfico na Web**”, Editora Quark do Brasil Ltda, 1998.